HANS WENNERHOLM

Solfångares kvalitet och beständighet i Sverige

R15: 1994

BYGGFORSKNINGSRÅDET

R15:1994

SOLFÅNGARES KVALITET OCH BESTÄNDIGHET I SVERIGE

Hans Wennerholm

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 901033-9 från Byggforskningsrådet till Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut, Borås.

REFERAT

Projektets syfte har varit att undersöka och dokumentera solfångarnas status i solvärmesystem med solfångare av tredje generationen. Anläggningarnas storlek har varierat, från tappvattensystem i småhus, via gruppcentraler i flerbostadshus, till solvärmesystem kopplade till säsongslager eller fjärrvärmenät. Anläggningarna har geografisk spridning över hela det solvärmeaktiva Sverige (söder om en linje Östersund - Sollefteå), med skiftande miljöer som industri-, stads-, lant- och havsatmosfär.

Femtio solvärmesystem med mer än 3000 solfångare har besiktigats under våren 1992 med avseende på komponenten solfångare. Rapporten redovisar skador och problem som observerats. Grunderna för kvalitetssäkring diskuteras för tillämpning på solfångartillverkning. Komprimerade tekniska beskrivningar redovisas för 20 solfångartyper vilka varit föremål för undersökningarna.

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

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblekt papper.

R15:1994

ISBN 91-540-5638-1
Byggforskningsrådet, Stockholm

gotab 10914, Stockholm 1994

Innehållsförteckning

Sammanfattning

Femtio solvärmesystem med mer än 3000 solfångare har besiktigats under våren 1992 med avseende på komponenten solfångare. Anläggningarna är spridda över hela det solvärmeaktiva Sverige, med skiftande miljöer som industri-, stads-, lant- och havsatmosfär. Anläggningarnas storlek har varierat från tappvattensystem i småhus, via gruppcentraler i flerbostadshus till system kopplade till säsongslager eller fjärrvärmenät.

Rapporten redovisar skador och problem som observerats. Grunderna för kvalitetssäkring diskuteras för tillämpning på solfångartillverkning. Komprimerade tekniska beskrivningar redovisas för 20 solfångartyper vilka varit föremål för undersökningarna.

Jämfört med SPs tidigare besiktningar 1979 [1], 1980 [80], 1983 [3] och 1986 [4] har utvecklingen vad gäller konstruktion och materialval gått framåt, beträffande vissa solfångarkomponenter. Absorbatorer inklusive röranslutningar är inget stort problem. Isolermaterial orsakar inte samma "outgassingproblem" som tidigare. Utformningen av lådor och höljen är vanligen utmärkt. Glasfiberarmerad polyester (GRP) som täckskivematerial har i stort sett försvunnit från marknaden eftersom det var förknippat med en del problem. I stället har polymetylmetakrylat (PMMA) kommit som visar nya problem. Vandalism, som glaskrossning, är en realitet att ta hänsyn till. Konvektionshinder av FEP-film går sönder p g a mekaniska skador vid montering eller drift. Men FEP-materialet genomgår inga åldringsförändringar av betydelse. Gummilister av EPDM krymper och går av, om tillverkarens gummiblandning är olämplig. Solfångarinstallationerna är inte alltid diskreta eller eleganta.

Erfarenheterna från en produkts uppförande hos användarna, och från inträffade skadefall, måste utnyttjas vid konstruktion och materialval. Detta ställer krav på att informationen mellan användarsidan och företagens utvecklingsavdelningar fungerar. Det är viktigt att hela informationskedjan kund-marknad-service-utveckling fungerar i båda riktningarna. Kvalitetssäkring och certifiering är ett effektivt sätt för en tillverkare att övertyga marknaden om förmågan att åstadkomma rätt kvalitet. SPs eget certfieringssystem, P-märkningssystemet har utvecklats i nära samarbete med den svenska solvärmebranschen till att även omfatta termiska solfångare. Begreppet kvalitet är inte längre enbart knutet till teknik och produkter, som t ex mätdon och kassation. Idag omfattas även kundservice, marknadsföring och delegering av ansvar inom företaget. P-märkningssystemets integrerade synsätt på kvalitet innebär att kravet på varje tillverkare sträcker sig ända ut till den siste aktören i leverantörsledet. Kvalitetssystemstandarder har inget värde i sig, utan det är företagens arbete med kvalitetsförbättringar som har betydelse - och det är ett arbete som aldrig blir färdigt.

1 Inledning

1.1 Historia

Sedan urminnes tider har människan känt till att föremål utsatta för solljus kan uppvärmas relativt mycket, uppemot 60°C utan extra åtgärder. Denna effekt har använts i otaliga sammanhang - för torkning av hudar, mat, frukt, växter m m. Gränsen för uppvärmningen sätts när värmeförlusterna från det upphettade föremålet blir lika med effekten av den infallande solinstrålningen.

Den första dokumenterade användningen av *den plana termiska solfångarens princip* härstammar från 1760-talet och nedtecknades av Saussure i Geneve. Principen säger att en solbelyst yta får en kraftigare uppvärmning om den skyddas av en glasning.

År 1767 genomförde Saussosse, också han i Schweiz, försök att med hjälp av en glasning minska värmeförlusterna, och med olika arrangemang lyckades han uppnå temperaturer nära 160 °C. År 1834 använde sig Herschel av solstrålning för att "koka ägg, frukt, kött osv - allt kunde tillagas på ett strålande sätt".

Ett av de första patenten för varmvattenberedning med hjälp av solenergi gavs till amerikanen Nichols år 1908 (se figur 1). Våra dagars solfångare för varmvattenberedning har liknande utseende (se figur 2 och 3)

1.2 Introduktionen av solvärme i Sverige

Efter oljekrisen 1973/74 ökade intresset för alternativa energikällor över hela världen. Solvärme väckte entusiasm hos många, bl a politiker, beslutsfattare och forskare. Tekniken att omvandla solstrålning till termisk energi föreföll tämligen enkel och okomplicerad. Tillverkarna på 1970-talet utnyttjade konstruktionslösningar, komponenter och material som tagits fram för den traditionella VVS-tekniken. Detta är naturligt, praktiskt och ekonomiskt för en teknik som befinner sig i ett skede av begynnande utveckling. Men brister och ofullkomligheter hos VVS-komponenter som inte betyder så mycket i konventionella värmeanläggningar, exponerades skoningslöst i solvärmeanläggningarna. En solvärmeanläggning kräver en annorlunda projekteringsmetodik jämfört med konventionell VVS-projektering. Detta beror på att den jämfört med andra värmeproduktionssystem karakteriseras av att:

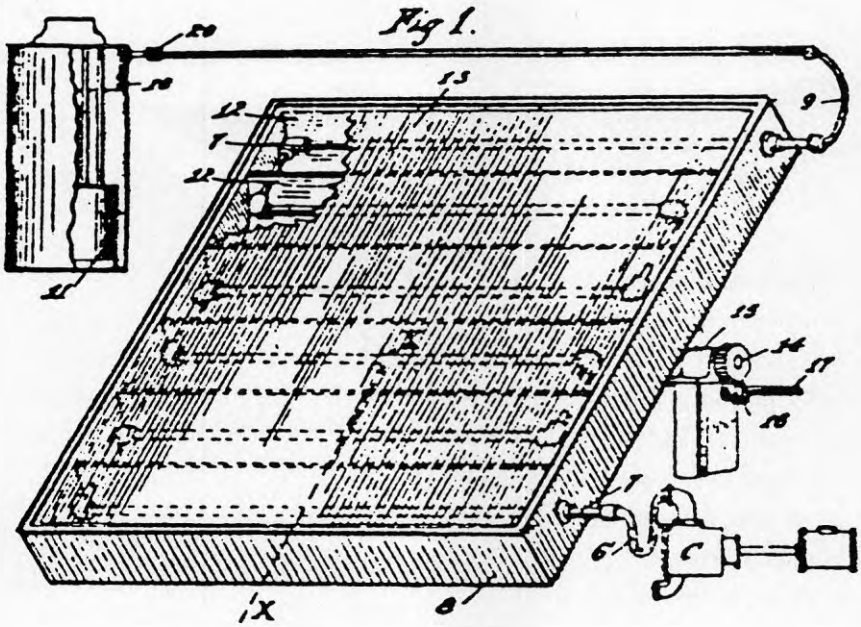
- värmekällan (solinstrålningen) har låg effektintensitet
- värmealstringen är beroende av temperaturerna i systemet
- värmet alstras vid en temperaturnivå som ligger nära undre gränsen för användbarhet.

En solvärmeanläggning dimensioneras inte som normalt efter värmeeffekten, utan efter den värmemängd den ska avge. Värmekostnaden domineras dessutom helt av kapitalkostnaden [25].

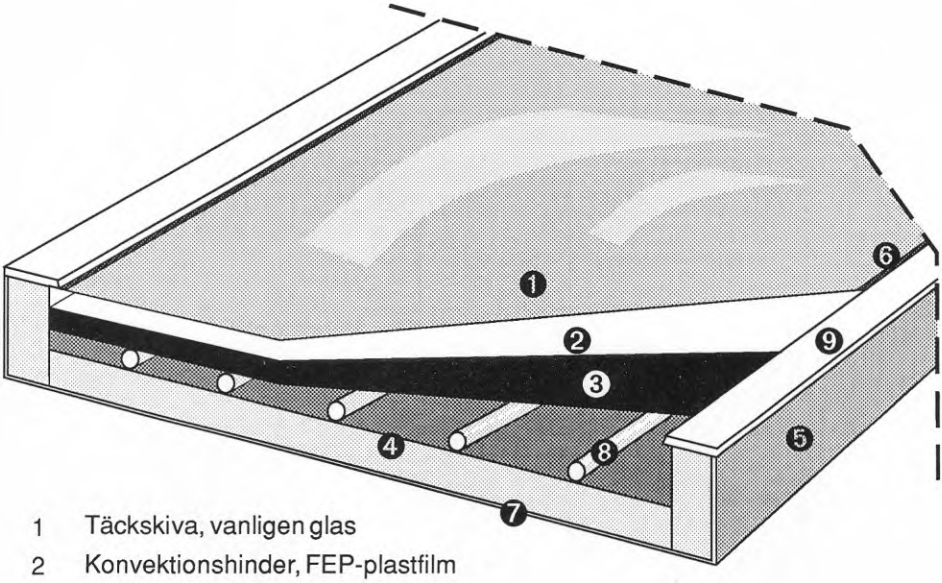
Sverige importerade till en början komponenter och idéer för solvärmesystem, men efterhand upptäcktes att det svenska klimatet ställde speciella krav beträffande funktion, hållbarhet och tillförlitlighet. Problem uppstod p g a korrosion och annat

materialsönderfall, och systemlösningarna var inte anpassade för våra tillämpningar, årstider och klimatfaktorer. De första solvärmehusen hade ofta ett speciellt utseende, t ex mycket branta tak, samtidigt som systemen kunde vara komplicerade. Ett antal mindre lyckade experimentbyggnadsprojekt byggda kring 1980 fick stor publicitet och därmed fick hela branschen dåligt rykte.

I Sverige har flera olika typer av solfångare provats och idag har den plana solfångaren den bästa relationen mellan kostnad och prestanda. Kring denna grundkonstruktion har sedan flera tillverkare utvecklat olika varianter med hänsyn till vårt klimat. Denna plana solfångartyp är oöm, relativt enkel att installera, kräver litet underhåll och har en teknisk livslängd som är ekonomiskt intressant.

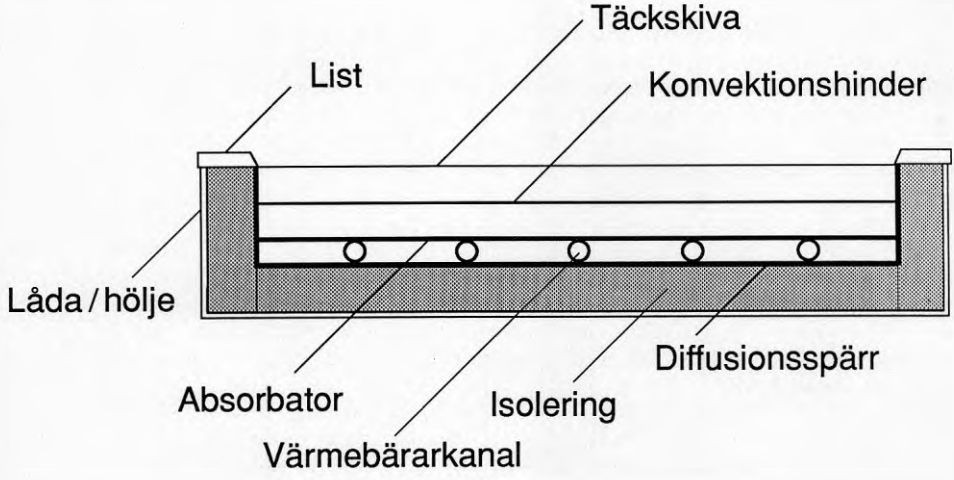


Figur 1. Solfångare enligt Nichols (patent 1908).



1 Täckskiva, vanligen glas
2 Konvektionshinder, FEP-plastfilm
3 Absorbator
4 Isolering med diffusionsspärrskikt
5 Ramverk, vanligen aluminium
6 Tätningslist, vanligen EPDM-gummi
7 Bakstycke, vanligen aluminiumplåt
8 Värmebärarkanal
9 Metallist, vanligen aluminium

Figur 2. Sprängskiss av solfångare.



Figur 3. Solfångare i genomskärning.

2 Projektets bakgrund och syfte

Sedan 1975 har staten via olika organ initierat och finansierat projekt för forskning och utveckling inom solvärmeområdet. Under åttiotalet medförde det statliga investeringsstödet att det uppstod en viss marknad för solvärme. Sedan 1991 ges åter statligt investeringsstöd och idag uppgår det till 35%. Av den totala solfångarytan i Sverige, uppemot 100 000 m^2, utgörs ca en fjärdedel av experimentbyggnadsanläggningar, där nya konstruktionslösningar och material prövas och utvärderas.

Idag finns teknik och kunnande för att på allvar utnyttja solen som energikälla. Tekniknivån för solvärmesystem har höjts på senare år vad gäller prestanda, systemlösningar och teknisk livslängd. Men något revolutionerande beträffande komponenten solfångare har inte hänt sedan introduktionen på 70-talet. Komponenter och material är ungefär desamma idag. De största innovationerna är utnyttjandet av enklare former av transparenta isoleringar, nämligen vakuum och konvektionshinder.

Att solfångare av första och andra generationen hade brister beträffande hållbarhet, tillförlitlighet och materialbeständighet framgår bl a av de besiktningsrapporter som SP publicerade 1979 [1], 1980 [2], 1983 [3] och 1986 [4]. Men hur ser situationen ut idag? Är det realistiskt att tala om tekniska livslängder för solfångare på 30-50 år, vilket förekommer i olika sammanhang? Det är ännu inte visat att det förhåller sig så, i svenskt klimat.

Projektets syfte har varit att undersöka och dokumentera solfångarnas status i solvärmesystem med solfångare av tredje generationen. Anläggningarnas storlek har varierat, från tappvattensystem i småhus, via gruppcentraler i flerbostadshus, till solvärmesystem kopplade till säsongslager eller fjärrvärmenät. Anläggningarna har geografisk spridning över hela det solvärmeaktiva Sverige (söder om en linje Östersund - Sollefteå), med skiftande miljöer som industri-, stads-, lant- och havsatmosfär.

Speciell uppmärksamhet har ägnats åt anläggningar belägna i Kungälvs närhet, och områden med ungefär samma klimat och miljö. Orsaken är de diskussioner som förs om en framtida större solvärmeanläggning i Kungälv. Bland besiktigade anläggningar som har intresse i detta sammanhang är Fjärås (anläggning nr 2), Åsa (3, 4), Särö (5), Kullavik (6), Högsbohöjd (7), Svalebo (8), Vessigebro (9), Falkenberg (10), Klitterbadet (11), Hamburgsund (21, 22, 23, 24), Hällevadsholm (25), Tjörn (26) m fl.

3 SPs engagemang på solvärmeområdet

3.1 Statligt stöd och SPs solfångarprovningar

SP har sedan 1978 utfört två kategorier laboratorieprovningar på solfångare, alla med vatten som värmebärare. Dessa provningar utförs vanligen enligt fastlagda metoder, ofta standardiserade och internationellt accepterade. Resultaten från en av dessa provningskategorier ligger till grund för egenskapsredovisning av solfångartyper. En annan provningskategori är provningar av solfångartyper under utveckling, där även mer speciella metoder kan användas om uppdragsgivaren så önskar.

Staten har sedan 1975 lämnat ekonomiskt stöd till solvärmeområdet, via kanaler som t ex STU, STEV, BFR, NUTEK och Boverket. Stödet har gällt forskning, utveckling, provning, teknisk utvärdering, experimentbyggnadsanläggningar, investeringsbidrag m m. En förutsättning för investeringsbidrag har nästan alltid varit att aktuell solfångartyp har egenskapsredovisats enligt SPs metoder.

En solfångares termiska prestanda mäts nästan alltid på en spritt ny solfångare under ideala och kontrollerade laboratorieförhållanden. Det är dessa resultat som presenteras av tillverkare och projektörer och mestadels även av SP. I verkligheten påverkas dock effektverkningsgraden av en rad faktorer som exempelvis installation, driftsätt, brukarvanor, vindförhållanden, försmutsning, kondens, fukt, långsamt materialsönderfall m m.

3.2 Tidigare besiktningar utförda av SP

Alltsedan introduktionen av solvärme i Sverige har SP aktivt medverkat på områden som provning, teknisk utveckling, rådgivning, nationell och internationell standardisering m m. På uppdrag från STU och BFR har SP genomfört landsomfattande besiktningar av komponenten solfångare, vars resultat finns publicerade i rapporter från åren 1979 [1], 1980 [2], 1983 [3] och 1986 [4]. Avsikten med dessa besiktningar har varit att få en samlad bild av solfångarnas status vid aktuell tidpunkt, med tonvikt på hållbarhet, tillförlitlighet och beständighet. Målgrupp för besiktningsresultaten är och har varit konstruktörer, produktutvecklare, tillverkare, forskare, statliga beslutsfattare, politiker, intresserad allmänhet m fl. Eftersom användningen av termiska solfångare i svenskt klimat är en ny företeelse, är fälterfarenheter och skadeinformation den kanske viktigaste informationskällan i praktiken, som ofta *tvingar* till förändringar i konstruktion och materialval.

I underlaget för BFRs programplaner genom åren har bl a följande insatser föreslagits [18]:

- kartläggning av användbara materials egenskaper, speciellt studier av miljöpåverkan
- uppföljning av befintliga solvärmesystem, speciellt med tanke på solfångarens hållbarhet
- studier av solfångares skötsel- och underhållsbehov
- typgodkännande, garanti- och konsumentfrågor

- studier av solfångares inverkan på byggnadskonstruktionen (fuktproblem, köldbryggor m m)
- studier av problem med fukt i solfångarkonstruktionen (optimering av ventilation/prestanda)
- studium av klimatfaktorernas inverkan på olika material
- undersökning av kombinationer av luftföroreningar, UV-ljus, höga temperaturer, fukt och deras inverkan på material
- studier av dammavsättning inne i solfångare
- uppföljning av erfarenheter från befintliga system

Utvecklingen av en ny teknologi och en ny anläggningstyp för energiförsörjning, karakteriseras av en dynamik där många ting är föremål för ändringar, såväl komponenter, system och reglersystem. Det är svårt att vid en given tidpunkt få en precis bild av anläggningens utseende och sätt att fungera. Enskilda systems tillförlitlighetsvärden genomgår hela tiden förändringar. Dynamiken i utvecklingsskedet kompliceras ytterligare av degraderingsmekanismer som kanske framförallt påverkar solfångarna. Vid skilda klimat och driftfall kan detta ge upphov till svårtolkade balanser mellan tillgänglighet och verkningsgrad. Underhållsproblemen är av flera slag.

