

# Solar Energy Research Center

University College of Falun/Borlänge

---

Lars Broman  
Assoc. Prof., Director

Kent Börjesson  
Engineer

Svante Nordlander  
MSc Engineering Mechanics

Mats Rönnelid  
BSc

Rolf Björkman  
BA, Librarian

Inger Nilsson  
Secretary

#### Associates

Arne Broman, Göteborg  
Professor

Eric Båve, Stockholm  
MSc Civil Engineering

Lars Dahlgren, Norrköping  
PhD Meteorology

Sven Eketorp, Stockholm  
Professor

Jonas Hallenberg, Borlänge  
MSc Engineering Mechanics

Per Isakson, Stockholm  
Licentiate in Engineering

Björn Karlsson, Älvkarleby  
Assoc. Prof.

Aadu Ott, Gislaved  
Assoc. Prof.

## SERC

University College  
of Falun/Borlänge  
P. O. Box 10044  
S-781 10 Borlänge  
SWEDEN  
Phone +46--243 840 20

CENTRUM FÖR  
SOLENERGIFORSKNING  
Högskolan i  
Falun/Borlänge  
Box 10044  
781 10 Borlänge  
tel 0243-840 20

## FORSKNINGSPROGRAM

1/7 1987 — 30/6 1990

## SERC RESEARCH PROGRAM

1987 — 1990

SERC-UCFB-006  
April 1987

## FORSKNINGSPROGRAM 1/7 1987 – 30/6 1990

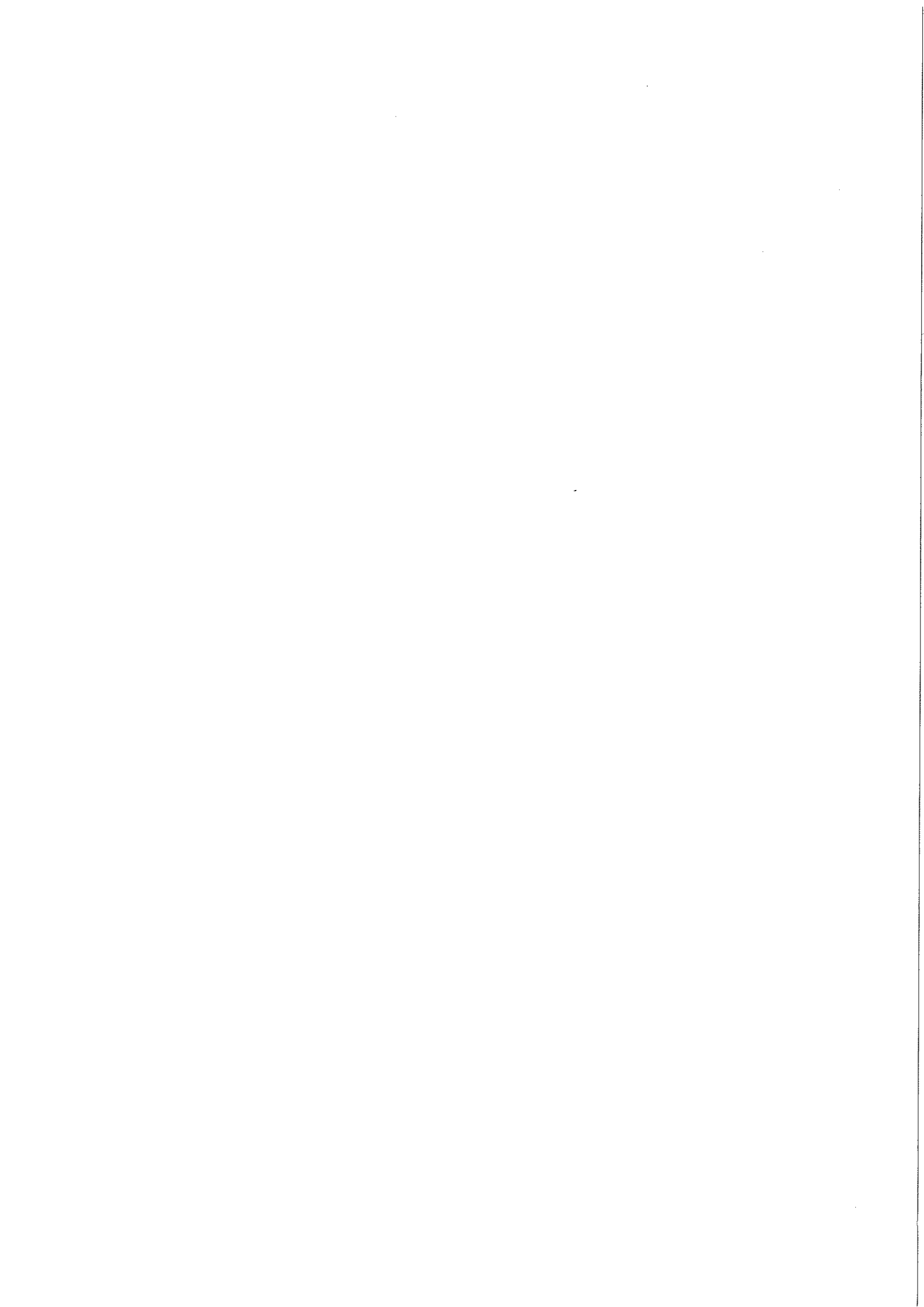
## SERC RESEARCH PROGRAM 1987 – 1990

### ABSTRACT

A research program for SERC is presented, covering the period July 1, 1987 to June 30, 1990. It is proposed that solar energy R&D work is done in the following fields: Large solar heating systems (computer simulations, use of thin steel sheets), small scale solar heating (system simulations, applications for developing countries), integrated systems with photovoltaic cells, solar energy and society (education, industry service, initiating social studies). A budget for the period is also presented.

SERC-UCFB-006  
April 1987

2:a upplagan juni 1987



# 1 INLEDNING

SERC har sedan starten 1984 trots minimala ekonomiska resurser byggt upp en omfattande FoU-verksamhet inom solenergiområdet. De mest synbara resultaten av denna är:

- Publicerandet av ett stort antal rapporter, i den egna rapportserien SERC-UCFB, i The Heliograph, som föredrag vid internationella konferenser samt som examensarbeten vid högskolan i Falun/Borlänge och Uppsala universitet (se bilaga 1).

- Deltagande i av högskolan i Falun/Borlänge anordnad utåtriktad verksamhet, "öppet hus"-dagar, datamässan, etc.

