

Centrum för solenergiforskning ***Solar Energy Research Center***

Rapport från en studieresa till Portugal

26/11-1/12 1991

Mats Rönnelid

SERC

Avdelningen för energi,
miljö och byggande
Högskolan Dalarna
781 88 Borlänge

Tel: +46 23 778700

Tel: +46 23 778701

Besöksadress/Street adress:

Forskargatan 8

Borlänge



HÖGSKOLAN
Dalarna

ISSN 1103 - 1816

ISRN HFB-SERC--40--SE

December 1991

**Rapport från en studieresa till Portugal,
26/11 - 1/12 1991**

Mats Rönnelid

Rapport från en studieresa till Portugal, 26/11 - 1/12 1991

Mats Rönnelid

Denna resa har bekostats av Temarådet, Högskolan i
Falun/Borlänge.

SERC/UCFB 91/0040
ISSN 0248-1568

INNEHÅLL

| | Sida |
|----------------------|------|
| Sammanfattning . | . 1 |
| 1. Inledning . . . | . 2 |
| 2. Resan dag för dag | . 2 |
| 3. Litteratur . . . | . 11 |
| 4. Adresser | . 12 |
| 5. Tack | . 12 |

Sammanfattning

Föreliggande rapport innehåller minnesanteckningar från en studieresa till Portugal 25/11 - 2/12 1991. Syftet var framförallt att diskutera CPC-teknologi för solvärmeändamål med Manuel Collares-Pereira, CCE, Lissabon, inför ett fortsatt arbete med att utveckla CPC-teknologi i Sverige. Även andra institut och anläggningar besöktes och beskrivs i rapporten.

Under vintern/våren 1990/91 har jag påbörjat ett projekt om invändiga reflektorer i plana solfångare. En förstudie till detta projekt, "Grundläggande förutsättningar för solfångare med interna reflektorer - en kunskapsöversikt" visar att det finns en potential för att utveckla denna teknik för svenska förhållanden.

Under detta förberedande arbete har jag haft brevkontakt med Manuel Collares-Pereira, Portugal, som är en av de som arbetat mest med s k CPC-solfångare och en av dem i världen som har mest praktiska erfarenheter av utveckling och konstruktion av sådana solfångare. Efter ett antal brevväxlingar inbjöd han mig till att komma ner till Portugal för att samtala med honom om de praktiska problem jag hade funderingar om.

Bakgrunden till fysiken ges i min förstudie och kommer inte att förklaras i denna reserapport. Reserapporten har jag istället skrivit för att vara ett stöd för minnet från våra diskussioner. Dessutom tjänar den som en viss presentation av solenergiaktiviteten genom att dokumentera en del av aktiviteten inom solvärmeområdet i Portugal.

1. Resan dag för dag

Måndag 25/11

Resa till Lissabon. Installation i hotell Florida och förberedelser inför tisdagen.

Tisdag 26/11

Besök vid CCE för diskussion med Manuel Collares-Pereira om CPC-teknologi. Samtalen varade hela dagen, med undantag för ett studiebesök vi gjorde och för en presentation jag själv höll i, se nedan. Vi hann samtala om ett flertal olika problem, och nedan återges de viktigaste resultaten, dock ej i kronologisk ordning som vi diskuterade dem.

Centro Para a Concervacao de Energia (CCE) är ett nationellt institut som arbetar med information och introduktion av energibesparande åtgärder och introduktion av ny, förnyelsebar, energiteknik. CCE utför t ex mätningar på experimentbygggnader och traditionella system samt bygger upp databaser över produkter, kunskaper och erfarenheter som är nödvändiga för en rationell energianvändning. En viktig del av CCEs verksamhet består av utåtriktad information och utbildning på alla nivåer, och här har spelat kontakter med företag och olika forskarinstitutioner en stor roll. Vissa studier utförs också åt EG. Sammanlagt arbetar ett 30-tal personer på CCE.