3.3 Erfarenhetsåterföring

Erfarenheterna från en produkts uppförande hos användarna, och från inträffade skadefall, måste utnyttjas vid konstruktion och materialval. Detta ställer krav på att informationen mellan användarsidan och företagens utvecklingsavdelningar fungerar. Det klagas ofta på det hållet över att man får veta för litet om hur en viss produkt eller ett visst material utfallit hos kunderna. Det händer till och med att dessa inte rapporterar uppkomna fel, utan föredrar att leva med skadan eller reparera den själva. Men det kan då göras på ett för produktens funktion och hållfasthet olämpligt sätt, och kan bädda för nya skador, som helt oförskyllt inverkar negativt på tillverkarens renommé. Det är alltså viktigt, att hela informationskedjan kund-marknad-service-utveckling fungerar i båda riktningarna.

3.4 Kvalitetssäkring

I vardagsspråket är *kvalitet* vanligen ett värdeladdat begrepp med positiv klang. Med kvalitet avser man i regel de sammantagna egenskaperna hos en produkt - vara eller tjänst - som ger produkten dess förmåga att tillfredsställa kundens uttalade eller underförstådda behov. Bland motiven för installation av solvärmesystem finns kvalitetsrelaterade föreställningar som t ex:

- Solvärmen är gratis.
- Solvärmen är den renaste av alla energikällor.

- Fossila bränslen kommer snart att belastas med den fulla kostnaden av sina negativa miljöeffekter.
- Solfångare håller i mer än tjugo år.
- Solvärmen kan stå för hälften av Sveriges värmebehov, d v s en fjärdedel av hela energibehovet.

Solenergitekniken betraktas fortfarande med skepsis. Försäljningen av solvärmeanläggningar är låg relativt sett (men på uppåtgående). Det finns ett köpmotstånd som har flera orsaker, t ex:

- De mindre lyckade experimentbyggnadsprojekten som byggdes under slutet av 1970-talet och början av 1980-talet, och som fick stor publicitet.
- Kostnadsnivån är hög i jämförelse med andra mer gynnade energislag.
- Den teknikutveckling som ägt rum under åttiotalet är inte allmänt känd.
- Det saknas ofta kompetens hos tänkbara kunder, dels att utvärdera en solvärmeinstallation i samband med köp, dels att driva anläggningen.
- Merparten av totalkostnaden faller på anläggningsinvesteringen, medan driftskostnaderna är försumbara.
- I Sverige finns av tradition ett intresse för storskalig energiproduktion (vattenkraft, kärnkraft, fjärrvärme), vilket inte finns i samma utsträckning i många andra länder, t ex Danmark.

Det enklaste sättet att övertyga en kund brukar ju vara att lova att man skall leverera vad som önskas. Mer bindande blir det om detta beseglas genom kontrakt, och ännu mera om leverantören kan redovisa en namngiven ansvarig person, med övertygande referenser, som skall svara för att leveransen sker enligt vad som överenskommits beträffande pris, tidpunkt, prestanda, kvalitetsnivå m m.

Mest övertygande borde vara att leverantören deklarerar att han har ett internt system - *kvalitetssystem* - för att styra tillverkningen mot uppställda mål, och att i förväg erbjuda kunden att få insyn i detta. Kunden skall härigenom bli övertygad om förmågan att åstadkomma rätt kvalitet. Möjligheten att fortlöpande få information om producentens egenkontroll skall också finnas. I detta sista fall talar man om *kvalitetssäkring*. Syftet med kvalitetssäkring är att skapa *förtroende*.

Kvalitetssystemstandarder finns med olika omfattning. Kraven som ingår i dessa baseras på erfarenheter från beställare och leverantörer i flera länder, förvärvade under flera decennier. Kvalitetssystemstandarder enligt ordets numera accepterade mening började komma fram under 1950-talet. Det var den amerikanska försvarsmakten som lät sammanställa krav för användning vid materielinköp. Sedan dess har många standarder utgetts som gäller allt från militära ändamål, leveranser till kärnkraftverk, elkraftöverföringsändamål och till mer generella tillämpningar.

För svenskt vidkommande har med början 1987 utgetts ett antal kvalitetssystemstandarder i serien SS-ISO 9000. Den utgör en översättning av den internationellt

accepterade ISO 9000-serien. 1987 fastställdes att ISO 9000-serien även skall gälla som Europastandard i EN 29 000- serien. Standarderna har följande rubriker:

SS-ISO 9000 Kvalitetssystemstandarder - vägledning för val och användning.

SS-ISO 9001 Kvalitetssystem - krav vid konstruktion, utveckling, produktion, installation och service.

SS-ISO 9002 Kvalitetssystem - krav vid produktion och installation.

SS-ISO 9003 Kvalitetssystem - krav vid slutkontroll och slutprovning.

SS-ISO 9004 Kvalitetssystem - allmänna riktlinjer.

SS-ISO 9001 är den mest fullständiga kvalitetsstandarden. Den täcker in alla skeden från produktutvecklingsarbete till leverans och service. SS-ISO 9002 är en förenklad upplaga av SS-ISO 9001 och omfattar inte avsnitten om utveckling och projektering. Den har också lägre krav på leverantörens kvalitetssystem.

Kvalitetssystemstandarder har inget värde i sig, utan det är företagets arbete med kvalitetsförbättringar som har betydelse. Det handlar alltså om kvalitetsutveckling, något som ISO 9000 inte påverkar i någon högre grad. Å andra sidan skall inte ISO-standarden ses som byråkratiskt pedanteri, utan som en checklista och ett verktyg i kvalitetsarbetet. I själva verket utgör ISO 9000 en modell över hur ett företag fungerar eller bör fungera. Begreppet kvalitet är inte längre enbart knutet till teknik och produkter, som t ex mätdon och kassation. Idag omfattas även kundservice, marknadsföring och delegering av ansvar och befogenheter inom företaget.

3.5 Certifiering och P-märkning

En primär angelägenhet för varje företag eller organisation är kvaliteten på dess produkter. För att lyckas måste ett företag erbjuda produkter som:

- svarar mot ett väldefinierat behov, användningsområde eller syfte
- tillfredsställer kundens förväntningar
- överensstämmer med tillämpliga standarder och specifikationer
- överensstämmer med myndighetskrav
- görs tillgängliga till konkurrenskraftiga priser
- kan tillhandahållas till sådan kostnad att vinst erhålles.

SPs eget certifieringssystem, P-märkningssystemet, har utvecklats i samarbete med den svenska solvärmebranschen till att även omfatta termiska solfångare. Bland solfångartillverkare och -leverantörer finns en vilja att möta de kvalitetsbehov som köpare och bidragsgivande organ har. SPs engagemang nationellt och internationellt inom standardiseringsområdet beträffande solfångarprovning och utvärderingsmetoder, skapar förutsättningar för att reglerna står i samklang med internationella överenskommelser och praxis [9].

Tyngdpunkten i normkraven är lagda på funktion, tillförlitlighet och hållbarhet. Inga föreskrifter finns beträffande konstruktionsutformning eller materialval. Däremot är provningsmetoderna så utformade att olämpliga konstruktionslösningar eller material gallras bort vid den inledande kontrollen. Provningsmoment som ingår i den

inledande kontrollen kan variera något beroende på solfångarens konstruktion, egenskapsprofil och funktionsprofil. De vanligast förekommande provningarna är:

- stagnationsprov
- termiskt chockprov
- provtryckning
- bestämning av termiska prestanda
- hållbarhet mot vind- och snölast
- täthet mot regn
- materialprovningar (absorbatorer, plasttäckskivor)

Provningsresultat från utländska provningsinstitutioner godtas av SP om metoderna och kraven är desamma som SPs, eller hårdare. Provningsinstitutionerna skall vara internationellt välrennomerade, helst ackrediterade.

Efter godkänd inledande kontroll vidtager en ettårig utomhusexponering under stagnation, vilken är att betrakta som en accelererad provning. Vid efterföljande utvärdering får ingen väsentlig prestandaminskning ha skett, ej heller väsentliga komponent- eller materialförändringar.

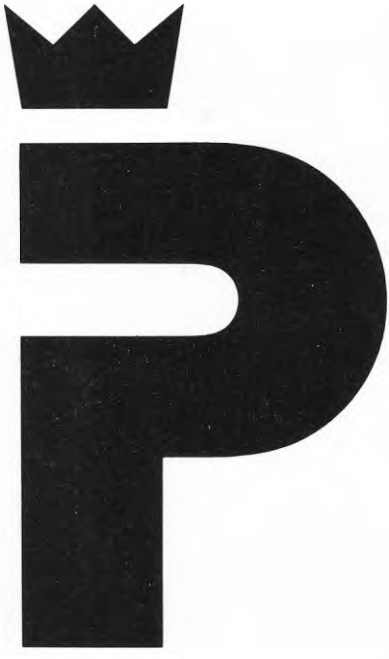
Om kraven i ovanstående provningar är uppfyllda utarbetas ett kvalitetssäkringssystem av tillverkaren i samråd med SP. Till grund ligger riktlinjerna i SS-ISO 9002. Dokument som utarbetas handlar om kvalitetsorganisation, kontrollanvisningar och kontrollplaner, hela tiden med SPs kontrollbestämmelse SPKB 1991:08 [9] som måttstock och grund. När båda parter är överens om kvalitetssäkringssystemet får solfångartypen P-märkas.

Huvuddelen av tillverkningskontrollen utförs av tillverkaren. SPs övervakande kontroll är inriktad mot att tillse att tillverkarens egenkontroll fungerar väl. SPs kontrollbesök har karaktären av kvalitetsrevisioner enligt riktlinjerna i SS-ISO 10 011-serien, "Riktlinjer för revision av kvalitetssystem". Antalet kontrollbesök per år bestäms normalt av tillverkarens tillverkningsvolym. Om antalet tillverkade m^2 solfångare per år uppgår till mindre än 200 görs ett kontrollbesök, vid 200-2000 m^2 görs två kontrollbesök o s v. Därutöver kan ytterligare besök göras om tveksamhet har uppstått om kvalitetssäkringssymets effektivitet.

Härutöver sker ett stickprovsmässigt uttag av färdiga solfångare som får genomgå inledande kontroll eller delar därav. Detta integrerade synsätt på kvalitet innebär att kravet på tillverkaren sträcker sig ända ut till den siste aktören i leverantörsledet.

Tillverkare utanför Norden övervakas i viss mån annorlunda. En kvalitetsrevision i fabrik görs före P-märkningstillstånd, men efterföljande årliga kontrollbesök förläggs huvudsakligen till importörens lager i Sverige.

Enklare solfångartyper, med mångårig framgångsrik användning utomlands (som oglasade för pooluppvärmning), kan P-märkas på mindre tid än 1 år, om den ettåriga utomhusexponeringen bedöms som obehövlig. Det krävs då dokumentation beträffande utländska erfarenheter samt att solfångartypen funnits på den svenska marknaden i ett antal år.



Figur 4. P-märket.

4 Atmosfäriska nedbrytningsprocesser

4.1 Det svenska klimatet

Förutsättningarna för utnyttjande av solenergi i Sverige är goda, trots att avståndet till ekvatorn är långt. Solinstrålningen i Sverige är omkring 1000 kWh/m^2 horisontell yta och år, vilket är drygt en tredjedel av den som faller på de mest solbelysta områdena på jorden. På ytor som kontinuerligt orienteras vinkelrätt mot solen nås i Sverige solinstrålningstätheter på omkring 2000 kWh/m^2.

Väder definieras som summan av atmosfäriska förhållanden vid en given plats en given tid. Klimat definieras som summan av väderförhållanden under en given tidsperiod för ett givet område. Med avseende på klimatiska förhållanden indelas jorden i tempererade, tropiska och arktiska områden. Tropiska förhållanden kan i sin tur indelas i torra och fuktiga områden. Med avseende på lokala atmosfäriska förhållanden görs vanligen en uppdelning i havsklimat, industriklimat, stadsklimat och lantklimat.

Helt naturligt varierar solfångares livslängd, bl a beroende på geografiskt läge och klimattyp. Bland de högindustrialiserade länderna är det väsentligen endast våra nordiska grannar, Kanada och i viss mån f d Sovjetunionen som har ett klimat liknande vårt. Detta klimat kännetecknas av bl a stora temperatur- och luftfuktighetsvariationer, vilket utsätter solfångarna för hårda atmosfäriska nedbrytningsprocesser. S k normala nordiska klimatförhållanden kännetecknas av att den kallaste månaden har en medeltemperatur under 0 °C och den varmaste strax över 10 °C. Utomhus är den relativa luftfuktigheten i Sverige över 60% under nästan hela året.

4.2 Miljöindelning

Korrosion och annan nedbrytning av konstruktionsmaterial för utomhusbruk, är ofta komplicerade processer som påverkas av en rad faktorer. Dessa kan indelas i:

- meteorologiska faktorer; t ex temperatur, relativ fuktighet, våttid och vindhastighet
- atmosfäriska faktorer; t ex luftföroreningar, såsom svaveldioxid och kväveoxider, klorider och fasta partiklar.

Utgående från sådana faktorer har man byggt upp olika miljöklassificeringssystem. Det officiella svenska systemet återfinns i Statens Stålbyggnadskommités Rostskyddsnorm StBK-N4.

Tabell 1
Miljöklasser enligt StBK-N4

Miljö-klass	Aggressivitet	Miljöexempel
M0	Ingen	Inomhus i torr luft, t ex uppvärmd lokal.
M1	Obetydlig	Inomhus i luft med växlande temperatur och fuktighet samt obetydliga halter av luftföroreningar, t ex i ej uppvärmd lokal.
M2	Måttlig	Inomhus vid måttlig fuktpåverkan och måttliga halter luftföroreningar. Utomhus i inlandet i luft med låga halter luftföroreningar, t ex område utanför större tätort.
M3	Stor	Utomhus i luft med förhöjda halter aggressiva luftföroreningar, t ex i större tätort eller industriområde. Över hav eller i närheten av kust, dock inte i zon med saltvattenstänk.
M4A	Mycket stor	Inomhus vid ständigt mycket hög luftfuktighet eller ständig kondens. I salt- eller sötvatten eller i jord.
M4B	Mycket stor	Inomhus eller utomhus i industriområde med höga halter aggressiva luftföroreningar, t ex vissa kemiska industrier som cellulosaindustrier, raffinaderier eller konstgödselfabriker.

I denna rapport använda miljöbeteckningar definieras enligt följande:

- *Industriatmosfär*. Huvudsaklig korrosionshöjande faktor är luftföroreningar, t ex svaveldioxid, svavelväte och kväveoxider.

- *Normal industriatmosfär* avser områden med icke speciellt korrosiv miljö.

- *Svår industriatmosfär* avser områden i närheten av speciellt korrosiv miljö, t ex cellulosaindustri.

- *Stadsatmosfär*. Huvudsaklig korrosionshöjande faktor är svaveldioxid och kväveoxider. För kuststäder kan klorider tillkomma, varvid man får miljö av typ stads-havsatmosfär (givetvis kan de olika miljötyperna kombineras). Stadsatmosfär avser större tätorter.

- *Lantatmosfär*. Utomhus i inlandet i luft med låga halter av luftföroreningar.

- *Havsatmosfär*. Över och i närheten av hav, huvudsaklig korrosionshöjande faktor är klorider i form av saltvattenstänk eller luftburna partiklar. Viss påverkan kan ske på avsevärt avstånd från kusten, men påverkan avtar med avståndet.

  Havsatmosfär utan saltvattenstänk, avser områden på så långt avstånd från strandkanten att stänk aldrig direkt träffar objekten. Avståndet beror på olika faktorer, exempelvis platsens topografi, och kan röra sig om ett par hundra meter.

  Havsatmosfär med saltvattenstänk avser en zon så nära strandkant att stänk i större omfattning träffar objekten, avstånd 50-100 meter kan vara aktuella. Liknande miljö gäller fartygsdäck.

Ett internationellt klassificeringssystem för atmosfärens korrosivitet finns i standarden SS-ISO 1456. En jämförelse av de olika miljöklassificeringssystemen görs i tabell 2 där ovan angivna miljöbeteckningar används som utgångspunkt för jämförelsen.

Tabell 2
Miljöklassificering av olika miljöer

Miljöbeteckning	StBK-N4	SS-ISO 1456
Industriatmosfär		
svår	M4B	4
normal	M3	
Stadsatmosfär	M3	4
Lantatmosfär	M2	3
Havsatmosfär		
med saltstänk	M4A	
utan saltstänk	M3	4

5 Resultat från besiktningar 1992

5.1 Typer av solvärmesystem

Besiktigade anläggningar har varit villasystem, system för flerbostadshus, badanläggningar, system med korttidslager, system med säsongslager och system anslutna till fjärrvärmenät. Systemens storlek har varierat i storlek från 5 till 7500 m^2 solfångaryta.

5.2 Solfångartyper och fabrikat

Antal solfångartyper som ingått i undersökningen är 20. Komprimerade tekniska beskrivningar finns i bilaga 2. Solfångartyper som har omfattats av undersökningen finns i tabell 3.

Tabell 3

Fabrikat / typ	Förkortning	Tekniska data, se bilaga nr
Bolin VTS 15	VTS	2:1
Electra / Solarec	Elec	2:2
Gotherm C2	C2	2:3
Gotherm C2S	C2S	2:3
Gränges	Grä	
JOCO	JOC	2:4
Lesol-1	Le1	
Lesol-2	Le2	2:5
Lesol-3	Le3	2:6
Lordan	Lor	2:7
Nyby	Nyb	2:8
Solerg A2	A2	2:9
Solsam HT2	HT2	2:10
Solsam LGB-1 (Maxorb)	LGB	2:11
Sunflex	Sflx	
Sun Star 90 Aqua	S90	2:12
Sun Star 91 Aqua P	S91	2:13
TeknoTerm HT	HT	2:14
TeknoTerm IT	IT	2:15
TeknoTerm ST	ST	2:16

5.3 Besiktigade anläggningar i tabellform

Tabell 4

(angående ISO 1456, se avsnitt 4.2 "Miljöindelning)

Nr	Anläggning	Miljö-klass enligt ISO 1456	Start-år	Solfångartyp	Antal	Total area
1	Skövdebadet	4	1980	Electra/Solarec	250	455
2	Fjärås etapp 2 Fjärås etapp 3 Fjärås etapp 4	3	1982 1990 91/92	Scand. Solar IT TeknoTerm IT TeknoTerm IT		420 700 360
3	Åsa etapp 1	3	1985	TeknoTerm IT		130
4	Åsa etapp 3	3	1992	TeknoTerm IT		310
5	Särö etapp 1	3	1989	TeknoTerm IT		725
6	Kullavik etapp 2 Kullavik etapp 4	3	1983 1988	TeknoTerm IT TeknoTerm IT		310 700
7	Högsbohöjd	4	1982	Lordan	106	197
8	Svalebo	4	1980	JOCO	28	65
9	Vessigebro	3	1986	TeknoTerm HT	10	125
10	Falkenberg	4	1989	TeknoTerm HT	440	5500
11	Klitterbadet, Falkenberg	4	1987	TeknoTerm HT	12	150
12	Uttervägen, Falkenberg	4	1987	TeknoTerm ST	3	7.5
13	Kärleken, Halmstad	4	1987	TeknoTerm ST	2	5
14	Ronneby Brunn	4	1987	Solerg A2	30	55
15	Kvarngården, Växjö	3	1984	TeknoTerm IT	53	
16	Torsås, Växjö	3	1987	Solsam HT2	42	260
17	Ingelstad Ib Ingelstad Ic-Ib	3	1984 1988	TeknoTerm HT TeknoTerm HT	114 80	1425 1000
18	Nöbbele 1 Nöbbele 2	3	1987 1989	Solsam HT2 Solsam HT2	12 28	
19	Göteborg	4	1989	Gotherm C2S	9	
20	Stora Wrem	3	1988	TeknoTerm ST	6	15
21	JE Hakeröd, Hamburgsund	4	1988	TeknoTerm ST	2	5
22	E Johansson, Hamburgsund	4	1988	TeknoTerm ST	4	10
23	L Johansson, Hamburgsund	4	1988	TeknoTerm ST	3	7.5
24	G Johansson, Hamburgsund	4	1987	TeknoTerm ST	3	7.5
25	Hällevadsholm	3	1990	TeknoTerm ST	4	10
26	Tjörn	4	1990	Lesol-3	4	
27	Ödsmål	3	1991	Lesol-3	4	10.4
28	Lilla Edet	3	1990	Lesol-3	5	13
29	Lilla Edet	3	1989	TeknoTerm ST	2	5
30	Älvängen	3	1988	Lesol	5	13

31	Alafors	3	1989	TeknoTerm ST	5	12.5
32	Floda	3	1988	Lesol-2	8	10.2
33	Odensbacken	3	1991	Solsam LGB		932
34	Säter	3	1992	Solsam LGB		1250
35	Malung	3	1987	Wilson/Solsam LGB		600
36	Torvalla	3	1983	Gränges Al	160	1789
37	Sollefteå	4	1985	Gotherm C2	12	8
38	Strinne	3	1985	TeknoTerm ST	8	20
39	Sundsvall	4		Gotherm C2S	8	5.3
40	Björklinge	3	stagna-tion	Sunflex	32	
41	Lyckebo	3	1983	TeknoTerm HT	360	4320
42	Almunge	3	1985	SunStar 90 Aqua	6	8
43	Järfälla	4	1983	Bolin	4	7.7
44	Sollentuna	4	1985	Bolin VTS 15A	5	10
45	Polackstorp	3	1986	SunStar 91 Aqua	36	108
46	Rotebro	4	1989	Sunflex	8	
47	Lidingö	4	1986	Bolin VTS 12	5	10
48	Nykvarn I	3	1985	Scand. Solar HT	320	4000
49	Nykvarn II	3	1991	TeknoTerm HT	280	3500
50	Parkenbadet, Eskilstuna	4	1980	Nyby B-2-1-30	384	360

5.4 Besiktningsresultat från 50 anläggningar

I tabellerna 5 till 11 ges besiktningsresultaten i koncentrat, från de 50 anläggningarna och deras mer än 3 000 solfångare. Mer utförliga systembeskrivningar och iakttagelser ges i bilaga 1:1-50.