- Deltagande i uppbyggnaden av Framtidsmuseet i Borlänge, hittills främst genom konstruktion av solskorstenen.

- Uppbyggnad av utrustning för solforskning i Borlänge, främst automatstationen i samarbete med SMHI, men också viss annan utrustning, främst på datorsidan.

- Tillkomsten av en solenergiavdelning vid högskolans bibliotek i Borlänge.

Resultat som kanske inte är lika iögonfallande men kanske väl så viktiga är dels etablerandet av kontakter med forskare och andra personer verksamma inom solenergiområdet, dels en stor kompetensuppbyggnad inom SERC.

Inom SERC är för närvarande tre forskare (Lars Broman, Svante Nordlander och Mats Rönnelid) samt en forskningsingenjör (Kent Börjesson) verksamma, alla på deltid. Många andra forskare är knutna till SERC som biträdande medlemmar (se bilaga 2).

## 2 SERC I BORLÄNGE

Tvärtemot vad man kanske kunde tro erbjuder Borlänge en stimulerande miljö för ett centrum för solenergiforskning. Här finns en hel del kvalificerad kunskap, som SERC redan delvis utnyttjat. I synnerhet i samband med att Teknikdalen, som nu håller på att byggas, kommer till stånd blir forskningsmiljön runt SERC än mer dynamisk. Några av de viktigaste komponenterna i denna omgivning är dessa:

- Tunnbråttentrum. Materialteknisk forskning och utveckling lokaliserad till Borlänge, framför allt på grund av SSAB-Domnarvets stora tunnbråttverk i staden. Efter olika slag av ytbehandling är stålbrått en tänkbar komponent i många funktioner: Försedd med korrosions- och väderbeständig yta som solfångarlåda. Belagd med speglande skikt som reflektor. Med selektiv yta som absorberator.

- Daltek, ett konsult- och utvecklingsföretag kopplat till Dalarnas forskningsråd och högskolan i Falun/Borlänge. Här finns bl a högt kvalificerad kunskap inom datorområdet, speciellt CAD/CAM.

- Högskolan i Falun/Borlänge. Högskolans tekniska sektor utbildar högskoleingenjörer på mellannivå och med olika specialinriktning. Bland sektorns lärare och tekniker finns hög kompetens inom såväl dator- som elektronikområdet. Bland specialiteter av särskilt intresse för SERC är datorbaserad styr- och reglerteknik samt datorstödd konstruktion och produktion. Bland studenterna är det årligen en eller flera som gör examensarbete inom solenergiområdet, handledad av någon forskare på SERC.