Manuel Collares-Pereiras engagemang i CPC-teknologi härrör från början av 70-talet, då han började samarbeta med bl a R. Winston och A. Rabl i University of Chicago. Arbetet med CPC fortsatte då han kring 1980 kom tillbaka till Portugal, men

samarbetet med ovanstående har fortsatt kontinuerligt, bl a har de gemensamt presenterat ett paper vid ISES Congress i Denver 1991. I Portugal började han intressera sig för mer praktiska lösningar och inriktade sig mer och mer på lågkoncentrerande CPC-solfångare, medan kollegerna i Chicago har fortsatt med mer teoretiska beräkningar och inriktat sig på mer högkoncentrerande CPC; bl a second stage concentrators och avancerad teknik för att med mycket hög koncentration (upp till 84 000 X) driva lasrar med solenergi.

I Portugal arbetade M C P först med en 1.5 X CPC-solfångare med cirkulär absorbatör och med värmeförluster kring $U = 2.6 - 2.7 \text{ W}/(\text{m}^2, \text{K})$ upp till temperaturer motsvarande producerad värme av 90-95 grader C. Han var initiativtagare till ett företag, TESCO, som startade produktion av denna solfångare parallellt med produktion av plana solfångare. 1983 installerades drygt 400 M2 av denna CPC-solfångare, framförallt i ett par stora anläggningar för pastörisering av öl (230 m2) och mjölk (40 m2). Som absorbatör användes ett kopparrör, belagt med selektivt skikt av krom och som reflektorer användes Kinglux aluminiumplåtar. Avståndet mellan överdelen av reflektorerna och glaset som täckte solfångaren var ca 1 cm, och hela solfångaren var ca 15 cm hög.

Tillverkningen skedde genom att reflektorplåtarna (som först hade de valsats för att få en något böjd yta) formades konvext på baksidan av en hård form. Därefter monterades sidobalkar och en plåt på baksidan varefter mellanrummet fylldes med polyuretanskum medan fram- och baksidan hölls ihop under mycket högt tryck. Vidhäftningen mellan isolerskummet och aluminiumplåten var mycket god. Solfångarna gjordes i moduler kring 2 m2.

Studier kring trunkering gjorde att modellen modifierades till en 1.2 X CPC, vilket gav en billigare solfångare samtidigt som tjockleken kunde hållas nere på 7.5 cm. I och med detta arrangemang kan en större del av det diffusa ljuset utnyttjas, vilket mer än väl uppväger de något större värmeförlusterna, vilka beräknades vara ca $2.9 - 3 \text{ W}/(\text{m}^2, \text{K})$. Den optiska verkningsgraden beräknades till 0.72. Produktionen av denna modell han knappt mer än starta (4 modeller byggdes) förrän TESCO gick i konkurs.

Konkursen berodde dock inte på en dålig produkt, det planerades att deras CPC-solfångare skulle bli den enda produkten i framtiden, utan på det höga ränteläget vid byggandet av fabriken (34 %) tillsammans med moderbolagets dåliga ekonomi vilket ställde orimliga ekonomiska krav på det nystartade dotterbolaget. Produkten bedömdes dock ha en god ekonomi framför sig och en eventuell ny start av produktion har diskuterats. Priset för nyproducerade CPC i dagsläget uppskattas till ca 65 USD/m2 vilket motsvarar ca 400-450 SEK/m2, onekligen ett billigt pris för en så bra solfångare om man jämför med svenska förhållanden. Den optiska verkningsgraden beräknas också kunna öka med bättre selektiv yta hos absorbatören.