Tabell 5

Solfångare	Elec	IT	IT	IT	IT	IT	Lor	JOC
Antal eller area	250	1480 m^2	130 m^2	310 m^2	725 m^2	800 m^2	106	28
Anläggning, nr	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
Anläggning, förkortning	Skö	Fjär	Ås1	Ås3	Särö	Kull	Hög	Sval
Täckskiva								
omfattande kondens	JA	nej	nej	nej	JA	nej	JA	JA
anmärkningsvärt mkt smuts	nej	nej	nej	4:1	nej	nej	sot	sot
sprickor	JA	JA	nej	JA	5:1	JA	7:1	JA
åldring, gulning (plastskivor)	-	nej	nej	nej	nej	6:1	JA	JA!
outgassing på insidan	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
annat problem	nej	2:1	nej	4:2	5:2	6:2	nej	8:1
Lister av metall								
korrosionsprodukter, rost	JA	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
fästelement rostiga eller loss	JA	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
annat problem	1:1	2:2	nej	4:3	5:3	nej	7:2	nej
Lister av gummi								
krympt	JA	nej	nej	nej	nej	nej	JA	-
gått av	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej	-
lossnat, släppt	nej	nej	nej	nej	nej	nej	JA	-
fästelement rostiga eller loss	1:2	nej	nej	nej	nej	nej	-	-

4:1 Färgstänk från sprutmålning av huset.
5:1 Ett fåtal sprickor.
7:1 Ca 10 glastäckskivor är utbytta mot skivor av plast, som gulnat ordentligt. Fortfarande 5 trasiga glastäckskivor, förmodligen p g a stenkastning.
6:1 Gamla täckskivor "mjölkiga" (gäller "vinkelhuset").
2:1 Vissa täckskivor har krupit ur gummilisterna på sidorna. Ibland är det ingen överlappning mellan intilliggande täckskivor. "Sprickrosor" i plasten där täcklisterna slutar p g a vassa hörn. Regnvatten läcker in och rinner på absorbatorerna.
4:2 Regnvatten läcker in och rinner på absorbatorerna.
5:2 Vid tillfällen då kondens bildas droppar den ner på Teflon-filmen och rinner ända nederst, och ut i takrännan. Några täckskivor har krupit ur sina gummilister.
6:2 På "vinkelhuset" är översta täckskivan i varje solfångare en kapad kort bit, som ofta är avbruten eller helt enkelt har blåst bort. Därmed är det öppet för nederbörd att komma in upptill och sedan rinna nedåt på absorbatorerna. I huset intill har samma korta bitar deformerats av värme. Luften är ju varmast längst upp i solfångarna och vid eventuell stagnation kan det bli mycket varmt.
8:1 Några solfångare har väldigt mycket kondens (läckage?). I sådana har man satt en rörstump upptill genom täckskivan ("skorsten") för att ventilera bort fukten.
1:1 Målade och förzinkade lister väldigt olika angripna. Målarfärgen har varit mer skyddande i vissa fall
2:2 Listernas vassa hörn orsakar "sprickrosor" i plasttäckskivorna.
4:3 Listernas vassa hörn orsakar "sprickrosor" i plasttäckskivorna.
5:3 Åtminstone en list har lossnat.
7:2 Färgen börjar flagna.

annat problem	[1:3]	nej	nej	nej	nej	nej	nej	-
Konvektionshinder								
smetar mot täckskivan	-	-	-	-	JA	-	-	-
smetar mot absorbatorn	-	-	-	-	JA	-	-	-
brustit initialt vid kant	-	-	-	-	nej	-	-	-
brustit långt från kant	-	-	-	-	1	-	-	-
annat problem	-	-	-	-	[5:4]	-	-	-
Absorbator								
korrosion	nej	JA	JA	JA	[5:5]	JA	nej	nej
avlagringar, damm, smuts	[1:4]	JA	JA	JA	nej	JA	nej	nej
missfärgn., blekning, flagning	[1:5]	JA	nej	nej	nej	JA	nej	nej
läckage	JA?	nej	nej	nej	nej	nej	nej	JA?
annat problem	[1:6]	nej	nej	nej	[5:6]	[6:3]	nej	nej
Isolering								
synlig genom täckskiva	nej	nej	nej	nej	nej	JA	nej	nej
bränd, missfärgad	-	-	-	-	-	nej	-	-
outgassing från	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
annat problem	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
Aluminiumfolie								
trasig	-	-	-	-	-	-	JA	-
annat problem	-	-	-	-	-	-	nej	-
Låda / hölje								
korrosion	nej	-	-	-	-	-	nej	nej
avflagning ytbeläggning	nej	-	-	-	-	-	nej	-
annat problem	nej	-	-	-	-	-	nej	nej
Övrigt	[1:7]	-	-	-	-	-	[7:3]	[8:2]

[1:2] I stort sett alla skruvskallar är rostiga.

[1:3] Mossa växer på listerna här och där. Vissa gummilister nertill har helt eller delvis krupit ur kantplåten. På grund av åldring är listerna gråvita och hårda.

[5:4] Rinnmärken på Teflon-filmer av kondens och regnvatten.

[5:5] Vita prickar av korrosionsprodukter; aluminiumhydroxid.

[1:4] Nertill har i vissa fall damm och smuts blåst in där samlingsrören går ut/in genom lådan.

[1:5] I vissa fall har färgen flagnat något på en del flänsar, varvid aluminium frilagts och en del vit aluminiumhydroxid har bildats. Men anmärkning på endast 5 av 250 solfångare.

[1:6] Färgen på nedre samlingsröret har flagnat av i många fall.

[5:6] Ett strips är utbytt mot rakt kopparrör (läckage tidigare?).

[6:3] Mycket smuts i stripsens fördjupningar. I skarven där intilliggande täckskivor överlappar varandra, ligger den undre an mot absorbatorn och nöter.

[1:7] Omfattande skador av fåglar på kulvertarnas plastplåt och isolering.

[7:3] Fästjärnen som håller solfångarna fast till taket har börjat rosta. Isoleringen på kulvertar delvis uppäten av fåglar. Wellpappremsor utefter kanterna inuti solfångarna (syns genom täckskivan) har lossnat i vissa fall.

[8:2] Taktäckplåtarna upptill börjar rosta, speciellt i hörnen. Nederst i solfångarna ligger flagor av något material.

Tabell 6

Solfångare **Antal eller area**	HT 10	HT 440	HT 12	ST 3	ST 2	A2 30	IT 53
Anläggning, nr **Anläggning, förkortning**	**9** Vess	**10** Falk	**11** Klitt	**12** Utte	**13** Kärl	**14** Ron	**15** Kva
Täckskiva							
omfattande kondens	nej	[10:1]	nej	nej	nej	nej	nej
anmärkningsvärt mkt smuts	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
sprickor	nej	nej	nej	nej	nej	nej	JA
åldring, gulning (plastskivor)	-	-	-	-	-	-	nej
outgassing på insidan	nej	nej	nej	nej	nej	[14:1]	nej
annat problem	nej	nej	nej	nej	nej	nej	[15:1]
Lister av metall							
korrosionsprodukter, rost	-	-	-	-	-	nej	-
fästelement rostiga eller loss	-	-	-	-	-	nej	-
annat problem	-	-	-	-	-	nej	-
Lister av gummi							
krympt	nej	[10:2]	JA	nej	nej	nej	nej
gått av	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
lossnat, släppt	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
fästelement rostiga eller loss	-	-	-	-	-	nej	nej
annat problem	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
Konvektionshinder							
smetar mot täckskivan	JA	JA	JA	nej	nej	-	-
smetar mot absorbatorn	JA	JA	nej	nej	nej	-	-
brustit initialt vid kant	nej	JA	nej	JA	JA	-	-
brustit långt från kant	nej	JA	nej	nej	nej	-	-
annat problem	nej	nej	nej	nej	nej	-	-
Absorbator							
korrosion	nej	JA	nej	nej	nej	nej	JA
avlagringar, damm, smuts	nej	nej	nej	nej	nej	nej	JA
missfärgn., blekning, flagning	nej	JA	nej	nej	nej	nej	JA
läckage	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
annat problem	nej	[10:3]	nej	nej	[12:1]	nej	[15:2]

[10:1] Mer än 20% av genomskinliga arean täckt av kondens i 329 av totalt 440 solfångare.
[14:1] Gulvit beläggning, ibland bruna droppar på täckskivans insida hos några få solfångare. Solfångaren Solerg A2 har en speciell konstruktion eftersom volymen mellan absorbator och täckskiva är hermetiskt innesluten och fylld med kvävgas. Inneslutningen åstadkommes med en syntetlist som tillåter gasen att ändra volym. De enda material i inneslutningen som kan avge outgassing-produkter är syntetlisten och absorbatorns mattsvarta lack. Polyuretanisoleringen som är formsprutad direkt mot absorbatorns baksida skall teoretiskt inte kunna avge outgassing till inneslutningen.
[15:1] Envåningshuset: 1) en täckskiva sitter för högt (ingen överlappning) varför det är öppet in mot absorbatorn, 2) sprickor i några täckskivor, 3) en täckplåt vid taknocken har brutits uppåt varför det är öppet in mot absorbatorn. Tvåvåningshuset: 1) flera täckskivor har glidit isär varför det finns öppningar in mot absorbatorerna, 2) flera hela solfångare håller på att glida ner mot takrännan 3) en täckskiva har blåst bort (taket som vetter mot ån).
[10:2] Krympta lister hos 283 av totalt 440 solfångare.
[10:3] Vissa strips anmärkningsvärt ljust rödbruna, vilket tyder på att nickelpigmenteringen misslyckats.

Isolering							
synlig genom täckskiva	nej	JA	nej	nej	nej	nej	nej
bränd, missfärgad	-	JA	-	-	-	-	-
outgassing från	nej	JA	nej	nej	nej	[14:1]	nej
annat problem	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
Aluminiumfolie							
trasig	nej	JA	nej	nej	nej	-	-
annat problem	nej	nej	nej	nej	nej	-	-
Låda / hölje							
korrosion	nej	nej	nej	nej	nej	nej	-
avflagning ytbeläggning	-	-	-	-	-	nej	-
annat problem	nej	nej	nej	nej	nej	nej	-
Övrigt	-	-	-	-	-	-	-

[12:1] Repor på absorbatorn.
[15:2] Ytliga korrosionsangrepp på stripsen vid röranslutningarna (flussmedel?).

Tabell 7

Solfångare	HT2	HT	HT2	C2S	ST	ST	ST
Antal	42	194	40	9	6	2	4
Anläggning, nr	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**
Anläggning, förkortning	Tors	Inge	Nöb	Göte	Pell	Hak	EJo
Täckskiva							
omfattande kondens	nej	[17:1]	[18:1]	nej	nej	nej	nej
anmärkningsvärt mkt smuts	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
sprickor	nej	[17:2]	nej	nej	nej	nej	nej
åldring, gulning (plastskivor)	-	-	-	-	-	-	-
outgassing på insidan	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
annat problem	nej	nej	[18:2]	nej	nej	nej	nej
Lister av metall							
korrosionsprodukter, rost	nej	-	nej	nej	-	-	-
fästelement rostiga eller loss	nej	-	[18:3]	nej	-	-	-
annat problem	nej	-	nej	nej	-	-	-
Lister av gummi							
krympt	nej	[17:3]	nej	nej	nej	nej	nej
gått av	nej	[17:3]	[18:2]	nej	nej	nej	nej
lossnat, släppt	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
fästelement rostiga eller loss	nej	-	nej	nej	-	-	-
annat problem	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
Konvektionshinder							
smetar mot täckskivan	-	JA	nej	-	nej	nej	nej
smetar mot absorbatorn	-	JA	nej	-	nej	nej	nej
brustit initialt vid kant	-	JA	nej	-	JA	nej	nej
brustit stycke från kant	-	nej	nej	-	nej	[21:1]	nej
annat problem	-	nej	nej	-	nej	nej	nej
Absorbator							
korrosion	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
avlagringar, damm, smuts	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
missfärgn., blekning, flagning	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
läckage	nej	nej	[18:1]	nej	nej	nej	nej
annat problem	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
Isolering							
synlig genom täckskiva	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
bränd, missfärgad	-	-	-	-	-	-	-
outgassing från	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej

[17:1] Mer än 20% av genomskinliga arean per solfångare täckt av kondens hos 25 av totalt 194 solfångare.

[18:1] Nöbbele 1: 1) mycket kondens i en solfångare (läckage?), 2) ytterligare en solfångare med mycket kondens och dessutom en vattennivå nertill (förmodligen läckage). Nöbbele 2: mycket kondens i en solfångare.

[17:2] Ganska många täckskivor krossade p g a stenkastning från kulle intill staketets utsida.

[18:2] Nöbbele 1: Gummilisten är av i ett hörn, och därför har det uppstått en halv cm bred spalt in mot solfångaren.

[18:3] Nöbbele 1: Skruv i sidolist har lossnat och därmed också listen.

[17:3] Hos 95 av 194 solfångare har EPDM-listerna krympt eller gått av.

[21:1] Sprickan går vertikalt mitt i solfångaren från/till nederkanten.

annat problem	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
Aluminiumfolie							
trasig	nej	[17:4]	nej	nej	nej	nej	nej
annat problem	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
Låda / hölje							
korrosion	-	nej	-	nej	nej	nej	nej
avflagning ytbeläggning	-	-	-	nej	-	-	-
annat problem	-	nej	-	nej	nej	nej	nej
Övrigt	-	-	-	-	-	[21:2]	[22:1]

[17:4] I 67 av 194 solfångare är aluminiumfolien trasig.
[21:2] Isoleringen på rör till/från solfångarna är angripen av fåglar.
[22:1] Isoleringen på rör till/från solfångarna har delvis smält.

Tabell 8

Solfångare **Antal**	ST 3	ST 3	ST 4	Le3 4	Le3 4	Le3 5	ST 2
Anläggning, nr **Anläggning, förkortning**	**23** LJo	**24** GJo	**25** TJo	**26** Tjör	**27** Öds	**28** LEd	**29** LiE
Täckskiva							
omfattande kondens	nej	[24:1]	nej	nej	nej	nej	nej
anmärkningsvärt mkt smuts	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
sprickor	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
åldring, gulning (plastskivor)	-	-	-	-	-	-	-
outgassing på insidan	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
annat problem	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
Lister av metall							
rost	-	-	-	nej	nej	nej	-
fästelement loss eller borta	-	-	-	JA	nej	nej	-
annat problem	-	-	-	nej	nej	nej	-
Lister av gummi							
krympt	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
gått av	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
lossnat, släppt	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
fästelement loss eller borta	-	-	-	nej	nej	nej	-
annat problem	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
Konvektionshinder							
smetar mot täckskivan	nej	nej	nej	-	-	-	nej
smetar mot absorbatorn	nej	nej	nej	-	-	-	nej
brustit initialt vid kant	JA	JA	JA	-	-	-	JA
brustit stycke från kant	nej	nej	nej	-	-	-	JA
annat problem	nej	nej	nej	-	-	-	nej
Absorbator							
korrosion	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
avlagringar, damm, smuts	nej	nej	nej	nej	[27:1]	nej	nej
missfärgning, blekning	nej	nej	nej	nej	[27:2]	nej	nej
läckage	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
annat problem	nej	nej	nej	[26:1]	nej	nej	nej
Isolering							
synlig genom täckskiva	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
bränd, missfärgad	-	-	-	-	-	-	-
outgassing från	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
annat problem	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
Aluminiumfolie							
trasig	nej	nej	nej	nej	[27:3]	nej	nej
annat problem	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej

[24:1] Kondens i den mittersta solfångaren, som enligt husägaren inte försvinner ens efter flera dagars högsommarväder.
[27:1] En hel del döda insekter inuti några solfångare.
[27:2] Ofärgade kanter på vissa strips, d v s nickelpigmenteringen är inte fullständig.
[26:1] En del repor i stripsen.
[27:3] En bit aluminiumfolie har lossnat i nedre högra solfångaren.

Låda / hölje							[29:1]
korrosion	nej	nej	nej	-	-	-	-
avflagning ytbeläggning	-	-	-	-	-	-	-
annat problem	nej	nej	nej	-	-	-	-
Övrigt	[23:1]	[24:1]	-	-	-	[28:1]	

[29:1] Solfångarna är delvis integrerade i taket med plåt.
[23:1] Isoleringen på rör till/från solfångarna ser ut som trasselsuddar som håller på att falla av.
[24:1] Isoleringen på rör till/från solfångarna har delvis smält.
[28:1] Solfångarna sitter vertikalt på garagevägg. Ett horisontellt kopparrör trycker stripsen mot solfångarnas baksida. Vad händer på sikt med kombinationen koppar/aluminium om solfångaren tar in fukt? Då finns alla förutsättningar för galvanisk korrosion.

Tabell 9

Solfångare Antal	Le2 5	ST 5	Le1 4	LGB 42 s	LGB 56 s	LGB	Grä 160
Anläggning, nr **Anläggning, förkortning**	**30** Älv	**31** Arla	**32** Flod	**33** Ode	**34** Sät	**35** Mal	**36** Tor
Täckskiva							
omfattande kondens	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
anmärkningsvärt mkt smuts	nej	nej	nej	JA	JA	JA	JA
sprickor	JA	nej	nej	nej	nej	nej	[36:1]
åldring, gulning (plastskivor)	-	-	-	-	-	-	-
outgassing på insidan	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
annat problem	nej	nej	nej	nej	[34:3]	nej	nej
Lister av metall							
korrosionsprodukter, rost	nej	-	nej	nej	nej	nej	nej
fästelement rostiga eller loss	nej	-	JA	nej	nej	nej	nej
annat problem	nej	-	nej	[33:1]	nej	nej	nej
Lister av gummi							
krympt	nej	nej	nej	-	-	nej	nej
gått av	nej	nej	[32:1]	-	-	nej	nej
lossnat, släppt	nej	nej	[32:1]	-	-	nej	nej
fästelement rostiga eller loss	nej	-	nej	-	-	nej	nej
annat problem	nej	nej	nej	-	-	nej	nej
Konvektionshinder							
smetar mot täckskivan	-	nej	-	[33:2]	nej	JA	-
smetar mot absorbatorn	-	nej	-	nej	nej	nej	-
brustit initialt vid kant	-	nej	-	nej	nej	JA	-
brustit stycke från kant	-	nej	-	nej	nej	JA	-
annat problem	-	nej	-	nej	nej	[35:1]	-
Absorbator							
korrosion	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
avlagringar, damm, smuts	nej	nej	JA	nej	nej	nej	[36:2]
missfärgning, blekning	nej	nej	nej	nej	nej	nej	[36:2]
läckage	nej	nej	nej	nej	nej	nej	[36:2]
annat problem	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
Isolering	[30:1]						

[36:1] Många täckskivor är avsiktligt krossade, 62 stycken av totalt 960.