Tidigare har flera högskolekurser omfattande 5-20p hållits, vilka helt eller delvis handlat om solenergi; bl a en 20p-kurs 1978-79. SERC har för närvarande alltför små personella resurser för att återuppta den verksamheten.

- Ideella föreningar, etc. Solen är en lovande energikälla inte bara i industriländer utan också i utvecklingsländer. En del av det FoU-arbete som görs inom SERC har möjliga applikationer i sådana länder. Gott samarbete med lokala organisationer som redan har etablerade kontakter med och pågående verksamhet i ett utvecklingsland är då väldigt värdefullt. I Borlänge finns flera sådana organisationer, och SERC har preliminära kontakter med Karagweföreningen (med verksamhet i Tanzania), Svenska Togoföreningen (Togo), Vuxenskolan i

Dalarna (Gambia) och Framtiden i Våra Händer (Kenya, Gambia). Detta samarbete har stora potentiella möjligheter att fördjupas och leda till konkreta resultat.

- Framtidsmuseet, som är ett för Sverige ovanligt museum av "Science Center"-typ. I samarbete med Framtidsmuseet finns unika möjligheter att i utställningsform berätta om solenergi för allmänhet och beslutsfattare. Redan har ett sådant samarbete inletts: SERC har deltagit i konstruktionen av Framtidsmuseets "solskorsten", ett vertikalt rör med diametern 1 m försett med en heliostat vid sin övre ände. SERC bygger tillsammans med SMHI en automatstation med soldata på Framtidsmuseets tak; en monitor i museet kommer att presentera ögonblicksdata om väder, vind och sol för museibesökare. Diskussioner om att bygga en utställning om "den soldrivna framtiden" har inletts.

- Bergslagens tekniska högskola, som är under uppbyggnad. Delar av civilingenjörsutbildning (från 4e året) med inriktning på materialteknik kommer att förläggas till Borlänge.

- Soltorgsskolan, som är en teknisk gymnasieskola. Här byggdes i början av 80-talet en soltestanläggning på taket till höghusdelen i Uppsala universitets regi. Mätdata används för annat ändamål, men de mesta av regler- och mätutrustningen finns kvar. SERC har hittills utnyttjat denna anläggning endast i ringa grad, men inom ramen för en utökad framtida verksamhet torde soltestanläggningen visa sig användbar.

- Vattenfalls laboratorium i Älvkarleby. Hit är det inte länge än att man kan åka från Borlänge till Älvkarleby över dagen (och vice versa). Redan nu håller ett par samarbetsprojekt på att initieras. Närheten till Älvkarleby och de goda relationerna till solenergiforskarna där gör att framtida ömsesidig hjälp och utbyte av ideer förefaller sannolikt.

- Slutligen förtjänar det att påpekas att Borlänges läge i världen är utmärkt. Täta tåglägenheter binder samman Borlänge med hela Sverige. Varje timme hela dagen flyger Swedair till den internationella storflygplatsen Arlanda - turen går snabbare än flygbussen från centrala Stockholm. Vad gäller telefon, telex och datakommunikation är Borlänge likvärdigt med vilken annan plats som helst i västvärlden.

### 3 SERCS NUVARANDE KOMPETENS

SERC bildades först i november 1984, men solenergiverksamheten vid högskolan i Falun/Borlänge har rötter i det sena 70-talet. Läsåret 77/78 hölls en 20p-kurs i miljövärd, där energifrågor kom in som ett delmoment. Läsåret 78/79 hölls en 20p-kurs i solenergi (som grundbok användes Meinel & Meinel, Applied Solar Energy). Läsåret 79/80 hölls två 5p-kurser i energiteknik med inriktning på förnybara energikällor och sommaren 1981 5p-kursen Energi för framtidens Sverige. Alla dessa kurser hölls av Lars Broman. Han deltog i NGO Forum vid United Nations Conference on New and Renewable Sources of Energy i Nairobi 1981, i 1:st International Conference on Optics Applied to Solar Energy i Kromeriz, Tjeckoslovakien 1984. Forskningsrapporter publicerade före bildandet av SERC är beskrivna i SERC Progress Report 1984-85 (se bilaga 1).