Flera studier kring dessa solfångare har presenterats (se min tidigare förstudie). M C P har dock även gjort studier kring konvektion vilket inte publicerats då han haft tanken att införa det i en kommersiell produkt. För CPC-solfångaren med 1.5X koncentration visade sig värmeförlusterna i det närmaste vara linjära mellan $DT/I = 0.0 - 0.1$, dvs upp till ca 100 graders övertemperatur. Över denna temperatur ökade dock värmeförlusterna mycket snabbt, vilket gav en stagnationstemperatur på ca 160 grader C, vilket var betydligt mindre än vad som väntats om värmeförlusterna skulle följa de verkningsgrader som plana solfångare brukar göra. Orsaken till detta kunde han inte förklara, men vissa studier (opublicerade) visade på att konvektionsförloppet kraftigt ändrade struktur någonstans mellan $T = 80-120$ grader C. Om detta berodde på konvektion i reflektor-trågen eller mellan dem (eftersom det var ett gap mellan reflektorerna och glastäckningen) var osäkert och behöver studeras mer. Klar var ialla fall att konvektionen mellan reflektortrågen var liten mellan EW-placerade CPC-tråg då temperaturen i solfångaren var < 100 grader C. Värmeförluster p ga luftrörelser mellan reflektortrågen verkar alltså vara ett litet problem då CPC-solfångaren arbetar med måtliga temperaturer.

M C P hade ideer om att införa extra konvektionshinder i sin 1.2X CPC, antingen genom att införa ett cirkulärt rör runt absorbatoren eller genom att införa någon form av plan eller konvex barriär över rören. Enligt hans egna uppskattningar borde det då vara möjligt att sänka värmeförlusterna från ca 3 till 2 - 2.2 $W/(m^2,K)$. Jag visade honom de två artiklar jag funnit om konvektionshinder i CPC med plana absorbatörer (ref. 41 och 42 i min förstudie) och han visade stort intresse då han ej tidigare sett dem och trodde att detta möjligen kunde vara de enda rapporter som publicerats om konvektionshinder och plana absorbatörer i CPC-tråg.

Min uppskattning att det borde vara möjligt att minska värmeförlusterna med 0.4 $W/(m^2,K)$ med införandet av en teflonfilm ovanpå reflektorerna uppfattade han inte som optimistiskt. Snarare trodde han att det borde vara möjligt med betydligt större vinster. Det bör påpekas att min uppskattning bygger på mätningar på en 4 X CPC (ref 42 i förstudien) där konvektionsförlusterna minskade 0.4 $W/(m^2,K)$ vid införande av konvektionshinder. Värmeförlusterna i den geometrin var dock redan mycket små och procentuellt minskade värmeförlusterna 42 % då konvektionshinder infördes. Detta visar på potentialen för tekniken.

Internationellt är geometrier med cirkulära absorbatörer mest undersökta, och i tidigare brev till mig har han varnat för att använda den plana absorbatoren p ga de höga baksidesförluster som kan förekomma. Han upprepade detta under våra samtal, men då jag fick tillfälle att visa honom hur LGB-solfångaren är uppbyggd med kraftig isolering på baksidan medgav han att detta gav förutsättningar som inte fanns i konventionella plana solfångare. Värmeförlusterna bakåt genom den 10 cm tjocka isoleringen, är fullt tillräcklig för att hålla nere dessa ledningsförluster. Vi diskuterade också andra geometrier för att placera en plan absorbatör ifall

isoleringen skulle vara tunnare, vilka jag dock kände till sedan tidigare och har refererat i min förstudie.

Reflektorkvalite: I TECSOs CPC-solfångare användes aluminiumplåt, ca 0.2 mm tjock. Användandet av folier ansåg han dock som intressant, men avsaknad av dessa på marknaden har gjort att de ej provats. Hög spekulär spekulär reflektans är ej nödvändigt, speciellt inte då man använder låga koncentrationer hos koncentratorerna.

Värmeförlustmätningar: Inga skillnader behöver föreligga om man gör värmeförlustmätningar på solfångarmodeller med plana reflektorer istället för CPC-formade reflektorer. Problem med "hot spots" på absorbatoren om man använder CPC-reflektorer innebär inte heller något problem av den enkla anledningen att inga reflektorer är ideala, och den spridning av ljuset som sker genom en icke-ideal reflektor gör att temperatur-spridningen över absorbatoren är fullt tillräcklig. (Jag tycker ändå att man ska vara försiktig här. Sun-strip absorbatoren är t ex så tunn att relativt stora temperaturskillnader kan uppstå över absorbatorens bredd. I de flesta andra försök man har gjort har man nog dessutom använt koppar som absorbatormaterial vilket har bättre ledningsegenskaper än aluminium.)