[34:3] Tre täckskivor i de två bakre raderna sitter inte infästa i listerna, varför det finns springor in till solfångarnas innandömen. Orsaken är att c/c-avståndet mellan spröjsen är för stort. En annan notering är att två aluminiumtäcklister över spröjs har glidit ner.

[33:1] En aluminiumlist över spröjs saknas. En spröjs ej fastskruvad nertill.

[32:1] Packningsbit borta nertill.

[33:2] I en sektion av 42.

[35:1] Distanspluggar som är limmade på absorbatorerna för att hålla konvektionshindren uppe, har mycket ofta lossnat och ramlat längst ner.

[36:2] Det har på senare år förekommit drygt 30 läckage p g a "exploderande" strips. Läckagen har inträffat sommartid under stagnationsförhållanden. Rostbemängt vatten har därvid sprutat mot täckskivans insida om stripset brustit på den selektiva sidan. En stor del av absorbatorn blir då också nersmord. Orsaken till "explosionerna" var en kombination av igensättningar av rost i rörsystemet och svagheter i stripsen p g a valsningsfel.

synlig genom täckskiva	JA	nej	nej	nej	nej	nej	nej
bränd, missfärgad	nej	-	-	-	-	-	-
outgassing från	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
annat problem	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
Aluminiumfolie	[30:1]						
trasig	nej	nej	nej	-	-	-	-
annat problem	nej	nej	nej	-	-	-	-
Låda / hölje							
korrosion	-	nej	-	nej	nej	nej	nej
avflagning ytbeläggning	-	-	-	nej	[34:1]	nej	-
annat problem	-	nej	-	nej	nej	nej	nej
Övrigt		-	-	-	[34:2]	-	[36:3]

[30:1] Aluminiumfolien upptill och nertill täcker inte isoleringen som består av mineralull med väv.

[34:1] Färgen börjar flagna något på baksidesplåtarna.

[34:2] Vanligen har grå tätningsmassa lagts på vid spröjsarnas ändar, men ibland har gulvit tätningsmassa använts vilken hårdnat och redan börjar släppa.

[36:3] Armaflexisoleringen på rören till/från solfångarna undermålig i 72 fall av 160. Kulvertarna är också i dåligt skick. Markvegetationen är ymnig. Vissa buskar är högre än solfångarna. Pollen och damm på täckskivorna beror på det exceptionellt vackra vädret sommaren 1992.

Tabell 10

Solfångare	C2	ST	C2S	Sflx	HT	S90	HT2
Antal eller area	12	8	8	32	360	6	4
Anläggning, nr	**37**	**38**	**39**	**40**	**41**	**42**	**43**
Anläggning, förkortning	Soll	Stri	Sdv	Bjö	Lyc	Alm	Järf
Täckskiva							
omfattande kondens	nej	nej	nej	nej	[41:1]	[42:1]	nej
anmärkningsvärt mkt smuts	JA	JA	JA	nej	nej	nej	nej
sprickor	JA	nej	JA	nej	nej	nej	nej
åldring, gulning (plastskivor)	-	-	-	????	-	nej	-
outgassing på insidan	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
annat problem	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
Lister av metall							
korrosionsprodukter, rost	nej	-	nej	nej	nej	nej	nej
fästelement rostiga eller loss	nej	-	nej	nej	nej	nej	nej
annat problem	nej	-	nej	[40:1]	nej	nej	nej
Lister av gummi							
krympt	-	JA	-	-	JA	nej	nej
gått av	-	JA	-	-	nej	nej	nej
lossnat, släppt	-	nej	-	-	nej	nej	nej
fästelement rostiga eller loss	-	-	-	-	-	nej	nej
annat problem	-	[37:1]	-	-	nej	nej	nej
Konvektionshinder				[40:2]			
smetar mot täckskivan	-	nej	-	nej	nej	-	-
smetar mot absorbatorn	-	nej	-	nej	nej	-	-
brustit initialt vid kant	-	JA	-	nej	[41:2]	-	-
brustit långt från kant	-	nej	-	nej	nej	-	-
annat problem	-	nej	-	[40:3]	nej	-	-

[41:1] I ca 55 solfångare är mer än 20% av genomskinliga arean täckt av kondens. I ca 15 solfångare är kondensen så omfattande och "kompakt" att man kan misstänka läckage inuti solfångaren, t ex i lödställen vilket har varit ett problem i Lyckebo. Även om besiktningen gjordes en förmiddag, då kondens av naturliga orsaker är mer omfattande än senare på dagen, så tycks kondensomfattningen vara större än genomsnittet.

[42:1] Några av täckskivornas luftkanaler innehåller kondens och i vissa fall har det uppstått vattenpelare.

[40:1] Klämlisterna av plåt börjar gå isär vilket syns i en del hörn.

[37:1] I 2-3 hörn per solfångare har listerna gått isär 1-3 cm. I några fall har lister under täckskivan gått av.

[40:2] Konvektionshindret har mer karaktär av transparent isolering p g a det sandwichliknande utförandet.

[41:2] I 16 av 360 solfångare finns smärre skador och "släpp" efter kanter, framförallt övre horisontella infästningen.

[40:3] CAB-plasten har krympt vilket frilagt upp till en dm av absorbatorerna. I ett fall tycks outgassingprodukter ha avgivits.

Absorbator							
korrosion	nej	nej	nej	nej	41:3	nej	nej
avlagringar, damm, smuts	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
missfärgn., blekning, flagning	nej	nej	nej	nej	41:3	nej	nej
läckage	nej	nej	nej	nej	41:1,3	nej	43:1
annat problem	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
Isolering							
synlig genom täckskiva	nej	nej	nej	nej	41:4	nej	nej
bränd, missfärgad	-	-	-	-	nej	-	-
outgassing från	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
annat problem	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
Aluminiumfolie							
trasig	-	-	-	nej	41:4	-	nej
annat problem	-	-	-	nej	nej	-	nej
Låda / hölje		38:2				42:2	
korrosion	nej	-	-	nej	nej	-	nej
avflagning ytbeläggning	-	-	-	nej	-	-	-
annat problem	nej	-	-	nej	nej	-	nej
Övrigt	-	-	-	-	-	-	-

41:3 I 52 av 360 solfångare är stripsen påtagligt korrosionsangripna och då nästan alltid vid ytterkanterna, vid och intill röranslutningarnas lödställen. Stripsen är vita till gulvita ett par dm av korrosionsprodukter, förmodligen bestående av aluminiumhydroxid. Orsaken till angreppen är sannolikt läckage i lödställena.

43:1 Det finns ett antal läckage i solfångarna. Åtskilliga strips har spruckit 3 till 10 dm uppåt från nedre samlingsröret. Av utseendet att döma kan det bero på sprängning p g a frysning.

41:4 Aluminium-folien som täcker isoleringen in mot absorbatorn är trasig i åtminstone 8 av 360 solfångare, varvid isoleringen frilagts.

38:2 Solfångarna är integrerade i taket med plåtar.

42:2 Solfångarna är integrerade i taket.

Tabell 11

Solfångare	HT2	S91	Sflx	HT2	HT	HT	Nyb
Antal	5	36	8	5	320	280	384
Anläggning, nr	**44**	**45**	**46**	**47**	**48**	**49**	**50**
Anläggning, förkortning	Slta	Pola	Rot	Lid	Ny1	Ny2	Par
Täckskiva							
omfattande kondens	nej	[45:1]	nej	nej	nej	nej	nej
anmärkningsvärt mkt smuts	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
sprickor	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
åldring, gulning (plastskivor)	-	nej	????	-	-	-	-
outgassing på insidan	nej	nej	[46:1]	nej	nej	nej	nej
annat problem	nej	[45:2]	nej	nej	nej	nej	nej
Lister av metall							
rost	nej	nej	nej	nej	nej	nej	-
fästelement loss eller borta	nej	[45:3]	nej	nej	nej	nej	-
annat problem	nej	[45:4]	nej	nej	nej	nej	-
Lister av gummi							[50:1]
krympt	nej	nej	nej	nej	[48:1]	[49:1]	nej
gått av	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
lossnat, släppt	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
fästelement loss eller borta	nej	[45:3]	nej	nej	-	-	-
annat problem	nej	[45:4]	nej	nej	nej	nej	nej
Konvektionshinder	[44:1]		[46:2]		[48:2]	[49:2]	
smetar mot täckskivan	nej	-	nej	nej	JA	JA	-
smetar mot absorbatorn	nej	-	nej	nej	JA	nej	-
brustit initialt vid kant	nej	-	nej	nej	JA	JA	-
brustit stycke från kant	nej	-	nej	nej	nej	nej	-
annat problem	nej	-	[46:1]	[47:1]	nej	nej	-
Absorbator			[46:3]				

[45:1] Några av täckskivornas luftkanaler innehåller kondens nertill.

[46:1] I den översta solfångarens övre vänstra del tycks täckskivans insida ha en gulvit beläggning. Om det beror på outgassing och om det isåfall kommer från den transparenta isoleringen (CAB-plast) eller från isoleringen går inte att avgöra.

[45:2] Utefter en mittlinje i varje solfångare finns tre stycken distanspluggar monterade mellan absorbator och täckskiva för att hålla konstant avstånd. Dessa pluggar har ibland flyttat sig varvid täckskivans mittparti sjunkit mot absorbatorn.

[45:3] Skruvar i aluminiumlister har i vissa fall krupit upp och ibland lossnat.

[45:4] Vissa aluminiumlister mellan solfångarnas långsidor som täcker underliggande gummilister har flyttat sig i sidled.

[50:1] Täckskivan ligger på en silikonprofil och är sedan limmad och tätad mot lådans ram med silikonmassa.

[48:1] Ca 15 av 320 solfångare har gummilister som krympt.

[49:1] Ca 6 av 280 solfångare har gummilister som krympt.

[44:1] FEP-kvaliteten är den glasklara varianten. De veckade filmerna har monnterats i efterhand, något år efter installationen av solfångarna.

[46:2] Konvektionshindret har karaktär av transparent isolering eftersom det är av honeycomb-typ.

[48:2] Konvektionshindren hos 195 av 320 solfångare har skador av något slag.

[49:2] Konvektionshindren hos 6 av 280 solfångare har skador av något slag.

[47:1] En silikonlimfog mellan konvektionshinder och täckskivans insida har släppt ca 15 cm.

[46:3] Absorbatorn syns inte genom den transparenta CAB-isoleringen.

korrosion	nej	nej	-	nej	nej	nej	nej
avlagringar, damm, smuts	nej	nej	-	nej	nej	nej	nej
missfärgning, blekning	nej	nej	-	nej	nej	nej	nej
läckage	nej	nej	-	nej	nej	nej	nej
annat problem	nej	nej	-	nej	nej	nej	nej
Isolering							[50:2]
synlig genom täckskiva	nej	nej	nej	nej	JA	JA	-
bränd, missfärgad	-	-	-	-	nej	nej	-
outgassing från	nej	nej	[46:1]	nej	nej	nej	-
annat problem	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej
Aluminiumfolie							
trasig	nej	-	-	nej	JA	JA	-
annat problem	nej	-	-	nej	nej	nej	-
Låda / hölje	[44:2]	[45:5]		[47:2]			
korrosion	-	-	nej	-	nej	nej	nej
avflagning ytbeläggning	-	-	nej	-	-	-	-
annat problem	-	-	nej	-	nej	nej	nej
Övrigt	-	-	-	-	-	[49:3]	-

[50:2] Absorbatorn är svetsad runt om mot lådans insida. Isoleringen finns på absorbatorns baksida och saknar alltså kontakt med absorbatorns och solfångarens framsida.

[44:2] Solfångarna ligger *på* taket, men är med yttre plåtar integrerade till ett utanpåliggande tak. Detta gör att låda/hölje inte syns.

[45:5] Solfångarna är integrerade i taket. Solfångarnas låda/hölje syns inte.

[47:2] Solfångarnas resp låda/hölje är inbyggda i plåt, varför de inte syns.

[49:3] Markvegetationen är ca 1.2 meter på nya delen av fältet. Solfångarnas nederkant är ca 40 cm ovan mark.

6 Solfångares komponenter och problem

6.1 Täckskivor

Täckskivan skall skydda den ofta känsliga absorbatorytan mot väder och vind, samt förbättra solfångarens U-värde (W/(m^2 K). U-värdesförbättringen leder till att absorbatorytans värmeförluster till omgivningen minskar. Dessutom bör täckskivan vara transparent för solstrålning och ogenomskinlig för värmestrålning.

Täckskivans genomsläpp av ljus (ljustransmission) har stor betydelse för en solfångares effektivitet. En avsevärd del av den solstrålning som träffar solfångaren förloras i täckskivan. En procents ökning i ljustransmission betyder ofta mer än två procents ökning av den insamlade energin. Förutom att täckskivan skall ha hög transmittans för solljus skall den ha ett högt värmemotstånd för att begränsa värmeförlusterna från absorbatorytan. Täckskivan svarar för den största andelen av en solfångares värmeförluster. Det är tämligen enkelt att åstadkomma mycket god isolering, men problemet är att varje åtgärd som förbättrar U-värdet har en tendens att försämra transmissionen av solinstrålning mot absorbatorn.

Täckskivan kan tillverkas i olika material. I Sverige förekommer idag planglas (fönsterglas), härdat lågjärnglas och olika plaster som polymetylmetakrylat (PMMA eller "Plexiglas"), glasfiberarmerad polyester (GRP eller FRP) och polykarbonat (PC). Egenskaperna för glas är väl kända men dess höga vikt, bräcklighet och relativt höga pris har medfört att plaster är intressanta alternativ. Vanligt fönsterglas har relativt dålig transmission, 82-84%. Plaster är lätta, hållbara mot spänningar och har relativt lågt pris. Nackdelen är deras, i många fall, begränsade väderbeständighet.

6.1.1 Kondens på täckskivans insida

Om mer än 20% av den transparenta arean (aperturarean) täcktes av kondens på insidan vid besiktningstillfället, bedömdes kondensen som "omfattande". I några fall noterades "tung" eller droppformad kondens, vilket i värsta fall kan vara tecken på läckage hos absorbatorns värmebärarkanaler eller röranslutningar.

Följande system fick anmärkning i någon form beträffande kondens:

Tabell 12

1	Skövde	18	Nöbbele
5	Särö	24	Hamburgsund
7	Högsbohöjd	41	Lyckebo
8	Svalebo	42	Almunge
10	Falkenberg	45	Polackstorp
17	Ingelstad		

Vid besiktningarna har inga skadeverkningar noterats, som utan diskussion kan anses orsakade av kondens på täckskivornas insida. Det förekommer att kondensdroppar faller ner på absorbator eller konvektionshinder (Särö), men några negativa effekter har inte konstaterats. Om solfångarna har haft hög inre fuktighet, med försämrade

prestanda eller materialsönderfall som följd har inte kunnat konstateras vid yttre besiktning.

I ett slutet luftutrymme ackumuleras fukt om det utsätts för upprepade temperaturcykler med temperaturer under daggpunkten. Temperaturer under daggpunkten är vanligt i svenskt klimat. I en solfångare förekommer stora temperaturvariationer vilket gör att luft pumpas ut och in i takt med dessa variationer - solfångaren "andas". Kondens på täckskivornas insida i solfångare kan vanligen observeras kyliga morgontimmar, men den brukar försvinna efter några timmars solsken. Finns det alltid kondens kan det vara tecken på läckage inuti solfångaren. Nästan alla solfångartyper är så konstruerade att de kan få kondens eftersom de inte är hermetiskt slutna, vilket t ex alla vacuumrörsolfångare är och en plan solfångare som Solerg A2 (se bilaga 1:8).

Ur prestandasynpunkt är det oklart om tillfälliga och kortvariga kondensperioder har någon betydelse. Långvariga kondensperioder är dock allvarligt eftersom det tyder på fukt i isoleringen (ökar värmeförlusterna) och kan orsaka kemiskt sönderfall (korrosion) på absorbator och andra komponenter.

Mängden fukt som samlas i en solfångare beror på ventilationshastigheten, som i sin tur beror på konstruktionen. Många solfångare är konstruerade för en viss ventileringsgrad, med hål eller öppningar som är anpassade för det tilltänkta användningsklimatet (i t ex Medelhavsländerna är kondens inget problem). Under natt är solfångaren vanligen kallare än omgivande luft på grund av strålningsförluster. Inuti solfångaren kondenserar luftens fuktighet på absorbator och andra komponenter. Om ventilationshålen (eller slumpvisa otätheter) är små avges fukten långsamt under dagen, kanske så långsamt att en del blir kvar. På så sätt kan en kontinuerlig fuktuppbyggnad ske inuti solfångaren. Är ventilationshålen stora passerar kontinuerligt luft genom solfångaren nattetid och kvarlämnar sin fukt som kondens. Fukten kanske ventileras bort på dagen, men det medför å andra sidan värmeförluster.

Den optimalt konstruerade solfångaren bör ha liten ventilation på natten och större på dagen. Den naturliga ventilationen beror på vindtrycket och temperaturdifferensen mellan ytterluften och luften inuti solfångaren.

6.1.2 Smuts på täckskivans utsida

Sommaren 1992 blev historisk på grund av det långvariga och vackra vädret över hela södra Sverige. Av de anläggningar som besiktigades under juni månad hade många mycket damm och pollen på täckskivorna. Men de negativa effekterna av detta var nog försumbara sommaren 1992. Under de 15-20 år som solvärme funnits i Sverige har värmelagren aldrig blivit så fulladdade. En slutsats man kan dra av detta är att om och när försmutsning börjar bli ett problem som påverkar energiutbytet, då bjuder naturen automatiskt och gratis på fönsterputs. Några få anläggningar fick anmärkning för sot (Högsbohöjd, Svalebo) vilket beror på närbelägna värmecentraler och Göteborgsluftens innehåll av luftföroreningar. Regnvatten förmår inte ta bort oljesot. Svalebos täckskivor av glasfiberarmerad polyester börjar bli gamla med rå ytstruktur som följd, orsakad av att glasfibrer börjar friläggas (fibre-popout).

6.1.3 Sprickor orsakade av vandalism och materialproblem

I anläggningarna enligt tabell 13 noterades sprickor eller krossade täckskivor.

Tabell 13

Nr	Anläggning	Solfångartyp	Täckskivematerial
1	Skövdebadet	Electra / Solarec	Härdat glas
2	Fjärås	TeknoTerm IT	Plexiglas (PMMA)
4	Åsa etapp 3	"	"
5	Särö	"	"
6	Kullavik	"	"
7	Högsbohöjd	Lordan	Planglas
8	Svalebo	JOCO	Glasfiberarmerad polyester
15	Kvarngården	TeknoTerm IT	Plexiglas (PMMA)
17	Ingelstad	TeknoTerm HT	Härdat glas
30	Älvängen	Lesol-2	Planglas
36	Torvalla	Gränges	Härdat glas
37	Sollefteå	Gotherm C2	Planglas
39	Sundsvall	Gotherm C2S	Planglas
48, 49	Nykvarn I och II	TeknoTerm HT	Härdat glas

Orsakerna till sprickbildning och fullständig krossning är flera, ofta kombinationer. Det kan noteras att vandalism, som stenkastning, inte är en sällsynt företeelse. Med stor säkerhet har stenkastning, slag m m förekommit i Skövde (fristående solfångare på tak), Högsbohöjd (solfångare på nästan horisontellt tak), Ingelstad (inhägnat fält), Torvalla (fält utan inhägnad) och Nykvarn (fält utan inhägnad). Även i Kronhjorten, Växjö (fält utan inhägnad), som inte redovisas i denna undersökning. Också Lyckebo (inhägnat fält) har haft glaskrossning, men där misstänker man än så länge spontan sprickning, kanske beroende på kvarstående spänningar i glaset sedan härdningen.