Verksamheten fram till slutet av 1986 är beskriven i SERC Progress Report 1986-87. Sedan dess har vi slutfört ett projekt om simulering av solvärmeanläggningar medan några andra projekt pågår. Inom SERC arbetar följande personer, alla på deltid:

- Lars Broman, docent och lektor i fysik vid högskolan i Falun/Borlänge. Han disputerade på en avhandling i kärnfysik 1967 och har publicerat ett 40-tal uppsatser i kärnfysik och fasta tillståndets fysik. Han har skrivit ett stort antal uppsatser i fysik- och naturkunskapsmetodik för skola och museer samt de senaste åren också i solenergi. Till detta kommer en omfattande populärvetenskaplig produktion med många uppsatser om bl a energiteknik och u-landsfrågor. Han är följande tjänstledig från sitt lektorat och innehar dels en projektjänst på Framtidsmuseet, dels en arvodestjänst (1/4-tid) som forskare vid Uppsala högskoleregion.

- Kent Börjesson, ingenjör, tekniker (elektronik och datorteknik) vid högskolan i Falun/Borlänge. Arbetar 1/4-tid på SERC med bl a installerandet av automatväderstationen och programmering i anslutning till denna. Han har tidigare arbetat som tekniker på SMHIs instrumentavdelning.

- Svante Nordlander, civilingenjör (maskinteknik), utvecklar datorprogram inom CAD-området på Daltek. Han har under senaste året arbetat 1/2-tid på SERC, dels med datorberäkningar på icke-avbildande optiska system, dels med simuleringsprojektet. Han har dessförinnan arbetat en del praktiskt med

soolfångare (visst samarbete med Göran Bohlin) och deltagit i ett par internationella solenergi-konferenser (ISES-konferensen i Montreal 1985, North Sun '86 i Köpenhamn).

- Mats Rönnelid, utbildad på fysikerlinjen, Uppsala universitet. Han har gjort examensarbete på icke avbildande koncentratorer och arbetar sedan nyår 1/2-tid på SERC. Han har dels hjälpt till med simuleringsprojektet, dels gjort litteraturstudier, datorberäkningar, konstruktioner och mätningar på solstrutar (koniska koncentratorer). Han deltog i North Sun '86.

Till SERC är också ett antal biträdande medlemmar knutna. Deras kompetens utgör ett viktigt stöd för SERC och de har i varierande grad utnyttjats av SERC. Vilka de är framgår av bilaga 2.



## 4 ALLMÄN INRIKTNING AV FORKNINGEN INOM SERC DE NÄRMNASTE ÅREN

Energiresurser kan fördelas i lagerresurser och förnybara resurser. Gränserna mellan dem är flytande. Ved kan t ex betraktas som en förnybar energikälla, men när skogar kalhuggs och jorderosionen får fritt spelrum så att marken blir ofruktbar, då förnyas inte energiråvaran längre.

Till de förnybara energikällorna räknas annars värme producerad i jordens inre genom radioaktivt sönderfall, rörelseenergi i systemet jorden-månen och strålningsenergi från solen. Alla tre energiflödena tappas idag, men troligtvis har endast solenergin tillräcklig potential för att kunna spela en global roll i den framtida energiförsörjningen.

Såväl ur resurs- och miljösynpunkt som för att möjliggöra en långsiktig utveckling måste solenergin ersätta dagens energikällor: Industrieländernas kärnkraft, utvecklingsländernas brännved och alla länders fossila bränslen. En snabb utveckling av användningen av solenergi i alla dess primära och sekundära former och för alla möjliga ändamål är därför nödvändig i alla länder. SERC vill bidra till att den blir så snabb och positiv som möjligt.

SERC kan göra det genom att utnyttja den kombination av intressen, kunskaper, erfarenheter och resurser som finns inom och runt SERC, men också genom att kontinuerligt öka kunskaperna och resurserna. Man kan uttrycka det så, att vad SERC idag förfogar över är embryot till ett centrum för solenergiforskning som kan komma att spela en inte oväsentlig roll för världens framtida energiförsörjning.

Inom SERC finns idag en hög kunskapsnivå dels vad gäller icke avbildande optiska system för koncentration av ljus, dels vad gäller användande av datorer för beräkningar, simuleringar, konstruktion och styrning. Vi har en ganska hög kunskapsnivå om solenergi i allmänhet och en viss u-landserfarenhet. Ett utvecklat SERC skulle bygga vidare på denna grund och bedriva FoU-arbete efter följande långsiktiga linjer:

## 4.1 Stora solvärmeanläggningar

I Sverige bör ett stort antal stora solvärmeanläggningar byggas under de närmaste decennierna. Redan idag är kostnaden per producerad kWh värme med solens hjälp nära jämförbar med värme från andra energislag. Dagens ("femte generationens") solfångare är effektiva, tillåter rationell produktion och har hög beräknad livslängd. Tekniken med berggrumslager är under snabb utveckling. SERCs del i det fortsatta arbetet med att producera solvärme till lägsta möjliga kostnad kan vara denna:

- Datorsimuleringar av föreslagna anläggningar. Sådana kan utföras till en bråkdel av kostnaden för att bygga dem. Istället för att bygga en anläggning kan man simulera hundra anläggningar och välja ut de tio som visat sig mest kostnadseffektiva.