Värmeförlustmätningar tenderar dock alltid att underskatta värmeförlusterna från solfångaren. M C P har observerat detta många gånger, både när det gäller CPC- och vanliga plana solfångare. Fenomenet uppkommer även när man gör värmeförlustmätningar genom att solfångaren får svalna utomhus, vilket han delvis kan förklara de låga värmeförlusterna uppmätta på LGB-solfångaren, även om han trodde de inte var orimliga då storleken på LGB minimerar baksides- och kantförluster. Fenomenet med underskattningen kunde han dock inte förklara, och kände inte heller till några mer omfattande studier som behandlar detta.

Att använda plana reflektorer istället för CPC-reflektorer i verkliga solfångare hade han få synpunkter på. Tidigare redovisade uppskattningar (se förstudien) på att det årliga utbytet minskar i storleksordningen ett par procentenheter ifall man använder plana istället för CPC-reflektorer antog han kunde vara riktiga, men poängterade (mycket riktigt) att det är endast i fallet med plana "horisontella" reflektorer som man har denna möjlighet.

Några speciella problem eller egenheter vid värmeförlustmätningar på CPC kunde han inte ange. Stagnationstemperaturen (och eventuella materialproblem som följer) borde kunna ställa till problem pga små värmeförluster, men har hittills har M C P ej stött på detta problem då värmeförlusterna kraftigt ökat vid högre temperaturer hos de CPC-solfångare han har utvecklat (se ovan).

Ett flertal, framförallt amerikanska, företag har tidigare marknadsfört CPC-solfångare. Dessa företag har dock slutat med detta under början av 80-talet, till följd av "sjunkande" oljepriser och minskat intresse för solenergi hos de stora multinationella energibolagen. Det enda (?) företag på denna marknad idag PAZ Oil Company LTD i Israel som tillverkar och

säljer lågkoncentrerande CPC-solfångare. Dessa görs i moduler med ett tråg i varje modul, ca 40 cm höga med en koncentration kring 1.5 - 2.0X, och används ofta till uppvärmning av varmvatten i större system, t ex vid kibbutzer.

Av speciellt intresse är att flera system med olika solfångartyper sammankopplade finns. Vid ett ställe finns t ex 120 m² oglasade solfångare, typ plastmattor, som förvärmer vattnet ca 10 grader C innan det går in i det 280 m² stora CPC-solfångarfältet. Användandet av enkla solfångare för förvärmning av vattnet är klart motiverat för att förbättra hela systemets ekonomi.

PAZ lär också ha utvecklat långa solfångare med ickesymmetriska CPC-reflektorer och hög marktäckningsgrad som mycket påminner om de ideer som studerats i Sverige i samband med lågvacuum-projektet. Jag har fått med mig kopior på broshyrer som behandlar PAZ olika CPC-solfångare, dock ej några som behandlar det senare.

Användandet av integrerande sfär för optisk karakterisering av reflektorgeometrier har han aldrig stött på, och han tog med intresse del av våra erfarenheter. Jag erbjöd honom hjälp i framtiden, då denna teknik skulle kunna passa vid provning av de "second stage concentrators" som han utvecklar i samarbete med bl a R. Winston och A. Rabl.

Under dagen hann vi också med ett studiebesök vid SAGRES utanför Lissabon. SAGRES är Portugals största öltillverkare, och sedan 1983 har en anläggning på 230 m² CPC-solfångare (1.5 X, se ovan) installerats där för att ge varmvatten till ölpastöriseringen. Arbetstemperaturen är måttlig då det ej behövs mer än ca 65 grader C för att pastörisera öl. Anläggningen producerar varmvatten till en värmeväxlartank på ca 10 m² innan värmen leds till pastöriseringsanläggningen. Solfångarfältet är dimensionerat för att leverera 100 % av värmebehovet vid soligt klimat under sommaren, och har fungerat utan något avbrott under åtta år. Viss degradering av reflektorplåten kunde märkas på de nedre placerade reflektortrågen, vilket delvis kan förklaras med den aggressiva mljö solfångarna befinner sig i med, nära Lissabons centrum och på ett industritak där avgasreningen inte är överdrivet effektiv.