PMMA-täckskivorna har sprickor i Fjärås, Åsa 3, Särö, Kullavik och Kvarngården. Ofta orsakas dessa sprickor av de vassa ändarna på den aluminiumlist som utgör horisontell fog. I Åsa 3 tycks man ha trampat på skivorna utefter takrännan under byggtiden, vilket denna typ av täckskiva inte tål, trots vissa uppgifter om motsatsen.

6.1.4 Plasttäckskivor - åldring, missfärgning m m

Som byggnadsmaterial i utomhuskonstruktioner har plaster många attraktiva egenskaper, men som de flesta organiska material reagerar de med luftsyre, fukt, ljus och luftföroreningar. Utomhusexponering medför därför att de gradvis sönderfaller, vilket yttrar sig som missfärgning, sprickbildning, kritning, erosion, minskad styrka, minskad glans, minskad elasticitet m m. Vanligtvis sker sönderfallsreaktionerna ("åldring") via många komplexa mekanismer vilket gör det svårt att förutsäga en polymers beständighetsegenskaper i en viss användarmiljö. Numera finns dock ganska mycket erfarenhet samlad angående polymerers väderbeständighet, varför vissa generella samband mellan struktur och reaktivitet kan förutsägas.

Gulvita, "mjölkiga" PMMA-täckskivor finns att beskåda i Kullavik etapp 2. Graden av åldring varierar solfångarraderna emellan. Eftersom flera av solfångarna i Kullavik etapp 2 tar in regnvatten upptill vid taknocken, vilket sedan rinner neråt på absorbatorerna, varierar den relativa luftfuktigheten inuti solfångarna. På grund av sönderfallsreaktioner med synergistiska effekter där luftfuktigheten deltar, kan därmed plastmaterialet sönderfalla med olika hastighet i olika solfångare. Bland plaster har

plastmaterialet sönderfalla med olika hastighet i olika solfångare. Bland plaster har annars PMMA hög väderbeständighet, men mjukningstemperaturen är relativt låg varför den maximala användningstemperaturen ligger vid 70-80 °C.

De sönderslagna glastäckskivor som ersatts med plastdito i Högsbohöjd har gulnat ordentligt. Plastskivorna i Svalebo är också gula, framförallt de ursprungliga av GRP. Här börjar också glasfibrer att friläggas på ytan ("fibre-popout").

6.1.5 "Outgassing"

Vid höga temperaturer förångas organiska material eller organiska komponenter i material. Dessa ångor, som brukar kallas "outgassing-produkter", kan sedan kondensera på kalla ytor i solfångarkonstruktionen, som t ex täckskivans insida eller på absorbatorn. Därmed kan täckskivans transmission respektive absorbatorns absorption försämras, och outgassing-produkterna kan orsaka korrosion och kemiska nedbrytningsreaktioner på olika komponenter inuti solfångaren. Outgassing-produkterna kan komma från olika komponenter och material, t ex isolering, gummilister, tätningsmassor m m. De kondenserande ångorna är av skiftande slag:

- Polymera material är ofta syntetiserade av olika gaser, och rester i materialet från dessa gaser avges med tiden

- Många organiska material innehåller olika tillsatser (stabilisatorer, antioxidanter, brandskyddsmedel, fiberarmering, mjukningsmedel, fyllmedel, färgpigment m m) som inte är kemiskt bundna till materialet. Dessa tillsatser avges långsamt till omgivningen, fortare vid hög temperatur.

- Isolermaterial av cellplaster innehåller drivgaser som avges långsamt, fortare vid hög temperatur.

- Isolermaterial som mineralull innehåller olika bindemedel som avges.

- Vid höga temperaturer reagerar vissa material med varandra, andra sönderfaller spontant. I båda fallen kan gasformiga produkter bildas.

Vid besiktningen kunde "outgassing" noteras i t ex Falkenberg (obetydliga mängder), Ronneby Brunn och eventuellt Rotebro. Solfångarna i Falkenberg har polyuretan (PUR) som kantisolering med aluminiumfolie som diffusionsspärr. Denna folie har till största delen spruckit varvid PUR frilagts och avgett gulbruna outgassing-produkter på grund av värmen, som ibland kondenserat på täckskivan intill. Initialt kan händelseförloppet ha varit det omvända; PUR-isoleringen har svällt och avgett "outgassing"-produkter på grund av värmen, varvid aluminiumfolien spruckit. Men när PUR-isoleringen exponeras direkt för värme och solstrålning, ökar problemen med "outgassing". PUR missfärgas och försprödas vid temperaturer över 100 °C.

Problemen med "outgassing" i Ronnebybrunn är mer svårförklarliga. PUR-isoleringen är helt avskärmad med helsvetsad stålplåt från utrymmet mellan absorbator och täckskiva, men beläggningarna ser ändå ut som om de härrör från PUR, gulbruna och oljiga. De enda material i inneslutningen som kan avge "outgassing"-produkter är syntetlisten och absorbatorns mattsvarta lack.

6.1.6 Diverse problem

I Kullavik etapp 2 har PMMA-täckskivorna vid taknocken mjuknat och sjunkit ner. PMMA har relativt låg mjukningstemperatur, varför den maximala användningstemperaturen 70-80 °C inte får överskridas långvarigt.

Ett av de mest frekventa problemen, som noterades över huvudtaget, är svårigheten att montera täckskivor så att infästningen förblir regntät; detta gäller framförallt plasttäckskivor i takintegrerade solfångare.

6.2 Lister av metall

Förekommande metallister är aluminium, förzinkat stål och målat förzinkat stål. Ur beständighetssynpunkt har aluminiumlister inga problem. Däremot kan deras vassa kanter orsaka sprickor i plasttäckskivor. Förzinkat stål drabbas av rödrost efter ett antal år, som beror på att zinkskiktet lokalt korroderar bort, varvid underliggande stål friläggs och börjar rosta. Ytbehandling i form av målning förlänger livslängden med några år.

Riktvärden för zinks avfrätning i olika miljöer ges i tabell 14 [24]:

Tabell 14

Miljö	Ungefärligt gränsvärde µm/år
Industriatmosfär	
- normal	2 - 10
- svår	10 - 25
Stadsatmosfär	1 - 3
Lantatmosfär	0.5 - 1.5
Havsatmosfär	
- utan saltvattenstänk	1 - 3
- med saltvattenstänk	2 - 3

Fr o m miljöklass M2, enligt StBK-N4, Rostskyddsnorm (se avsnitt 4.2 tabell 1), bör enligt StBK-N5, Tunnplåtsnorm, tunnplåt av stål med zinkbeläggning kompletteras med fabriksapplicerad plastbeläggning eller korrosionsskyddsmålning. Livslängden - d v s den tekniska livslängden i motsats till den estetiska - för plåt med fabriksapplicerad plastbeläggning bedöms då bli minst 50 år för samtliga utomhusmiljöer utom svår industriatmosfär, d v s miljöer t o m miljöklass M3.

6.3 Lister av gummi

Gummilister är idag den solfångarkomponent som är mest drabbad av skador och problem enligt denna undersökning. Den helt dominerande gummitypen är sedan många år etenpropendiengummi (EPDM), men även silikongummi förekommer. I vissa nyare anläggningar har nästan varje solfångare skador på EPDM-lister. I andra

nästan tio år äldre anläggningar är EPDM-listerna i utmärkt skick. Den största orsaken till skillnaderna i beständighet är sannolikt att EPDM av olika fabrikat använts med skillnader i tillsatsmedel och processhistoria. Dessutom kan monteringstekniken ha betydelse - om listerna sträcks initialt. Det är lättare att montera en sträckt gummilist. Men även klimatfaktorer och solvärmesystemens driftsätt kan ha spelat en roll. I stort sett inga problem har noterats beträffande silikonlister.

I en konventionell gummiblandning ingår förutom en gummiartad polymer ett tiotal tillsatser [23]:

- Vulksystem: kombination av tillsatsämnen som svavel eller peroxid, accelerator, aktivator, retardator.
- Fyllmedel: 20-25% kimrök (sot) i svarta gummimaterial och motsvarande mängd kiselsyra.
- Mjukningsmedel: oljor som tillsammans med fyllmedlet reglerar hårdheten.
- Stabilisatorer: ämnen som skyddar mot oxidativ nedbrytning.
- Övriga: masticeringsmedel, färgämnen, flamskyddsmedel, jäsmedel m m.

De viktigaste faktorerna som inverkar på den funktionsdugliga tiden hos ett gummimaterial är mekanisk påkänning, värme, solstrålning och fukt. Dessutom påverkas materialet av luftens syre och i vissa fall av den ozongas som förekommer i atmosfären. Ozongas kan medföra sprickbildning hos töjda gummimaterial. Solstrålning innefattar till viss del UV-strålning (290-400 nm) som har tillräcklig energi för att starta nedbrytningsreaktioner i materialet. Vatten kan påverka hydrolyserbara grupper i gummimaterialet. För de flesta gummimaterial är dock förhöjd temperatur i kombination med luftens syre den faktor som ger de största åldringseffekterna [22].

Om materialet utsätts för förhöjd temperatur är i regel den första fasen i den begynnande åldringsprocessen en fortsatt utvulkning, d v s tvärbindningen av molekylkedjorna fortsätter. Därmed ökar dragspänningen och i viss mån även töjningen. Samtidigt börjar lågmolekylära tillsatser (typ mjukgörare) förflyktigas vilket också bidrar till en ökad dragspänning. Denna process reducerar emellertid töjningen. I många fall fortsätter tvärbindningsproceduren genom hela åldringstiden vilket medför att materialet hårdnar (dragspänningen ökar, töjningen minskar) tills det så småningom blir sprött. I en del fall är förloppet ett annat. Molekylkedjorna "klipps av" istället och materialet förlorar både sin styrka och elasticitet [22].

Något som ytterligare komplicerar åldringsförloppet är att både tvärbindning och klippning ofta sker samtidigt. Materialet överförs då så småningom till något som påminner om gammal hård ost [22].

För att en elastomertätning skall kunna fungera tillfredsställande krävs följande:

- Bibehållen elasticitet, styrka och hårdhet.
- Låg kvarstående deformation, d v s låg sättning.
- Låg halt flyktiga ämnen, d v s bibehållen materialsammansättning

- Beständighet mot ozonsprickor.
- Bibehållen elasticitet / flexibilitet vid låga temperaturer.

För tätningsmassor gäller även att de skall ha god vidhäftning mot underlaget.

Följande anläggningar fick diverse anmärkningar beträffande skador och problem med gummilister, se tabell 15.

Tabell 15

Nr	Anläggning	Startår	Anmärkning
1	Skövdebadet	1980	Krympning, blekning, mossbevuxna
7	Högsbohöjd	1982	Torra, spruckna
10	Falkenberg	1989	Krympning hos 283 av 440 solfångare
11	Klitterbadet	1987	Krympning, gått isär i hörn och fogar
17	Ingelstad Ib Ingelstad Ic-Ib	1984 1988	Krympta, brustna: 68 av 114 Krympta: 27 av 80 solfångare
18	Nöbbele	1987	1 list av
38	Strinne	1985	Krympning, gått isär i hörn
41	Lyckebo	1983	Viss krympning hos 116 av 360 solfångare
48	Nykvarn I	1985	Krympta: ca 15 av 320

Anmärkningsvärt är att EPDM-listerna i Torvalla (start 1983) fortfarande verkar vara i god kondition och funktion. Gummilister som helt eller delvis täcks av metallister klarar sig relativt bra, t ex Lyckebo (start 1983).

6.4 Konvektionshinder och transparenta isoleringar

En typisk solfångare idag med enkel täckskiva och selektiv absorbator har en värmeförlustkoefficient på ca 4 W/(m^2 K) och en optisk effektivitet η_0 på knappt 80%. Med hänsyn till dessa värden är sådana solfångare lämpliga där det krävs arbetstemperaturer på 40-60 °C, t ex tappvarmvattensystem.

Men många termiska processer kräver arbetstemperaturer på 80-150 °C, som t ex kylsystem, absorptions- och adsorptionsprocesser, steriliseringsanläggningar, avsaltningsanläggningar och system med säsongsvärmelager, vilket Sverige är känt för.

Användning av selektiva täckskikt av s k transparenta isolermaterial (transparent insulation materials, TIM´s) som är genomskinliga för solstrålning och ogenomskinliga för termisk strålning, minskar värmeförlusterna från det uppvärmda systemet som då blir mer effektivt med skiktet än utan. Andra förlustfaktorer är värmeledning och konvektion. Ett viktigt selektivt material i dessa sammanhang är glas, som ganska väl uppfyller de fysikaliska kraven. Därför kan en glasruta betraktas som den enklaste typen av TIM. Det finns ett stort antal material med olika fysikaliska egenskaper som är tänkbara som TIM, och som är lämpliga för olika tillämpningar. Ur fysikalisk synpunkt borde hög transmittans för solstrålning, låg

transmittans för värmestrålning och låg värmekonduktivitet, vara den bästa kombinationen, men andra egenskaper är också viktiga.

Olika materialtyper förekommer i former som tunna filmer, styva skivor, kapillärstrukturer eller strukturer med olika profil. Även gaser, andra än luft, samt vakuum fungerar som TIM. Bland förekommande fasta material kan nämnas Aerogel (kapillärstruktur av glas), Arel (honeycomb av polykarbonat, PC), Isoflex 1 (korrugerad PVC), Isoflex 2 (profil av cellulosa-acetat-butyrat, CAB), Okalux (kapillärstruktur av PC eller PMMA) m fl. Problem finns med exempelvis smältpunkter som är lägre än normala stagnationstemperaturer, vissa mekaniska hållfasthetsegenskaper är mindre bra, högt pris m m.

Genom användning av TIM förbättras verkningsgraden hos plana termiska solfångare varvid temperaturer över 80 °C kan erhållas. Detta har utnyttjats i Sverige i stor skala för värmeproduktion i stora solfångarfält med fjärrvärmedistribution, säsongs- eller årstidslagring. Därvid har enkla eller dubbla filmer av fluoretenpropenplast (FEP) använts som konvektionshinder. FEP förekommer på marknaden under produktnamn som Teflon-FEP (du Pont), Neoflon (Daikin), Korton-FEP (Norton), Hostaflon-FEP (Hoechst) m fl.

Vid besiktningarna konstaterades att nästan samtliga anläggningar som besöktes hade mer eller mindre trasiga konvektionshinder av FEP. Sedan 1983 har alla större anläggningar konvektionshinder, utom Torvalla. Det har också blivit relativt vanligt i villasystem. Trasiga konvektionshinder finns att beskåda i bl a följande anläggningar, se tabell 16.

Tabell 16

Anläggning	Solfångartyp	Andel solfångare med trasiga konv.hinder
Stora Wrem	TeknoTerm ST	3/6 (d v s 3 av totalt 6 solfångare)
Udden, Hamburgsund	TeknoTerm ST	1/2
Gunnebovägen, Hamburgsund	TeknoTerm ST	2/3
Ejde, Hamburgsund	TeknoTerm ST	3/3
Hällevadsholm	TeknoTerm ST	1/4
Lilla Edet	TeknoTerm ST	2/2
Malung	Solsam/Wilson	124/240
Strinne	TeknoTerm ST	7/8
Lyckebo	TeknoTerm HT	16/360
Lidingö	Solsam HT2	1/5
Nykvarn I och II	TeknoTerm HT	195/320 och 6/280
Tumba, Södertörn	Solsam HT	72/72
Tumba, Södertörn	Wilson	1/1
Ingelstad	TeknoTerm HT	60/194
Falkenberg	TeknoTerm HT	115/440
Uttervägen, Falkenberg	TeknoTerm ST	2/2
Kärleken, Halmstad	TeknoTerm ST	1/2

Olika typer av skador tycks uppträda:

- FEP-filmen nyps av vid infästningen i kanterna redan vid monteringen, men sitter kvar p g a friktion en tid framöver.

- Infästning plus dragspänning ger en brottanvisning där en spricka börjar som med tiden växer till en allt större reva.

- Revor bildas spontant var som helst på filmen, långt från kanter.

- Etsad film, som limmats mot täckskivans insida med silikon, släpper i kontaktytan film/silikon.

- Att limma fluorplastfilm går inte om den inte är etsad först, och även då blir resultatet tveksamt.

Efter dessa besiktningar har en särskild utredning gjorts beträffande orsakerna till uppkomna skador [26]. Undersökningarna visar att inträffade haverier kan förklaras med att mekaniska skador åsamkats filmerna redan vid monteringen, eller orsakats av vassa detaljer (t ex lister, distansproppar) som perforerat filmerna under drift. Vid jämförande laboratorieundersökningar, med DMTA (dynamisk-mekanisk termoanalys) och DSC (differentiell svepkalorimetri), mellan spritt nya och upp till tio år gamla filmer från solfångare i drift, har ingen generell åldringspåverkan kunnat påvisas. FEP-filmer har, i jämförelse med andra plaster, dålig rivhållfasthet.

6.5 Absorbatorer

Solfångare omvandlar instrålad solenergi till termisk energi hos ett värmetransportmedium. Absorbatorn i en solfångare skall absorbera så mycket solstrålning som möjligt, d v s ha hög absorptionsfaktor, och den skall stråla ut så lite värmestrålning som möjligt, d v s ha låg emissionsfaktor. För täckskivan gäller på motsvarande sätt att transmissionsfaktorn för solljus skall vara stor samtidigt som reflexionsfaktorn för värmestrålning skall vara liten.

Utanför jordatmosfären ligger merparten av solstrålningen i våglängdsintervallet 0.3-2.5 µm. Vid passage genom jordatmosfären absorberas våglängder < ca 0.3 µm av ozon. Våglängder > ca 2.0 µm absorberas av vattenånga och koldioxid. P g a dessa absorptioner i atmosfären ligger solstrålningen som når markytan till ca 99% i våglängdsintervallet 0.3-2.0 µm. Värmestrålning (temperaturstrålning) från en varm yta (300-500 K) är vanligen > 2.0 µm. En plan solfångares normala arbetstemperatur motsvarar ett termiskt spektrum i intervallet 2-50 µm. Absoluta temperaturen hos absorbator och täckskiva i plana solfångare är normalt lägre än 350 K vilket medför att mer än 99% av temperaturstrålningen som emitteras inom solfångaren har större våglängd än 4 µm. Överlappningen på våglängdsskalan mellan denna temperaturstrålning och solstrålningen är i det närmaste obefintlig. Teoretiskt är det därför möjligt att för plana solfångare framställa en yta som oberoende av riktning absorberar all solstrålning samtidigt som den praktiskt taget inte emitterar någon temperaturstrålning. Ytor, som har hög absorption i solspektrum (0.3-2.0 µm) och är lågemitterande för >2.0 µm, kallas för selektiva ytor [27, 28].

En termisk solfångares absorbator har alltså en nyckelfunktion för hur stort energiutbytet skall bli. För att solfångaren skall få en hög verkningsgrad under hela sin tekniska livslängd måste absorbatorn bl a ha följande egenskaper:

- Hög absorptans α för solstrålning
- Låg termisk emissivitet ε för långvågig strålning
- Hög värmekonduktivitet
- Tåla höga temperaturer och hög luftfuktighet

I undersökningen förekommande absorbatorsubstrat och absorbatorbeläggningar är följande, se tabell 17.