- Utveckling av simuleringsverktyg. SERC ska inte utföra alla dessa simuleringar utan medverka till att andra kan göra dem, dels genom att utveckla användarvänliga in- och utdatorutiner, dels genom att utbilda användare. SERC kan också medverka i förbättring av själva simuleringen genom att skapa rutiner som tar hänsyn till faktorer som den sanna horisontlinjen, förekomst av speglar, det variabla markalbedots betydelse, osv.

- Utveckla metoder att kostnadseffektivt använda speglar i stora solvärmeanläggningar, antingen externt (mellan solpanelerna) eller internt (mellan absorbtorremsorna innanför glaset).

- Studera olika möjligheter att använda ytbelagd stålplåt i solfångare. Olika slags ytbeläggning, olika typer av valsad och präglad plåt, olika slags bearbetning, olika applikationer, ... Arbetsområdet är stort och intressant, bl a mot bakgrund av att stålplåt är en inhemsk produkt, som är energisnål att tillverka jämfört med aluminiumplåt.

- Utveckla mätinstrument och metoder för mätning av solinstrålning på mikronivå. Modern elektronik möjliggör byggande av kompakta instrument som mäter, lagrar och i viss utsträckning bearbetar soldata automatiskt.

## 4.2 Småskalig solvärme

Utbyggnaden av solenergin i Sverige har inte bara handlat om stora solvärmeanläggningar utan också om mindre system, framför allt sk solvattenvärmare för sommarbruk. I dagsläget är ekonomin för

"enfamiljs" solanläggningar tveksam, men förutsättningarna kan snabbt ändras. I alla händelser är det inte orimligt att tänka sig att många av dagens direktelvärmda småhus kommer att byta energisystem under de närmaste decennierna. SERCs bidrag till utvecklingen av solvärme för svenska småhus kan vara denna:

- Simulera mindre solvärmesystem, "typsimulering" som kan kompletteras med tumregler för lokala omständigheter. Söka goda tumregler för lokala variationer genom simulering av fiktiva anläggningar där en parameter i taget varierar. Simulering av projekt för konvertering av direktelvärmda hus till solvärme i kombination med andra åtgärder.

- I tillämpliga delar vad som ovan beskrivits under rubriken Stora solvärmeanläggningar.

För att laga en middag på en elspis i ett svenskt kök går det åt ström för kanske 30 öre, en summa som en svensk medelinkomsttagare tjänar in på 30 sekunders arbete (efter skatt). För att kunna laga en middag över öppen eld i en by i Sahel kanske en kvinna måste vandra omkring i många timmar för att hitta tillräckligt med vedpinnar och kvistar att elda med. Att laga mat med solenergi är värt allt mellan en halv minuts och många timmars dagligt arbete. Redan av detta räkneexempel framgår att småskalig solvärme kanske kan implementeras lättare i andra miljöer än i svenska radhusområden. SERCs del i arbetet för att med hjälp av solvärme förbättra villkoren för fattiga bondefamiljer i solrika länder (och samtidigt medverka till att trycket på vedråvaran minskar) kan vara denna:

- Etablera kontakter med forskare, administratörer, företagare, statliga och andra centra för förnybara energikällor samt olika "inflytelserika presumtiva solenergianvändare" i länder i bl a Sahelområdet och södra Afrika.

- I samråd och samarbete med dessa konstruera och pröva ut solspisar, solugnar, etc samt bidra till produktion och spridning av väl fungerande konstruktioner. SERCs kunskaper om och erfarenheter av olika typer av solkoncentratorer kommer här väl till pass.

- Samarbeta med ideella organisationer i Sverige vilka arbetar med biståndsverksamhet. I ett sådant samarbete skulle SERC stå för kunskaper vad gäller i första hand tekniken, medan organisationerna dels har god kännedom om biståndsmottagarna, dels kan finansiera tekniköverföringen.

### 4.3 Utveckling av integrerade system med fotovoltaiska celler

SERCs kunskaper inom simulering, optik och material för solvärmeanläggningar kan i viss utsträckning appliceras på alla typer av solenergi. Vid sidan av solvärmen vill därför SERC upprätthålla en god kunskapsnivå inom solcellsområdet. I planerna ingår ej att utveckla fotovoltaiska celler utan att dels utnyttja dem för mätning, dels utnyttja övergripande kunskap på integrerade system.