På förmiddagen höll jag även en presentation av svensk solvärme, teknik, förutsättningar och status för ett tiotal representater från CCE, SPES (portugisiska SEAS), industrin och forskare från LNETI. Medvetenheten om solenergis situation i Europa verkar vara stor, med mycket statistik samlad från olika länder tillgänglig. Europa är emellett liktydigt med EG, så medvetenheten om situationen i Sverige är därför i det närmaste obefintlig.

Diskussionen efter presentationen handlade om svårigheter om att få en enhetlig standard för installation och provning av system. De prisbilder jag gav för solvärme producerat med olika tekniker imponerade dock i vissa fall då elpriset för privata användare idag ligger en bit över 70 öre/kWh. Intresse vidsades även för svenskt kunnande, t ex Sun-Strip

absorbatorn. Jag hade dokumenterat min presentation med en fem sidors uppsats som delades ut till de närvarande.

Jag upplevde Manuel Collares-Pereira som en mycket öppenhjärtlig person med stor insikt i de frågor vi avhandlade. Han uttryckte sitt intresse för mina ideer, framförallt ideerna om att kombinera CPC-reflektorer med extra konvektionshinder som han uttryckte "is not only interesting, it is important". I fortsättningen får jag gärna sända resultat till honom för kommentarer och diskussion. Vi diskuterade även möjligheten att han kan komma till Sverige, kanske om något år, för att hålla i en Workshop för svenskar intresserade i CPC-teknologi. Vidare visade han stort intresse för de teflonfolier och billiga reflektorer som finns på marknaden i Sverige. Jag lovade att skicka prover och adresser till återförsäljare till honom, något som han eftertryckligt var mycket angelägen om.

Onsdag 27/11

Besök vid LNETI, Departamento de Energias Renovaveis och deras grupp för aktiv solenergi. Vid LNETI arbetar idag ca 70 personer med FoU, uppdelat enligt följande:

| | |
|------------------|-------------|
| Aktiv solenergi | 20 personer |
| Passiv solenergi | 10 |
| Biomassa | 30 |
| Vågenergi | 4 |
| Vindenergi | 7 |

Den aktiva solenergigruppen leddes tidigare av Manuel Collares Pereira, men leds idag av Jorge Cruz Costa som desutom är ordförande i portugisiska solenergiorganisationen SPES.

LNETI ansvarar för testning av de solfångare som finns på marknaden i Portugal, vilket idag är ca 15 olika modeller. Man har egen testutrustning med konstsol inomhus, där man tar upp verkningsgradskurvor för solfångarna vilket ger lutningen på verkningsgradskurvan. Man har dock inte möjlighet att kyla strålningen från konstsol, varför dessa mätningar kombineras med utomhusmätningar för att få fram rätt no. Vidare görs olika stagnations- och hållbarhetstester hos solfångarna. Man nöjer sig att ta fram en linjär verkningsgradskurva för varje solfångare, vilken anses vara representativ för hela temperaturområdet som kan vara aktuellt (typiskt < 80 graders absorbatortemperatur).