Tabell 17

Absorbatorsubstrat	Ytbeläggning	Solfångartyp
Aluminium	Anodisering + nickel-pigmentering	Bolin VTS 15 Gotherm C2S Lesol-1, -2, -3 TeknoTerm HT, IT, ST
Aluminium	Svart färg, icke-selektiv	Electra / Solarec Gotherm C2 JOCO Lordan
Koppar	Maxorb	Solsam HT2, LGB-1
Koppar	Svart färg, selektiv	Sun Star 90 Aqua, 91 Aqua P
Olegerat stål	Svart färg, icke-selektiv	Solerg A2
Rostfritt stål	Maxorb	Nyby

Den till ytan vanligast förekommande absorbatortypen i Sverige är nickelpigmenterad anodiserad aluminium. Dessa absorbatorer består av parallella strips monterade intill varandra. Stripsen utgörs av ytbelagda aluminiumflänsar med invalsat kopparrör. Utgångsmaterial för varje strips är ett tillplattat kopparrör samt två aluminiumband som valsas ihop vid mycket högt tryck, varvid aluminium och koppar kallväller ihop till en metallurgisk bindning. Kopparröret med utanpåliggande aluminium kan sedan blåsas upp vid högt tryck, eftersom kopparrörets insida, på grund av oxid och oljerester på ytan, inte kallvällt ihop. Det selektiva skiktet appliceras genom fosforsyraanodisering och efterföljande elektrolytisk impregnering med nickel i det porösa oxidskiktet. Skikttjockleken är viktig för erhållande av optimala optiska egenskaper, som ligger vid ungefär absorptansen 0.95 och emissiviteten 0.15.

Dessa strips, som vanligen benämns Sunstrip, har god långtidshållbarhet vid höga temperaturer och hög relativ luftfuktighet. Däremot orsakar vatten i form av en sammanhängande film att ytan angrips, varvid det selektiva skiktet förstörs och underliggande aluminium korroderar till vit aluminiumhydroxid. Stripsen får alltså inte utsättas för regn eller droppformad kondens. Detta ställer krav på att täckskivan med infästning är fullständigt regntät, samt att en viss ventilation genom solfångaren äger rum. Om läckage uppstår i något strips skadas stripsets yta vid och intill läckaget, men även intilliggande strips som utsätts för glykolblandat vatten.

Maxorb är en handelsprodukt för applicering som absorbatorbeläggning. Maxorb utgörs av en tunn metallfolie av ultrarent nickel (> 99.95%) som oxiderats i kaliumdikromatlösning. Baksidan beläggs med silikonlim för att fästa mot absorbatorsubstratet, som kan vara koppar, rostfritt stål eller annat metallunderlag. Beständigheten är god mot höga temperaturer och fukt. De optiska egenskaperna ligger vanligen kring 0.95 för absorptansen och 0.10 för emissiviteten.

Bland besiktigade solfångare har också förekommit några typer med svartmålade absorbatorer, både selektiva och icke-selektiva. Färger kan vanligen appliceras med enkel och billig teknik. Vissa färger har viss selektivitet men vanligen är de optiskt plana, d v s emissiviteten är av samma storleksordning som absorptansen. Detta gör att solfångarens stagnationstemperatur blir låg vilket skonar färgen. Många färger har begränsad högtemperaturstabilitet. Andra problem som drabbar färger är krackelering, sprickning, flagning m m.

Huvudintrycket från besiktningarna är att absorbatorerna i regel ser ganska bra ut, även i äldre anläggningar. Om skador har noterats är orsaken vanligen absorbatorläckage orsakad av lödfel, frysning eller stagnation, brister hos täckskivan eller dess infästning i lister och fästelement. Vid tidigare besiktningar, i början på åttiotalet, var absorbatorernas korrosion och sönderfallande ytbeläggningar ett dominerande problem.

Vid följande anläggningar gjordes noteringar angående brister beträffande absorbatorernas kondition, se tabell 18.

Tabell 18

Nr	Anläggning	Anmärkning
1	Skövdebadet	Den svarta färgen börjar flagna hos 5 av 250 solf.
2	Fjärås	Regnvatten kommer in p g a brister hos täckskivorna.
3	Åsa etapp 1	Regnvatten kommer in p g a brister hos täckskivorna.
4	Åsa etapp 3	Regnvatten kommer in p g a brister hos täckskivorna.
5	Särö	Viss förekomst av vita prickar, aluminiumhydroxid.
6	Kullavik	Regnvatten kommer in p g a brister hos täckskivorna.
10	Falkenberg	Ett mindre antal solfångare har gulvita strips p g a läckage och regnvatten (efter glaskrossning).
15	Kvarngården	Regnvatten kommer in p g a brister hos täckskivorna. Korrosion p g a flussmedelsrester (?).
36	Torvalla	Läckage p g a stagnationsförhållanden.
41	Lyckebo	Vattenskadade strips p g a läckage, vanligen i lödställena.
43	Järfälla	Frysning som orsakat läckage.

6.6 Isoleringar och diffusionsspärrar

Isoleringsmaterial som mineralull (glasull och stenull) och cellplast (polyuretan, PUR) används i solfångare för att minska värmeförlusterna bakåt och åt sidorna. Vanligen omges numera isoleringen bakåt och åt sidorna av lådan / höljet. Framåt eller inåt mot absorbatorn, är isoleringen vanligen täckt av en diffusionsspärr av aluminiumfolie.

Merparten av de problem som noterades p g a isolering och diffusionsspärr framgår av avsnitt 6.1.5 "Outgassing".

6.7 Lådor och höljen

Tillsammans med täckskivan och lister skyddar lådan/höljet solfångarens innehåll av absorbator, värmebärarkanaler, isolering m m mot nederbörd, vind- och snölaster,

damm, luftföroreningar, fåglar, insekter m m. Takintegrerade solfångare saknar låda/hölje i gängse mening eftersom de skyddas av omgivande tak både bakåt och åt sidorna. Vanligast förekommande material är idag aluminium, målat förzinkat stål och rostfritt stål, vilka alla är utmärkta material med god väderbeständighet. Förzinkat stål har dock begränsad livslängd vilket framgår av avsnitt 6.2 "Lister av metall".

6.8 Anslutande rör och kulvertar

Så kallad "plastplåt" (millimetertjock hård byggplast), cellplaster (PUR), Armaflex (skumgummi) m m är begärligt för fåglar och möss och smälter vid ca 110 °C. Climaflex-isolering smälter vid ca 70 °C och har dålig väderbeständighet.

Huvudintrycket från besiktningarna är att rörisoleringar är ett område som borde ägnas mer omsorg och tillsyn, kanske främst av estetiska skäl. Detta torde framgå av redovisade fotografier.

7 Slutsatser och rekommendationer

Femtio solvärmesystem med mer än 3000 solfångare har besiktigats med avseende på komponenten solfångare. Anläggningarna är spridda över hela det solvärmeaktiva Sverige, med skiftande miljöer som industri-, stads-, lant- och havsatmosfär. Anläggningarnas storlek har varierat från tappvattensystem i småhus, via gruppcentraler i flerbostadshus till system kopplade till säsongslager eller fjärrvärmenät.

Det är omöjligt att identifiera alla problem hos termiska solfångare i drift genom yttre besiktningar. Det är inte heller möjligt att i en enda rapport fullständigt dokumentera alla problem som noterats. I denna rapport har därför upptäckta problem hänförts till "den traditionellt konstruerade" solfångarens huvudkomponenter: täckskiva, metallister, gummilister, konvektionshinder, absorbator, isolering, diffusionsspärr (aluminiumfolie) och låda/hölje. Olika feltyper har sedan hänförts till dessa komponenter. Felfrekvensen kan sedan ge intrycket att hög felprocent betyder ett stort problem. Så förhåller det sig ju inte. En krossad täckskiva påverkar termiska prestanda mer än avflagad färg på lådan. Genomgående i rapporten, har inget generellt försök gjorts att gradera problemen med hänsyn till deras negativa effekter - vid tidpunkten för besiktningen eller på sikt. Detta kräver ytterligare erfarenheter och överväganden.

Jämfört med SPs tidigare besiktningar 1979 [1], 1980 [2], 1983 [3] och 1986 [4] har utvecklingen vad gäller konstruktion och materialval gått framåt, beträffande vissa solfångarkomponenter. Absorbatorer inklusive röranslutningar är inget stort problem. Isolermaterial orsakar inte samma "outgassingproblem" som tidigare. Utformningen av lådor och höljen är vanligen utmärkt. Glasfiberarmerad polyester (GRP) som täckskivematerial har i stort sett försvunnit från marknaden eftersom det var förknippat med en del problem. I stället har polymetylmetakrylat (PMMA) kommit som uppvisar andra problem. Vandalism, som glaskrossning, är en realitet att ta hänsyn till. Konvektionshinder av FEP-film går sönder p g a mekaniska skador vid montering eller drift. Men FEP-materialet genomgår inga åldringsförändringar av praktisk betydelse. Gummilister av EPDM krymper och går av, om tillverkarens gummiblandning är olämplig. Solfångarinstallationerna är inte alltid diskreta eller eleganta.

Syftet med denna undersökning har varit att identifiera skador och problem på komponenten solfångare i anläggningar som opererar i svenskt klimat. Därför ligger inte tonvikten på de väl fungerande och nästan felfria systemen. Även om det är uppmuntrande att se de framgångsrika projekten är det uppenbart att mycket återstår att göra.

Erfarenheterna från en produkts uppförande hos användarna, och från inträffade skadefall, måste utnyttjas vid konstruktion och materialval. Detta ställer krav på att informationen mellan användarsidan och företagens utvecklingsavdelningar fungerar. Det är viktigt att hela informationskedjan kund-marknad-service-utveckling fungerar i båda ritningarna. Kvalitetssäkring och certifiering är ett effektivt sätt för en tillverkare att övertyga marknaden om förmågan att åstadkomma rätt kvalitet. SPs eget certfieringssystem, P-märkningssystemet har utvecklats i nära samarbete med den svenska solvärmebranschen till att även omfatta termiska solfångare. Begreppet kvalitet är inte längre enbart knutet till teknik och produkter, som t ex mätdon och kassation. Idag omfattas även kundservice, marknadsföring och delegering av ansvar inom företaget. P-märkningssystemets integrerade synsätt på kvalitet innebär att kravet på varje tillverkare sträcker sig ända ut till den siste aktören i leverantörsledet.

Kvalitetssystemstandarder har inget värde i sig, utan det är företagens arbete med kvalitetsförbättringar som har betydelse - och det är ett arbete som aldrig blir färdigt.

Solfångartillverkare och -importörer möter problem som varje företag drabbas av vid introduktionen av en relativt oprövad teknik. Bland problem som finns kan nämnas:

- Den svenska marknaden är i sig liten, men är dessutom avvaktande eller skeptisk. Detta motverkar storskalig tillverkning av ändamålsenliga komponenter för maximalt effektiva solvärmesystem, av alla systemstor-lekar. Systemen byggs fortfarande med traditionella VVS-komponenter, helt enkelt med vad den lokale rörläggaren brukar använda i andra sammanhang.

- Ingen standardisering finns beträffande själva solfångarna eller systemet med kringutrustning. Om en lokal leverantör försvinner från marknaden är det svårt, nästan omöjligt att få en adekvat reservdel.

- En solvärmeanläggning kostar initialt relativt mycket pengar, men bör därefter leverera energi utan ytterligare kostnader. Installation och intrimning kräver en del möda men sedan bör underhållet vara ungefär som för ett tegeltak. Med dagens teknik är det inte så enkelt.

Utvecklingen på solvärmeområdet är fortfarande dynamisk. Solfångarkomponenter som absorbatorer, täckskivor, transparenta isoleringar, reflektorer m m har inte funnit sina optimala former. Olika systemlösningar provas för olika tillämpningar. Luft eller vatten; aluminium eller koppar; glas eller plast; EPDM eller silikon; vatten eller salt; mineralull eller vakuum; fabriksbyggd eller platsbyggd; - frågorna är många men möjligheterna är ännu fler. Den plana termiska solfångarens popularitet är utsatt för ökande konkurrens som tvingar fram förbättringar beträffande prestanda, hållbarhet och tillförlitlighet.

Åt vilket håll utvecklingen går är idag en helt öppen fråga. Varje forskningsinriktat program måste vara öppet för nya idéer och betraktelsesätt. Föreliggande rapport ger ingen entydig bild av utvecklingens riktning. Några områden som behöver belysas och utvecklas är:

- Materialbeständighet

- Kvalitetssäkring

- Standardisering

- Installation, drift, underhåll

- Commissioning

Referenser

1 H Wennerholm, K-O Lagerkvist, "Åldrings- och korrosionsproblem hos plana termiska solfångare". SP-RAPP 1979:4.

2 K-O Lagerkvist, H Wennerholm, "Solfångares hållbarhet". BFR-Rapport R127:1980.

3 K-O Lagerkvist, H Wennerholm, "Solfångares hållbarhet och tillförlitlighet". SP-RAPP 1983:41.

4 H Wennerholm, B Andreasson, "Besiktning av plana termiska solfångare 1984 och 1985". SP-RAPP 1986:02.

5 "Solfångare för varmvattenberedning. Resultat av provning på uppdrag av Konsumentverket". SP-RAPP 1980:18.

6 P Bergquist, "Provning av solvärmesystem med komponenter. Del 1". SP-RAPP 1987:32.

7 P Bergquist, "Provning av solvärmesystem med komponenter. Del 2". SP Rapport 1988:46.

8 R Larsson, K-O Lagerkvist, "Solvärmeanläggningar för småhus och simbassänger". BFR-Rapport R82:1989.

9 H Wennerholm, "Regler för P-märkning av termiska solfångare". SP Rapport 1991:01.

10 Verksamhetsberättelse för Energiteknisk Mätcentral vid CTH, versamhetsåret 1991/92.

11 Broschyr: Skövdebadet. Solenergiuppvärmning - genom värmepump, solfångare och lagring i utebassänger. Ett energi-experiment med stöd från Byggforskningsrådet.

12 Solvärme för bebyggelse. Byggforskningsrådet, G7:1990.

13 Sol-Sverige 1991. Svenska solenergiföreningen.

14 Sol-Sverige 1992. Svenska solenergiföreningen.

15 Sol-Sverige 1993. Svenska solenergiföreningen.

16 Solvärme för fjärrvärme - Torvalla Östersund. Broschyr utgiven av BFR och ÖFAB.

17 Solvärmt tappvatten, Underlag för BFRs programplan 1981-1984. BFR G35:1980.

18 Solfångare, Underlag för BFRs programplan 1981-1984. BFR G32:1980.

19 R Larsson, K-O Lagerkvist, Solvärmesystem med korttidslager. Ronneby Brunn. Utvärdering. BFR-Rapport R70:1989.

20 J-O Dalenbäck, Ingelstad solvärmecentral. Utvärdering. BFR-Rapport R93:1990.

21 K Eriksson-Widblom, Outgassing hos tätnings- och isolermaterial i solfångare.
SP-RAPP 1987:27.

22 K Eriksson-Widblom, Beständighet hos tätningsmaterial i solfångare. SP-RAPP 1987:26.

23 Materiallära. Karleboserien 5.

24 Val av ytbehandling - Oorganiska beläggningar. SIS handbok 160.

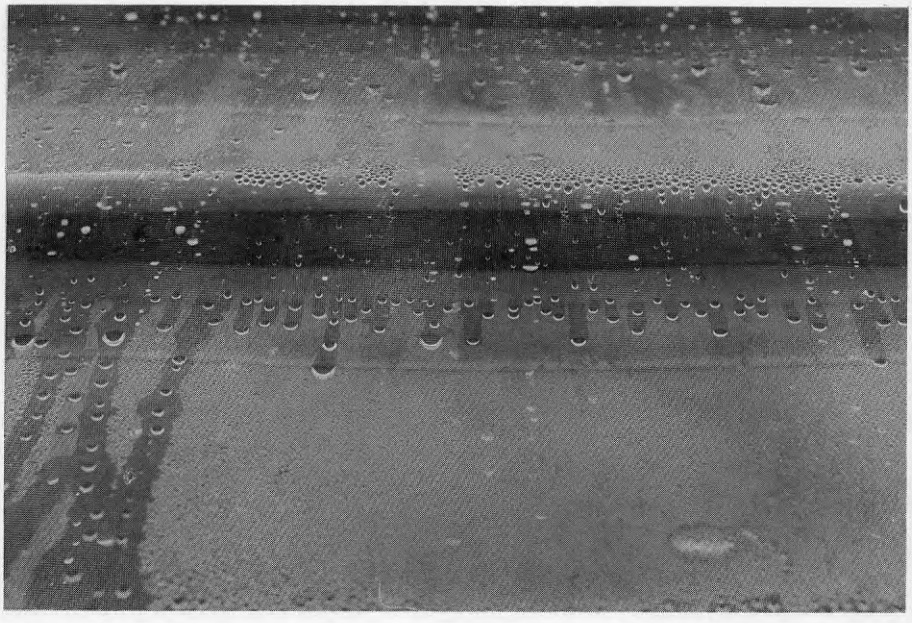
25 J-O Dalenbäck, Storskalig solvärmeteknik i Sverige. BFR-Rapport R24:1988.

26 H Wennerholm, Konvektionshinder av FEP-film - Skadeutredning.
SP Rapport 1993:17, ISBN 91-7848-401-4, ISSN 0248-5172.

27 P Isaksson, Plana termiska solfångare - En fysikalisk bakgrund. BFR-Rapport R35:1978.

28 R C Agarwal, P K C Pillai, Selective Blacks for Enhanced Photothermal Solar Energy Conversion. Energy Conv.&Mgmt., Vol 21, 239-251, 1981.

29 C Brunström, C-G Hillström, Lyckeboprojektet, solfjärrvärme med säsongslagring i bergrum. BFR-Rapport R86:1987.

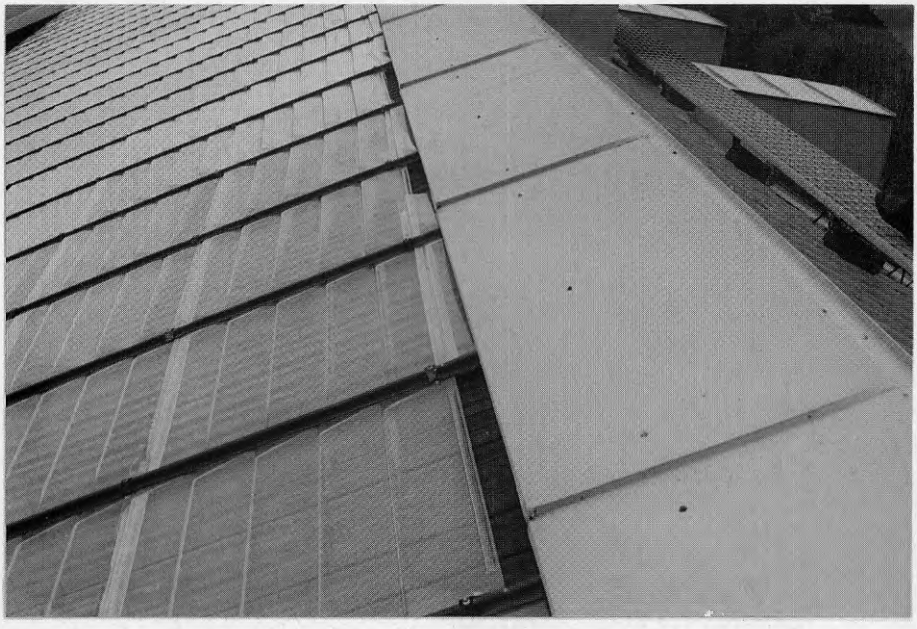


Fotografi 1
Särö. Takintegrerad solfångare med plasttäckskiva av polymetylmetakrylat (PMMA). Omfattande kondens som blivit droppformad. Denna solfångarmodell har konvektionshinder av Teflon. Kondensen droppar ned på filmen och rinner ända ner till takrännan.