Utvecklandet av den "moderna" solcellen var intimt förknippad med rymdteknologin - även med mycket högt kW-pris står satellitens solpanel för en ringa del av satellitens totala kostnad. I takt med teknikutveckling och prisfall har sedan solceller erövrat olika nischer: Strömförsörjning av nödradiosändare, fyrar, etc långt från elnät är en. Batteriersättning i miniräknare är en annan.

Ännu är dock priset alldeles för högt för solcellernas verkligt stora genombrott, i elkraftproducerande nätanslutna anläggningar. Innan solcellstekniken nått dithän behöver solcellstekniken erövra nya nischer. En lovande sådan är elektrifiering av sådana områden på vår jord där distributionsnät för elkraft saknas, dvs framför allt landsbygd i utvecklingsländer. Men: För att erövra en ny nisch måste "kostnad för nytta" vara tillräckligt låg (och då handlar det inte bara om kronor per producerad kilowattimme).

SERCs roll i överbryggandet av gapet mellan dagens och framtidens användning av fotovoltaiska celler kan vara denna:

- I samarbete med kontakter i utvecklingsländer identifiera behov som med fördel kan uppfyllas med hjälp av solcellsteknik.
- Ta fram tekniska lösningar som sänker kostnad för nytta. Hit kan höra sådant som icke avbildande optiska system för koncentration av solljus, solföljande paneler för att förbättra solpanelens prestande under för- och eftermiddag samt metoder att anpassa t ex solcellers och likströmsmotorers karakteristika till varandra.
- Utveckla integrerade system där både energiproduktion (solcellspaneler) och energikonsumtion ingår. Eftersom prisutvecklingen på solceller idag nått därtill att kostnaden för energilagring (batteribanken) ofta är ungefär jämförbar med kostnaden för energiproduktionen

skulle nya nischer kunna erövrats om lagerkostnaden helt eller delvis kunde tas bort. Det finns flera förslag till applikation av solenergisystem med litet eller inget lager som bör utredas och utprövas, t ex soldrivna verkstäder (elektronik, finmekanik, ...) och andra arbetsplatser.

#### 4.4 Solenergi i samhället

Introduktion av ny teknik stöter inte sällan på motstånd. Det är nog i allmänhet ganska bra att så är fallet, för ny teknik medför sällan enbart fördelar för dem som påverkas av den. (Ibland skulle man t o m önska att motståndet var större än det är ...) Den fördröjning som motståndet medför kan t ex resultera i att en viss teknik måste anpassas bättre till människors behov innan den kan introduceras i stor skala.

Inte heller solenergin är problemfri i detta avseendet. Konservativa egyptiska bönder eldar hellre med brännved än lagar mat med solenergi. Konservativa svenska företagsledare satsar hellre på kärnkraft än på solenergi. Exemplet skulle kunna mångfaldigas, och de illustrerar ett viktigt faktum, nämligen att solenergi inte alls bara är teknik utan i hög grad en samhällsfråga. SERCs roll i underlättandet av solenergens acceptering kan vara denna:

- Verka för tillkomsten av olika slag av högskolekurser för tekniker, konsulter, projektörer, etc. Bygga en kunskapsbank i Borlänge och aktivt föra ut information om solenergi till allmänhet, skola, näringsliv, tekniker och beslutsfattare. Detta kan ske i samarbete med högskolan (solenergibibliotek, rapportserie, högskolekurser, offentliga föreläsningar, seminarier, handledning av doktorander, licentiander och examensarbetare), Framtidsmuseet och Dalamässan (utställningar), Folkets Hus (konferenser och symposier) samt gymnasieskolor, folkhögskolor och studieförbund (kurser, utbildningsmateriel).

- Medverka till tillkomsten av en större demonstrationsanläggning för solvärme i Borlänge. Denna bör vara så väl genomräknad och väl anpassad till avsedd värmeförbrukare att den är lönsam.

- Undersöka hur existerande mindre anläggningar (solvärt varmvatten för sommarbruk) har fungerat och upplevs av sina ägare/brukare. Underlätta inspirations- och informationsspridning på gräsrotsnivå.
- Ge samhället service av olika slag, expertutlåtanden, konsultuppdrag, beräkningar, simuleringar, mätningar, remissyttranden, etc.
- Ta hand om unga tekniker och forkarstuderande från utvecklingsländer under kortare eller längre tidsperioder. Låna ut solenergiexperter till utvecklingsländer (som där både kan lära ut och lära sig). Delta i internationella konferenser och symposier.
- Initiera sociologiska studier om orsaker till motstånd mot förnybara energikällor i såväl industriländer som utvecklingsländer.