Man har börjat kompensera de optimistiska inomhusmätningarna genom att göra en modell för lufttemperaturen i laboratoriet där man beräknar en verklig omgivningstemperatur för solfångaren genom att ta hänsyn till strålkällans och väggarnas temperatur och solfångarens placering (dvs dess "view factor"). På detta sätt får man fram en "verklig" temperatur som kan vara av storleksordningen 5-10 grader högre än den uppmätta, vilket ger en bättre anpassning till solfångarens uppträde underverk underverklig drift utomhus. I Portugal arbetar solfångarna i vanliga fall då stålningen mot dem är > 1000 W/m². Kylning av konstsolens strålning med

t ex vattenfilm anses därför som omöjligt då det är svårt att nå intensiteter över 1000 W/m² samtidigt som en del av strålningen silas bort. I Frankrike undviker man t ex detta problem genom att kyla solfångarna med luftfläktar för att kompensera IR-strålningen från konstsolen. Denna metod vill de dock inte använda i Portugal då de anser att det leder till alltför brant lutning på verkningsgradskurvan.

Varje solfångare dokumenters rejält (ca 10 sidor) och nyligen har man även infört krav för godkännande, vilket gör att solfångare med dålig hållbarhet ej passerar testet. I början hade man problem med luftbildning i solfångarna, vilket gjorde att delar av solfångarna ej fungerade (nådde stagnation då vattnet ej cirkulerade) med försämrade verkningsgradskurvor som resultat. På LNETI försökte man att lokalisera dessa varma ytor hos solfångarna m h a infraröd kamera. Denna teknik visade sig fungera ganska dåligt då glasningen gjorde att temperaturvariationerna på absorbatoren syntes dåligt. Tekniken fungerade dock bra för oglasade solfångare.

I materiallaboratoriet har man möjlighet att utföra olika beläggningar för att studera selektiva ytor, bl a har man studerat nickel-fosfor-beläggningar på olika metaller och plaster, samt en spektrometer för optiska mätningar. Jag fick uppfattningen att det var lite verksamhet på materialsidan nuförtiden, kanske inte beroende på bristande intresse, utan beroende på nedskärningar av anslag vad gäller förnybara energikällor i Portugal.

LNETI ansvarar, tillsammans med CCE, för utvärdering av ett tiotal olika solvärmesystem vilka används i bostadshus, sjukhus och sportanläggningar, vilkas resultat används för att förbättra framtida systemlösningar.

Ett par personer arbetade med utveckling av evakuerade rör med lågkoncentrerande CPC-reflektorer (1.3X) och målsättningen är att få fram en billig och bra solfångare som skall kunna användas i temperaturintervallet 50 - 180 grader C med verkningsgrader över 50 %. Genom att använda vanligt vatten i absorbatoren, samtidigt som absorbatorröret profileras invändigt för att öka kontakten mellan vattnet och röret, har man idag konstruerat rör som fungerar bra även för mycket små lutningar på röret (3- 5 grader mot horisonten). Det senare gör att man hoppas kunna hitta lösningar där vakuurröret i det närmaste kan placeras horisontellt, vilket ökar användningsområdet för denna typ av solfångare. Vidare arbetar man med mycket små vattenmängder i röret (typiskt 2-5 % av totalvolymen i absorbatoren) vilket gör att det maximala trycket i röret vid stagnation kan hållas nere, vilket ger större säkerhet hos solfångaren. Arbetet utförs delvis i samarbete med universitetet i Stuttgart.

Andra projekt man arbetar med är bl a följande:

Lågflödesystem. Under flera år har man mätt på parallella system med olika grad av cirkulation mellan tank och solfångare. Arbetet har utförts framförallt av Maria J. Carvalho och kommer inom kort att utmynna i en avhandling.

Billiga pyranometrar, baserade på 10-15 termoelement placerade i serie som givare. Man har idag utvecklat en billig variant som gett mycket goda resultat vad gäller tim- och dygnsmedelvärden, klart jämförbara med 1a klassens pyranometrar på marknaden. Instrumentet går dock inte att använda för kortare tidsintervaller än ca 1 timme då tidskonstanten är mycket hög. Ena kontakten hos de seriekopplade termoelementen består av en kopparcyklinder (ca 5 hg) för att fördröja snabba temperaturändringar. Utsignalen är ca 3 mV vid en strålning på 1000 W/m².

Solar ponds. Denna aktivitet är liten idag

Solceller. Man inriktar sig framförallt på systemlösningar på små system, typ ytterbelysningar. Vidare testar man olika paneler som finns på marknaden.