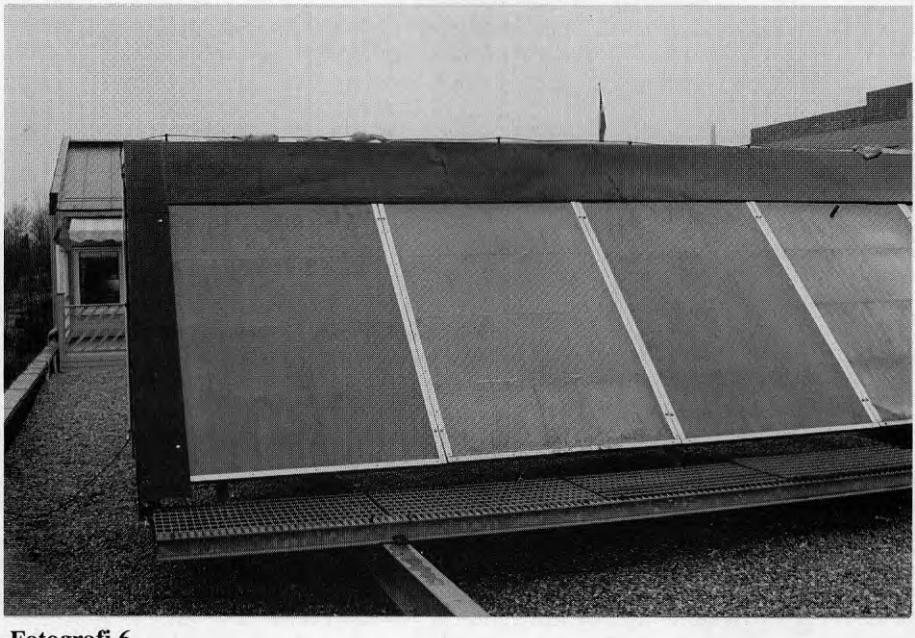
Fotografi 2
Nykvarn. Omfattande droppformad kondens på solfångarens alla fem glasningsenheter. I detta och liknande fall kan man misstänka att absorbatorn eller någon av dess lödda röranslutningar läcker.

Fotografi 3
Fjärås. Plasttäckskiva av PMMA som spruckit. Glasningsenheten ligger närmast takrännan. Förmodligen har någon trampat på täckskivan i samband med installation, service eller liknande.

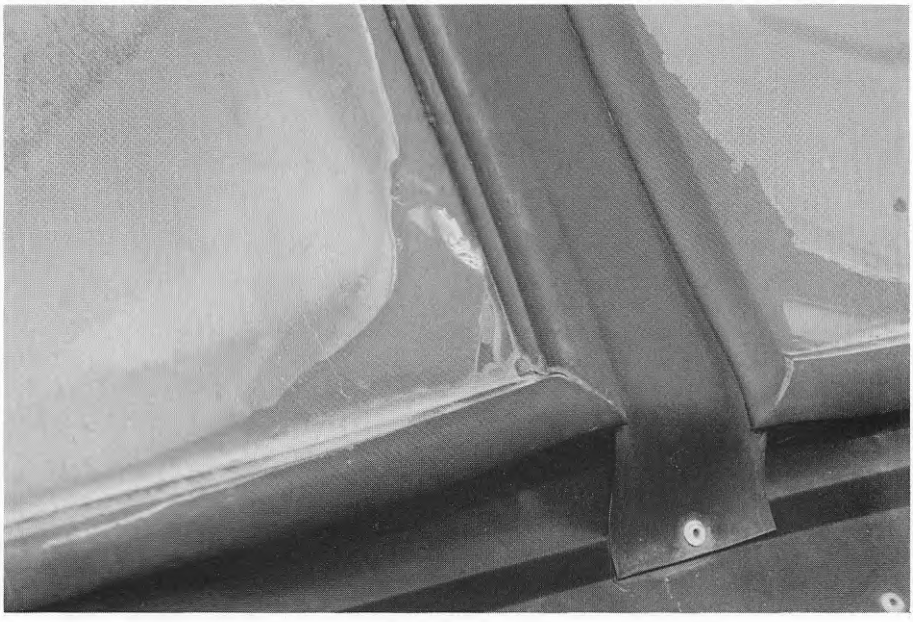
Fotografi 4
Kullavik. Översta delarna av PMMA-täckskivorna har mjuknat och sjunkit mot absorbatorerna. Max användningstemperatur för PMMA är 70-80 °C.



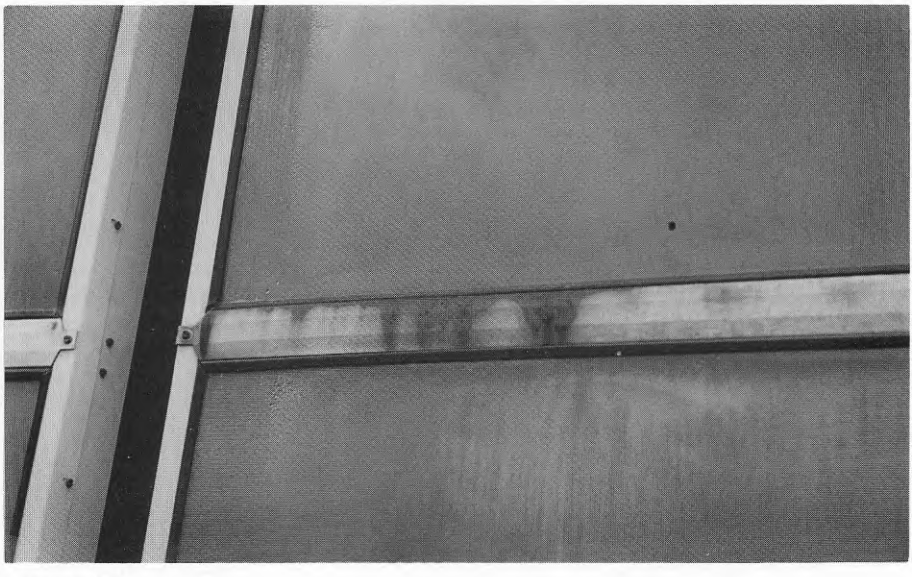
Fotografi 5
Kullavik. Plasttäckskivor av PMMA. Översta delarna är bara stumpar som lossnat eller spruckit.



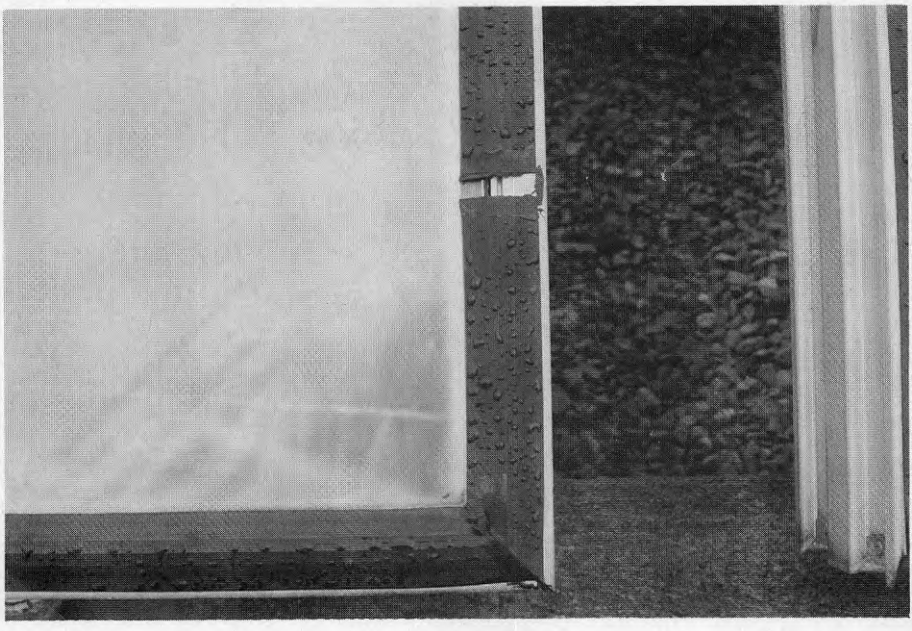
Fotografi 6
Svalebo. Täckskivorna 1 och 3 är de ursprungliga, av glasfiberarmerad polyester (GRP), medan 2 och 4 bytts ut mot något annat material. GRP-skivorna har gulnat ordentligt. Dessutom är de smutsiga av fastsittande oljesot m m, som fastnar bra på delvis frilagda glasfibrer ("fibre popout").



Fotografi 7
Ronneby Brunn. Solfångare Solerg A2 som är hermetiskt slutna och fyllda med kvävgas. Orsaken till den gula oljiga beläggningen på täckskivans insida är oklar. De enda organiska materialen mellan täckskiva och absorbator är gummilister och svart färg på absorbatorn. Absorbatorn är helsvetsad runt om mot ramen så bakomliggande isolering är helt avskild från solfångarens framsida.

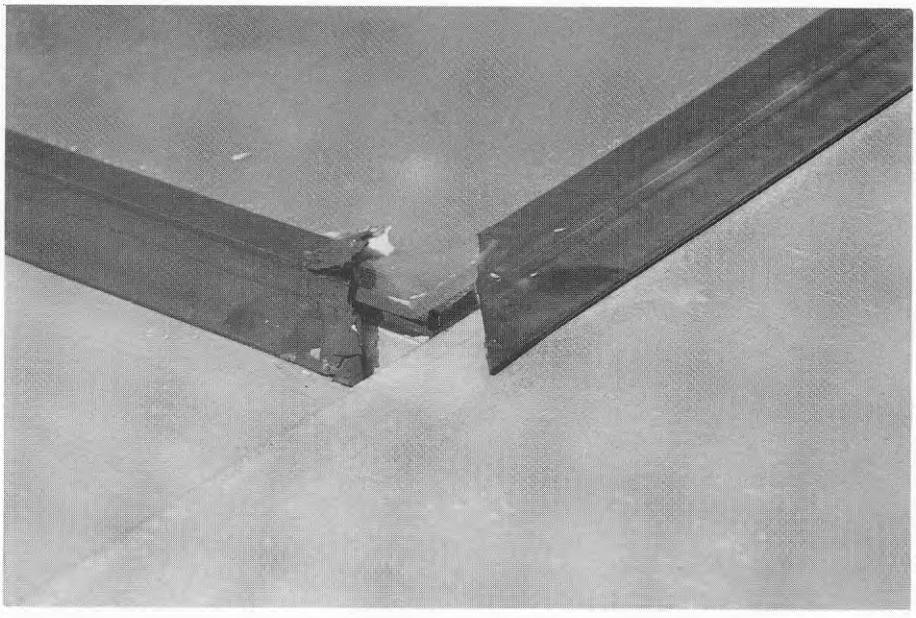


Fotografi 8
Skövde. Lister av målat förzinkat stål. Den vita färgen är i stort sett borta och underliggande zinkskikt är delvis bortfrätt varför stålet har frilagts och börjat rosta.

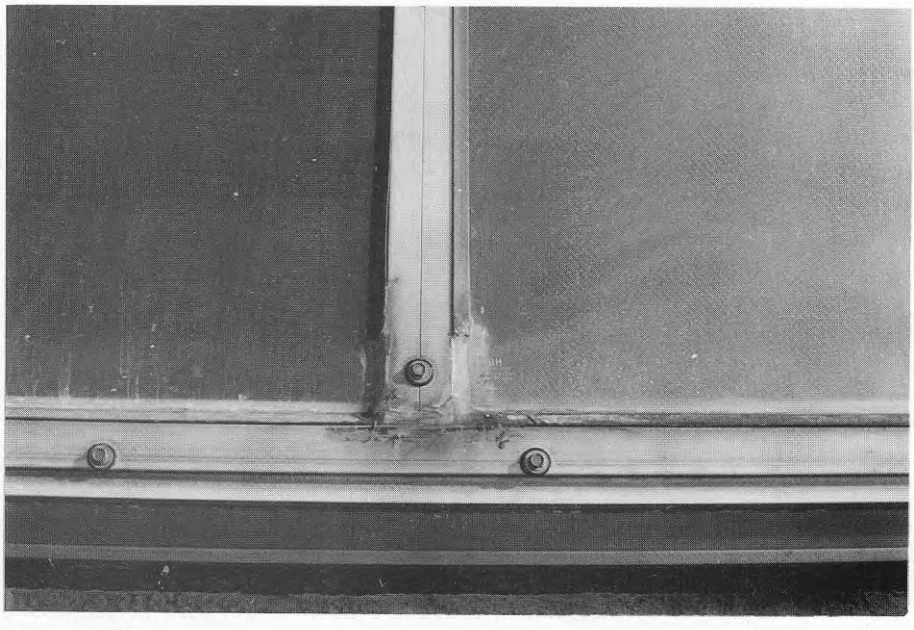


Fotografi 9
Ingelstad. Gummilist av EPDM som krympt och gått av.

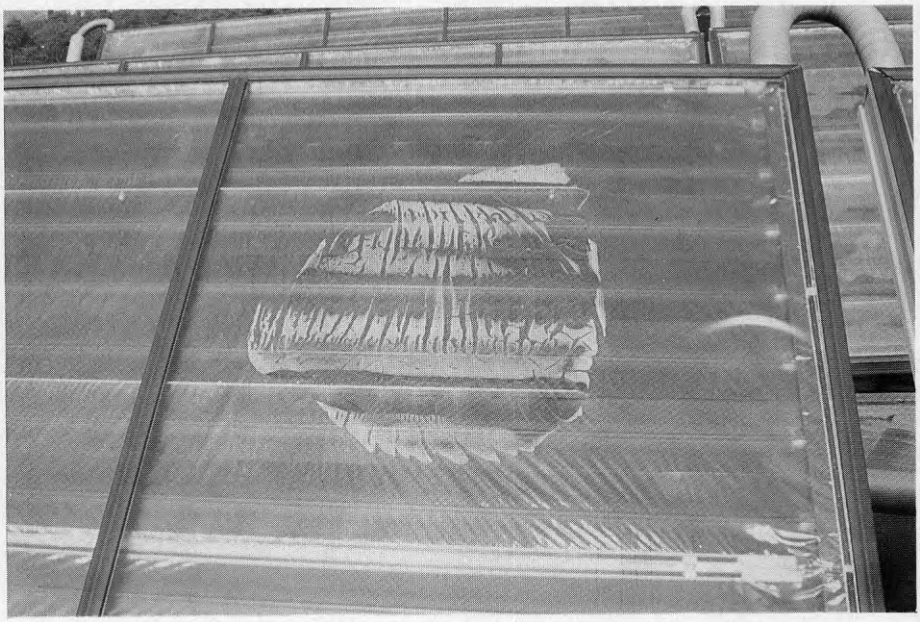
Fotografi 10
Falkenberg. Gummilist av EPDM som krympt.



Fotografi 11
Strinne. Gummilister av EPDM som krympt och gått isär.

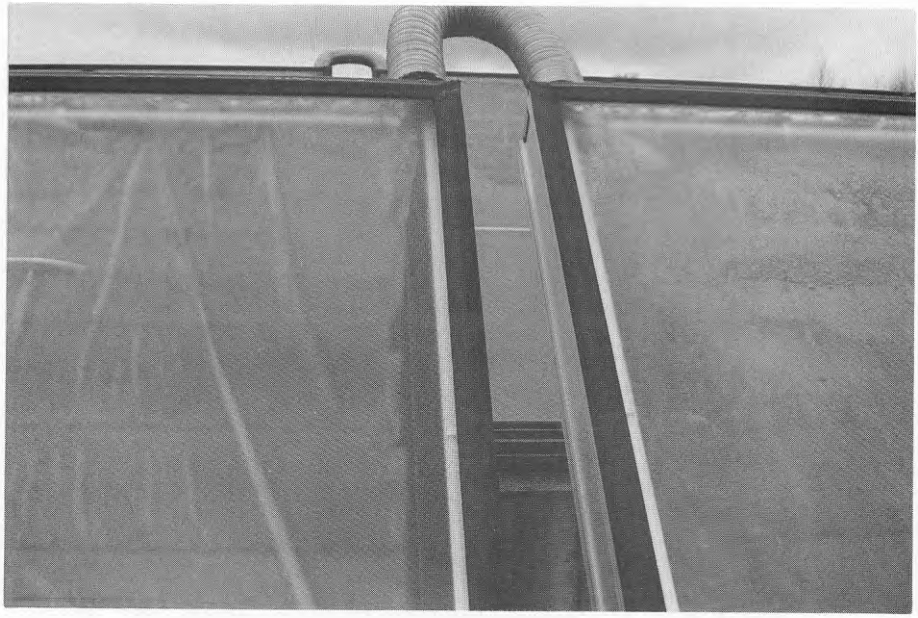


Fotografi 12
Lyckebo. Gummilister av EPDM som ligger under skyddande aluminiumlister. Frilagda delar av EPDM har bleknat, krympt, spruckit och gått av.

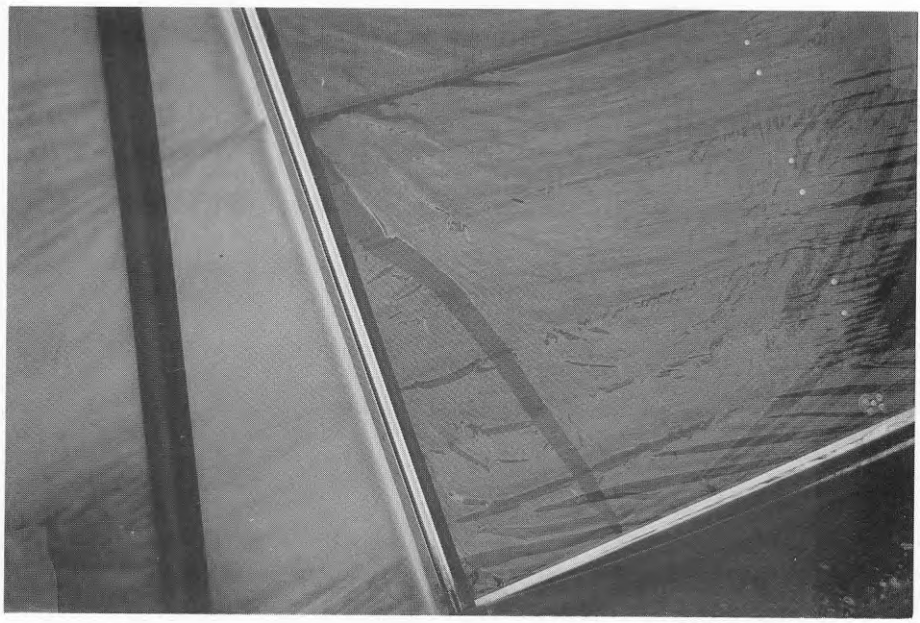


Fotografi 13
Klitterbadet, Falkenberg. Konvektionshinder av FEP-plastfilm (Teflon) som smetar mot täckskivans insida. Orsaken är statisk elektricitet.

Fotografi 14
Falkenberg. Konvektionshinder som lossnat i hörn och filmen fortsätter att lossna efter kortsidan.

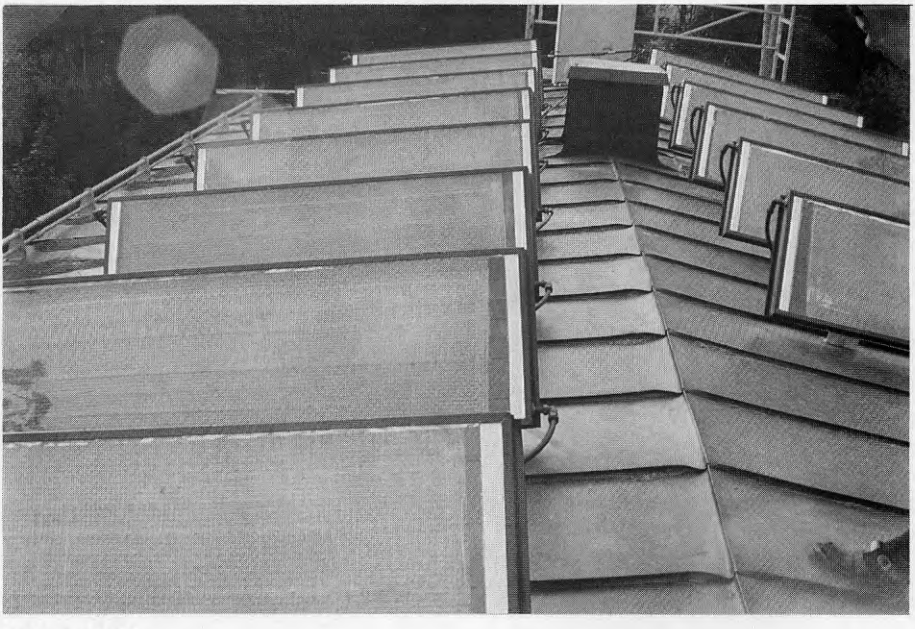


Fotografi 15
Ingelstad. Konvektionshinder som lossnat efter kortsida. Filmen har glidit ur fastspänningen och perforerande fästelement har rivit sönder filmen.