## 5 EKONOMISKA VILLKOR FÖR SERCS FORTSATT UTVECKLING

SERC har hittills kunnat utvecklas med hjälp av projektanslag från flera olika håll (se SERC Progress Report 1986-87) och genom välvilligt bistånd med basresurser från högskolan i Falun/Borlänge. Om SERC fortsättningsvis ska kunna växa och småningom kunna spela en betydelsefull roll inom solenergiområdet måste projektanslagen kompletteras med generella, långsiktiga (3-5 års) anslag. Skälen för detta är följande:

- För att kreativitet och skaparkraft ska flöda i en grupp måste denna vara tillräckligt stor, uppnå en "minsta kritiska massa". Täta kontakter med forskare och institutioner nationellt och internationellt behövs alltid, men det dagliga umgänget med andra forskare och tekniker inom området är också mycket betydelsefullt. Bästa storlek för SERC kan antas ligga på 5-10 forskare, tekniker och forskarstuderande.
- För att kunna knyta också andra än de allra yngsta forskarna till SERC måste SERC kunna erbjuda åtminstone rudimentär trygghet i anställningen. Några fasta tjänster, troligtvis uppdelade i halvtidstjänster och kompletterade med tjänster finansierade genom projektanslag, skulle göra detta möjligt.
- Högskolan i Falun/Borlänge har hittills hållit SERC med basresurser i form av ett kontorsrum, viss bibliotekarie-, sekreterar- och vaktmästarhjälp, viss möjlighet att utnyttja kontorsapparat och elektronik. SERC har redan egentligen "vuxit ur boet", och ett större SERC behöver ordentligt utökade basresurser i form av lokaler, apparatur och servicetjänster. Då högskolan inte har ekonomisk möjlighet att utöka sitt åtagande måste SERCs basresurser finansieras på annat sätt.
- Kostnaderna för skapandet av fasta tjänster och basresurser för ett SERC med verksamhet på optimal nivå har beräknats till följande (i 1987 års priser och löneläge). Beloppen är specificerade i bilaga 3.

1987/88	450 - 610 000 kr
1988/89	790 000 kr
1989/90	730 000 kr

Fördelningen på de olika delarna av SERCs FoU-verksamhet är ungefär denna:

Stora solvärmeanläggningar	40%
Småskalig solvärme	20%
Utveckling av integrerade system med fotovolttaiska celler	10%
Solenergi i samhället	20%
Övergripande	10%

Som synes kostar det en del att på grundval av det SERC som finns idag bygga upp ett centrum för solenergiforskning med potentiella möjligheter att signifikant bidra till utvecklingen på solenergiområdet. Jämfört med vad som satsas på t ex konventionella energikällor är dock summorna små.

Vi som idag arbetar inom SERC tycker oss ha visat att vi kan åstadkomma en hel del med mycket begränsade resurser. Med något större resurser tror vi oss om att kunna uträtta proportionellt ännu mer.



## BILAGA 1 Publicerade rapporter

SERC Progress Report 1984-85  
Report SERC-UCFB-001 (November 1984)

Arne Broman and Lars Broman  
A Sun Cell Cornet Unfolded  
Report SERC-UCFB-002 (June 1985)

Lars Broman and Arne Broman  
A Paraboloid Reflector Approximated by Simple  
Surfaces  
Report SERC-UCFB-003 (November 1985)

SERC Progress Report 1986-87  
Report SERC-UCFB-004 (December 1986)

Lars Broman and Svante Nordlander  
New Swedish Simulation and Design Tool for Solar  
Heating Systems. A Preliminary Study  
Report SERC-UCFB-005 (April 1987)

-----

Lars Broman  
Centrum för solenergiforskning i Borlänge:  
En presentation  
SEAS-bladet No. 4, 1985

Arne Broman och Lars Broman  
Approximation av en parabolisk reflektor  
SEAS-bladet No.4, 1985

Svante Nordlander and Lars Broman  
Computer Analysis of the Circular Solar Cornet  
Copncentrator  
Proc. Conference North Sun '86

Lars Broman, Mats Rönnelid and Svante Nordlander  
Analysis of a Possibly Perfect Nonimaging  
Concentrator  
Proc. Conference North Sun '86

Lars Broman, Arne Broman, Svante Nordlander and  
Mats Rönnelid  
On Four Types of Nonimaging Concentrators  
Abstract accepted by 2nd International Conference  
on Optics Applied to Solar Energy, Prag 1987