Avsaltning. Genom olika kyltekniker vill man öka verkningsgraden genom att återföra värmen som avges vid kondensation. Traditionellt sett brukar denna värme avges till omgivningen genom att vattenångan kondenserar mot den yttre glasningen som kyls av omgivningen.

Utveckling av förenklade modeller för att beräkna systemprestanda. De modeller man arbetar med är för att generera timvärden på globalstrålning mot horisontella ytor utifrån befintliga väderdata med längre mätintervall.

Den passiva solenergiverksamheten består framförallt av att prova nya byggnadselement i olika experimentbyggnader, typ olika fönsterplacering, Trombe walls etc.

Bland den övriga energiverksamheten vid LNETI kan nämnas att man planerar 500 kW prototyp av strandnära vågkraftverk samt två fält med vindkraftverk med 8 X 30 kW effekt vardera. Det senare är ett EG-samarbete med danska leverantörer av vindkraftverken.

Bioenergisidan arbetar bl a med biogasframställning av lågorganiskt avloppsvatten från olika industrier, samt framställning av alkoholer. I det senare fallet intresserar man sig för en israelisk potatisväxt som är snabbväxande och mycket sockerrik.

Vid LNETI känner man att man på senare tid fått sämre stöd från statsmakternas sida, och anslagen försämras hela tiden. Man har därför tvingats att utföra FoU inom andra områden än energiverksamhet. T ex så utför man forskning kring magnetband för video- och musikkassetter i den aktiva solgruppens materiallaboratorium, samt utveckling av algproduktion för kemisk industri (t ex kosmetik) vid bioenergiavdelningen. Man hoppas dock en del på anslag och projekt inom EG-ramen, vilket skulle kunna frigöra pengar för energiforskning som idag inte finns hos den portugisiska staten.

LNETI är idag den största organisationen som arbetar med solenergiutveckling i Portugal. Förutom LNETI finns även forskning vid några fysikinstitutioner vid universiteten. Man samarbetar dock, bl a genom SPES (Sociedade Portuguesa de

Energia Solar) samt av det faktum att Manuel Collares-Pereira innehar en professur i experimentell fysik vid Lissabons Universitet.

Torsdag 28/11

På morgonen besökte jag en campingplats utanför Lissabon där tappvarmvattnet produceras med ca 440 m² solfångare uppdelade på 11 stationer med 40 m² solfångare vardera. Systemen var dimensionerade för en täckningsgrad på 75 %. Värmen lagrades i en (någorlunda skiktad) tank på 11.9 m³ och leddes dit via en plattvärmväxlare. Anläggningen har fungerat bra under tre år i drift, även om solfångarna (israeliska) visade tecken på förslitning genom att t ex vatten läckt in.

Jag lade märke till att värmväxlaren var oisolerad, och enligt deras egna mätningar skulle utbytet kunna ökas ca 4 % om den isolerades. Trots att VVX endast var ca 5 X 4 X 2 dm var detta inte gjort! Vidare var ledningssystemet till och från solfångarna välisolerade, men kopplingarna mellan solfångarna (ca 20 st, placerade ca 1 dm från varandra) var helt oisolerade. Troligtvis skulle utbytet kunna ökas här också då de var placerade högt på ett tak och relativt välexponerade för vind.

Det skall noteras att täckningsgraden på 75 % är en ganska normal dimensionering för portugisiska solvärmesystem (100 % på sommaren, 50 % på vintern enligt en grov uppskattning) då man har över 3000 soltimmar per år i genomsnitt. Strålningen är ofta över 1000 W/m² då solen står högt på himlen med så effekter av uttunning i atmosfären.

Under eftermiddagen samtalade jag med Maria J. Carvalho vid LNETI som f n arbetar med systemstudier om själv-cirkulation och jämförelser mellan låg- och högflödessystem. Tidigare har hon arbetat med studier kring trunkering av CPC-reflektorer, och bl a visat att den optimala koncentrationsgraden för solfångare med cirkulära absorbatörer ligger kring 1.0 - 1.4 X. Motsvarande studier för CPC med plana absorbatörer saknas dock. Hon bekräftade att de flesta fysikaliska egenskaper för CPC-solfångare, med undantag för reflektorgeometrier, är allmängiltiga för alla geometrier, oavsett om plan eller cirkulär absorbatör används.

Fredag 29/11 - Söndag 1/12

Privata utflykter, studier av material jag fått tidigare under veckan och rapportskrivning.

Måndag 2/12 - Tisdag 3/12

Hemresa till Sverige

3. Litteratur

Förutom ett flertal vetenskapliga artiklar om jag fick med mig hem har jag följande material av mer allmänare intresse:

M. Collares-Pereira: Solar Energy in Europe: it is being used?, 41 s (November, 1991). Presentation av solenergis nuvarande ställning och användning i Europa (EG). Framställning gjord i EG-sammanhang i November, 1991.

- CCE, Centro Para a Conservacao de Energia. Presentation av CCEs verksamhet, 2 s (på Engelska).

Lista på adresser, medlemmar i SPES (portugisiska SEAS). Listan inkluderar företag som tillverkar solfångare, samt företag som installerar solenergisystem, 8 s.

LNETI, Actividades. Departamento de Energias Renovaveis. Presentation av verksamheten vid LNETI 1986-88, 124 s (på portugisiska)

Energia Solar, Janeiro/Marco 91. Specialnummer av SPES (Orgao da Sociedade Portuguesa de Energia Solar) kvartalstidning (detta nummer översatt till Engelska) med temat PV-teknik, 110 s. Speciella artiklar av intresse:

- "The Portugese Energy Policy- Ten points for the next decade"
- "Renewable energy in Europe", av Wolfgang Palz, EG.
- "Proposal for increased use of Photovoltaics" av RJ Van Overstraeten, Leuven
- "National effort in the area of Photovoltaics" av Manuel Collares-Pereira

"PAZ Energy" Solar Systems. En samling av kopior av broshyrmaterial om solfångare och system från PAZ Oil Company LTD.

4. Adresser

I det följande anges adresset till de institut jag besökt. De personer jag nämner är de som hjälpt mig och som jag haft längre samtal med under resan.

Centro Para a Conservacao de Energia (CCE)
Estrada de Alfragide
Praceta 1
Alfragide
2700 Amadora
Portugal
Tel (351) 1-901454/971326/901457
Fax (351) 1-4711316

Manuel Collares-Pereira, Director. Tidigare ansvarig för verksamheten om aktiv solenergi vid LNETI.

Silvino Tomaz Spencer. Arbetar med att testa och godkänna solfångare på marknaden i Portugal. F.n. finns det ca 15 aktuella solfångare. Arbetet utförs vid LNETI.

Joao Correia de Oliveira. Arbetar med utvärdering av system som används i Portugal. Arbetet utförs vid LNETI. Har nyligen påbörjat ett projekt om avsaltning. Arbetar

LNETI
Departamento de Energias Renovaveis
Estrada do Paco do Luminar
1699 Lisboa Codex
Portugal
Tel 1-7165141
Fax 1-7160901

Jorge Cruz Costa. Ansvarig för verksamheten med aktiv solenergi vid LNETI, vilket idag sysselsätter ca 20 personer. Ordförande i portugisiska solenergiorganisationen SPES.

Joao A. Farinha Mendes. Forskar om CPC vacuumrör i samarbete med tyska forskare.

Maria J. Carvalho. Forskar om solvärmeystem. Tidigare arbeten handlar bl. a. om trunkering av CPC.

5. Tack

Jag vill tacka temarådet vid högskolan i Falun/Borlänge som gjort denna resa möjlig genom att ställa kontaktmedel till förfogande. Jag vill vidare tacka Manuel Collares-Pereira för inbjudan att komma till Portugal för samtal samt de övriga vid CCE och LNETI som tog hand om mig under resan.