Svante Nordlander and Lars Broman  
A Method to Take The True Skyline into Account in  
Simulation Programs  
Abstract submitted to the ISES Conference 1987

Lars Broman, Mats Rönnelid and  
Saihou Omar A. Sallah  
On the Role of Solar Electricity in Rural  
Development  
Abstract submitted to the ISES Conference 1987

-----

Peter Fureus och Saeed Akhondzadeh  
(handledare Lars Broman)  
Testbänk för solceller  
Examensarbete vid högskolan i Falun/Borlänge  
(1985)

Kerstin Jardemyr  
(handledare Svante Nordlander och Eric Kilström)  
Materialval för solfångare  
Examensarbete vid högskolan i Falun/Borlänge  
(1985)

Lars Pettersson och Stefan Bergström  
(handledare Lars Broman)  
Solspisen  
Examensarbete vid högskolan i Falun/Borlänge  
(1985)

Vivian Bergman  
(handledare Lars Broman)  
Temperaturmätningar i solfångare med flata och  
cylindriska glas  
Examensarbete vid högskolan i Falun/Borlänge  
(1986)

## BILAGA 2 SERCs biträdande medlemmar

- Arne Broman, professor emeritus (matematik) från Chalmers tekniska högskola. Han har (tillsammans med Lars Broman) räknat på olika solfångargeometrier.
- Eric Båve, civilingenjör, institutionen för byggnadsekonomi, KTH. Han medverkar i ett SERC-projekt med enkäter till ägare av små solvärmesystem. Han är också initiativtagare till och ordförande i Gävle-Dala energiförening, ansluten till SERO, och har tidigare sysslat med energiplanering på länsstyrelsen i Falun.
- Lars Dahlgren, fil dr och meteorolog vid SMHI. Han är chef för SMHIs solgrupp, och samarbetar med SERC i projektet med solmätstationen i Borlänge.
- Sven Eketorp, professor emeritus (metallurgi) från KTH. Han är dels intresserad av solenergi för (småskaliga) metallurgiska processer, dels av u-landsfrågor med bl a stor kännedom om Gambia.
- Jonas Hallenberg, civilingenjör (teknisk fysik), arbetar som dataexpert på Daltek. Han har tidigare gjort utredningar åt Vattenfall, bl a utvärderingar av solvärme- och värmepumpanläggningar.
- Per Isakson, teknologie licentiat, mätcentralen, KTH. Han har bl a initierat och stött den simuleringsstudie som SERC nyligen slutfört.
- Björn Karlsson, adjungerad professor, chef för solenergigruppen vid Vattenfalls laboratorium i Älvkarleby. SERC och solenergigruppen håller kontinuerlig kontakt och ett par olika projekt är på planeringsstadiet.
- Aadu Ott, docent vid Göteborgs universitet och lektor i fysik vid Gärdesskolan i Gislaved. Han har bl a tillsammans med Lars Broman skrivit fortbildningsmaterial för lärare om förnybara energikällor.

### BILAGA 3 Kostnader för fasta tjänster och basresurser

En fast organisation planeras påbörjas 1/7 1987 med halv styrka och byggs ut 1/7 1988 till full styrka.

1987/88

1/2 forskningsledare (docent/bitr prof)*	(140 000)
1/2 forskningsassistent (doktorand)	90 000
1/2 forskningsingenjör (ing./högsk.ing)	90 000
1/4 sekreterare/administratör	40 000
1 - 1 1/2 forskare (projektjänster)	-

kr 220 - 360 000

\*Om ej sökt förlängning på tjänst vid Uppsala högskoleregion erhålls av Lars Broman.

88/89 och följande år

1/2 forskningsledare	140 000
1 forskningsassistent	180 000
1 forskningsingenjör	180 000
1/2 sekreterare/administratör	80 000
2 - 3 forskare	-

kr/år 580 000

Årliga kostnader

Hyror: 4 kontorsrum 12 kvm  
1 lab.rum 12 kvm  
1 lab.rum 6 kvm  
1 förråd 6 kvm  
städning

kr/år 70 000  
(ev. 50 000 1a året)

Inventarier: Första året	120 000
Andra året	60 000

kr 180 000

	87/88	88/89 etc
Förbrukningsmateriel	40 000	50 000
Resor	20 000	30 000
	<u>60 000</u> kr	<u>80 000</u> kr/år

## Summering:

87/88: 450 - 610 000 kr

88/89: 790 000 kr

89/90: 730 000 kr

(1987 års löne- och kostnadsläge)