Fotografi 16
Nykvarn. Solfångare med dubbla filmer. Täckskivan och övre filmen har avlägsnats. En reva har startat efter kant p g a skada som fungerat som (brott)anvisning.

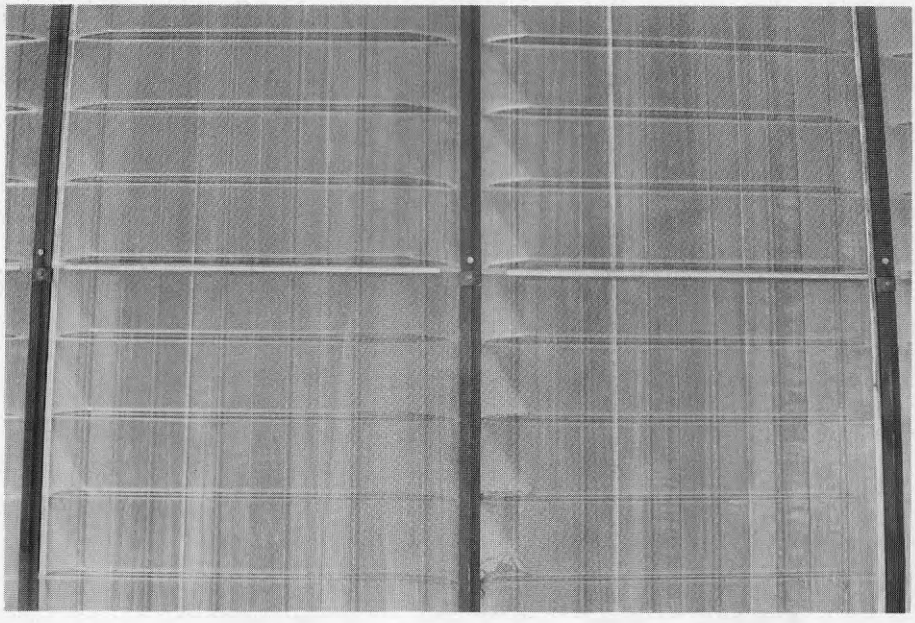
Fotografi 17
Tumba. Veckade FEP-filmer som limmats med silikonsträngar mot täckskivornas insida. Filmerna är etsade (dehalogenering) före limning, men vidhäftningen mellan film och silikon har upphört på en del ställen.



Fotografi 18
Björklinge. Transparent isolering av Isoflex (cellulosa-acetat-butyrat, CAB) som krympt. Solfångarna har stått i stagnation några år. CAB har en maximal användningstemperatur på 60-90 °C.

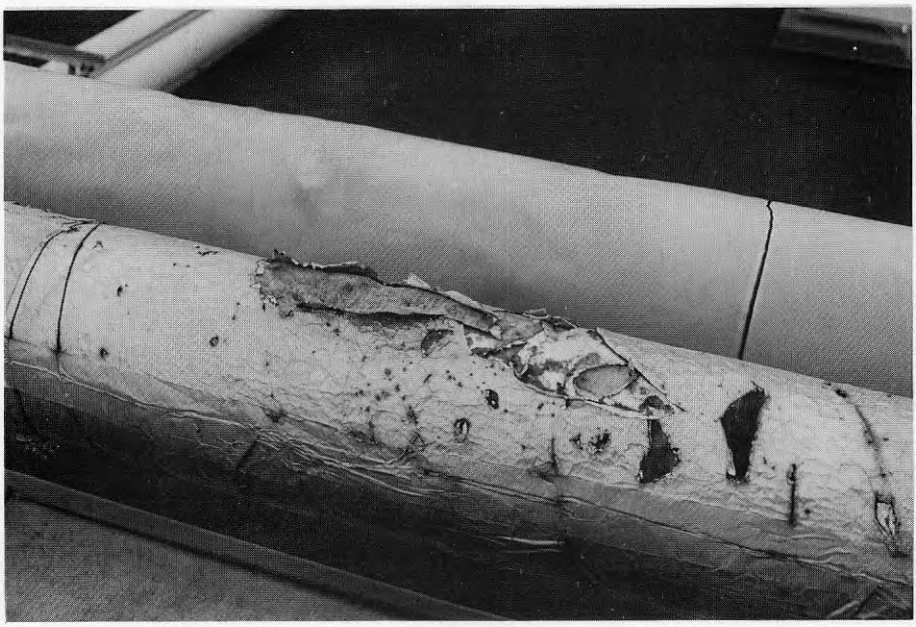
Fotografi 19
Fjärås. Rinnmärken på svartmålade aluminiumabsorbatorer. Gråvita ränder och områden som är korrosionsangripna med aluminiumoxidhydroxid som resultat.

Fotografi 20
Åsa etapp 1. Korrosionsangrepp på svartmålade aluminiumabsorbatorer. Gråvita fläckar och prickar av huvudsakligen aluminiumoxidhydroxid.

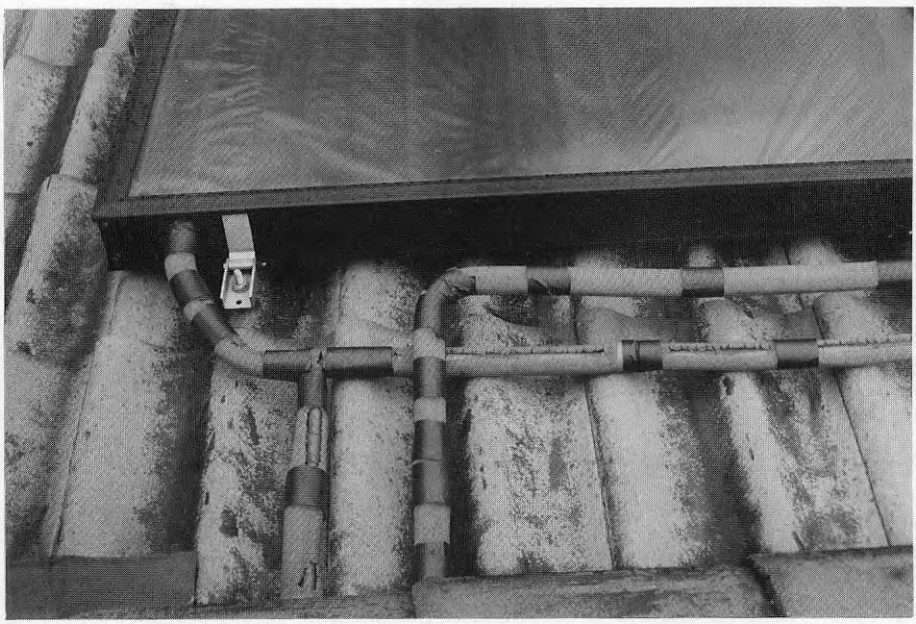


Fotografi 21
Kullavik. Nickelpigmenterade anodiserade aluminiumstrips med tunn och ojämn pigmentering. Dessutom rinnmärken från regnvatten som kommer in högst upp vid taknocken.

Fotografi 22
Lyckebo. Gulvita områden på stripsändarna vid röranslutningarna. Lyckebo hade i början ganska mycket problem med läckage i röranslutningarnas lödställen. Läckande glykol/vatten ger korrosionsangrepp på stripsen.



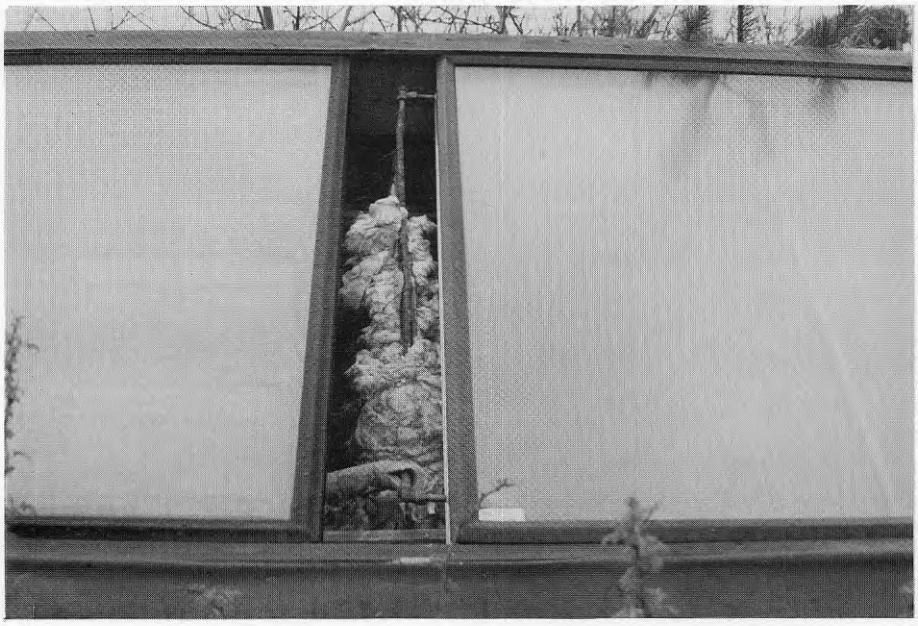
Fotografi 23
Skövdebadet. Oskyddad kulvertisolering som skadats av bl a fåglar.



Fotografi 24
Hamburgsund. Tunn Armaflexisolering som smält.

Fotografi 25
Nykvarn. Plastplåt och isolering som angripits av fåglar.

Fotografi 26
Kärleken, Halmstad. Effektiv men knappast diskret isolering.



Fotografi 27
Hamburgsund. Isolering som kollapsat.

Fotografi 28
Tumba. Armaflexisolering som exponerats för väder och vind några år.

Bilaga 1

Anläggningsbeskrivningar och besiktningsresultat

Bilaga 1:1
Skövdebadet

Geografisk belägenhet	Centralt i Skövde
Ev luftföroreningskällor	Trafik, närbelägna värmecentraler
Miljöklassificering, SS-ISO 1456	4, stadsatmosfär
Datum, tid för besiktning	24 mars 1992, förmiddagen
Väder vid besiktning	Några plusgrader, disigt
Systemtyp/byggnad	Solvärme- och värmepumpteknik för sport- och simhall
Systemets startår	Invigning 10 oktober 1980
Solfångarfabrikat/typ	Electra (Solarec)
Antal solfångare	250
Total genomskinlig area, m^2	455
Värmesänka	Utebassänger
Tillsatsvärme	Luftkylare (förångare), oljepanna

Systembeskrivning [11]
Anläggningen bygger på utnyttjande av energi från sol och luft samt användande av utebassänger som värmelager för solenergin. Solfångare har placerats på byggnadens tak och fasad, och på taket har även luftkylare (förångare) placerats. Den upptagna solvärmeenergin distribueras via en värmepump och cirkulationspumpar till de olika förbrukarna. Systemet styrs av en mikrodator.

För att fånga in solenergin har 455 m^2 solfångare med en lutning av 70° mot horisontalplanet placerats på byggnadens tak och söderfasad. Solfångarnas lutning har valts med hänsyn till ett maximalt utbyte för uppvärmning under vinterhalvåret när solhöjden är låg. Solenergin värmer värmelagret (utebassängerna) och/eller kyls av värmepumpens vattenkylare. Tack vare värmepumpen kan ingående vattentemperatur i solfångarna hållas låg vilket resulterar i hög verkningsgrad för solvärmesystemet. De på simhallens tak placerade luftkylarna utvinner energi från uteluften och överför värmen till värmepumpen. Luftkylarna används ner till en utelufttemperatur på -5 °C. De befintliga utebassängerna med en volym på 4000 m^3 nyttjas som värmelager. Dessutom fungerar den 1500 m^2 stora vattenytan som solfångare.

Anläggningen omfattar fem olika vattenkretsar: en krets glykolblandat vatten i solfångare och värmepumpens vattenkylare; en krets med utebassängvatten; en krets med värmevatten och en krets med förbrukningsvarmvatten. Energiutvinningen sker beroende på temperaturförhållanden på följande sätt. Under icke badsäsong eller vid en utelufttemperatur som är lägre än utebassängtemperaturen utvinnes energi ur solfångarkretsen genom att glykolvattnet pumpas genom värmepumpens vattenkylare. Den av värmepumpen upptagna energin överförs via kondensorer till värmevattenkretsen, som primärt nyttjas för värmning av luften i vissa tilluftsaggregat. Därefter värmer returvattnet via värmeväxlare innebassängvattnet och förvärmer tappvarmvattnet. På samma sätt används värmepumpen för att via värmeväxlare utvinna den i utebassängerna lagrade värmeenergin.

Vid en utetemperatur som är högre än utebassängtemperaturen är det mer fördelaktigt att utnyttja uteluften som värmekälla. Luften blåses då genom värmepumpens luftkylare varefter den upptagna värmeenergin transporteras till värmevattenkretsen enligt ovan. Vid drift från uteluftkylaren kan också värmepumpenergin överföras till utebassängerna om badsäsong eller värmebehov föreligger. Överskottsenergi från solfångarkretsen lagras också i bassängerna.

Solfångarnas status

Vid besiktningstillfället fanns mer eller mindre kondens på täckskivans (glas) insida hos samtliga solfångare. I några fall var kondensen mycket kompakt och tung vilket kan tyda på läckage inuti solfångarna. 4 - 5 krossade täckskivor, kanske p g a stenkastning. Men några mindre sprickor kan ha uppstått spontant p g a stora temperaturvariationer och alltför stum infästning.

Metallisterna av målat förzinkat stål är korrosionsangripna, vilket syns i form av rödrost. 25% av listerna som finns horisontellt i solfångarnas mitt är korrosionsangripna.

Gummilisterna (som nästan helt täcks av metallisterna) börjar åldras. De har blivit hårda och i många fall gråvita. Dessutom börjar de krympa vilket syns i hörnen, där det i vissa fall finns mellanrum på upp till 1 cm. Nedre gummilister börjar försvinna under sina ovanpåliggande metall-lister, men är också i många fall växtplats för mossa som börjar frodas. Förmodligen kvarstannar fukt vid nedre listerna där luftföroreningar, sönderfallsprodukter m m ger viss näring.

Listerna är fastsatta med skruvar, av vilka 95% har rostiga skruvskallar.

Av absorbatorerna får endast 5 av 250 anmärkning, beroende på att den svarta färgen har flagnat, dock minimalt. Den svarta färgen på nedre samlingsröret flagnar i många fler solfångare.

Damm finns nertill i många solfångare vilket blåst in där nedre samlingsröret passerar genom lådan.

Anslutande kulvertar har skadats av fåglar; både plastplåt och isolering.

Sammanfattningsvis är solfångarna i bra skick med hänsyn till att anläggningen startade 1980, och kommer gissningsvis att fungera i många år till.

Bilaga 1:2
Fjärås etapp 2, 3 och 4

Geografisk belägenhet	5 km sydost om Kungsbacka
Miljöklassificering, SS-ISO 1456	3, lantatmosfär
Datum, tid för besiktning	26 mars 1992, förmiddagen
Väder vid besiktning	Mulet, +5 °C
Systemtyp/byggnader	Grupphus, centrumbyggnad. Värmepump, isolerade ståltankar.
Systemets startår	Fjärås 2: 1982 Fjärås 3: 1990 Fjärås 4: 1991/92

Solfångarfabrikat/typ	Fjärås 2: Scandinavian Solar IT Fjärås 3: TeknoTerm IT Fjärås 4: TeknoTerm IT
Total genomskinlig area, m^2	2) 420, 3) 700, 4) 360
Värmesänka	Tappvarmvatten, golv- eller luft-värme (d v s lågtemperaturvärme)
Tillsatsvärme	Pannor eldade med olja eller biobränsle.

Solfångarnas status
Många täckskivor är spruckna på olika ställen, men ofta efter kanter. Dessutom finns ofta sprickor p g a den aluminiumlist som sammanfogar intilliggande täckskivor i takets lutningsriktning. Dessa vågräta lister är inte lika långa som solfångarens/täckskivornas bredd utan slutar någon dm från respektive sidokant. Där listerna slutar har sprickor ("sprickrosor") uppstått i underliggande täckskiva. Några få täckskivor har krupit ur infästningen på sidorna (gummilister). Täckskivor i solfångarnas längsriktning har inte alltid överlappning. Uppgifter om att akrylplasttäckskivorna (PMMA) håller att gå på stämmer inte med besiktningsresultaten.

Eftersom täckskivorna inte håller tätt av ovannämnda orsaker, tar solfångarna in regnvatten och annan nederbörd, vilket ger sig till känna som kraftiga rinnmärken på absorbatorerna. Förmodligen har de optiska egenskaperna försämrats avsevärt.

Bilaga 1:3
Åsa etapp 1 (3:205)

Geografisk belägenhet	Strax söder om Kungsbacka
Miljöklassificering, SS-ISO 1456	3, lantatmosfär
Datum, tid för besiktning	26 mars 1992
Väder vid besiktning	Molnigt mot blå himmel
Systemtyp	Solfångare på tak på flerbostadshus, värme och varmvatten, isolerad vattenfylld ståltank
Systemets startår	1985
Solfångarfabrikat/typ	TeknoTerm IT / takintegrerad
Total genomskinlig area, m^2	130

Solfångarnas status
En del kondensdroppar på täckskivornas insida. De fyrkantiga täckskivornas överkanter "doppar" ner och ligger an mot stripsen, men täckskivan ovanför har överlappning fortfarande. Den här IT-varianten har inga horisontella täcklister emellan täckskivorna. Stripsen har fläckar och rinnmärken och ser nästan mossiga ut här och var. Strips-varianten här har ovalt tvärsnitt.

Bilaga 1:4
Åsa etapp 3 (3:307)

Geografisk belägenhet	Strax söder om Kungsbacka
Miljöklassificering, SS-ISO 1456	3, lantatmosfär
Datum, tid för besiktning	26 april 1992, förmiddagen
Väder vid besiktning	Soligt

Systemtyp	Solfångare på tak på flerbostadshus, värme och varmvatten, isolerad vattenfylld ståltank
Systemets startår	1992
Solfångarfabrikat/typ	TeknoTerm IT / takintegrerad
Total genomskinlig area, m^2	310

Solfångarnas status
Ca 6 trasiga täckskivor, alla nederst på taket. Dessutom många spruckna täckskivor, ofta längst ner. Sprickorna ofta nära "knölarna". Den variant täckskivor som finns här har knölar mitt på, upptill och nertill. Vid de horisontella skarvarna är aluminiumlister monterade, vid vars ändar ofta sprickrosor uppstått i PMMA-plasten. På täckskivorna finns en hel del färgstänk (resultat från sprutmålning av husen ?). Vid taknocken är mellanrummet mellan takplåt och täckskivor ganska stort, varför både nederbörd och damm har kommit in den vägen. Stripsen har rinnmärken, med inslag av damm, i hela sin längd, från taknock till takränna. Eventuellt har det saknats en täckskiva i den övre raden en tid, eftersom underliggande absorbatordel har mycket damm. På absorbatorerna finns tussar av isolering här och var.

Bilaga 1:5
Särö etapp 1

Geografisk belägenhet	1 mil väster om Kungsbacka
Miljöklassificering, SS-ISO 1456	3, lantatmosfär
Datum, tid för besiktning	7 april 1992
Väder vid besiktning	Mulet, några plusgrader
Systemtyp	Solfångare på tak, flerbostadshus, isolerad vattenfylld nedsprängd 800 m^3 ståltank (säsongslager)
Solfångarfabrikat/typ	TeknoTerm IT / takintegrerad
Total genomskinlig area, m^2	725

Systembeskrivning
I Särö söder om Göteborg, har 48 småhus försetts med takintegrerade solfångare anslutna till ett säsongslager. Lagret, av typ isolerad grop, skulle ha utformats som det i Kronhjorten i Växjö, d v s isolering direkt på bergssidorna och ett tätskikt direkt därpå. Erfarenheterna från Växjö var emellertid att det var svårt att få ett sådant tätskikt tätt, varför detta lager konstruerades som en cylindrisk ståltank, som är platsbyggd i bergrummet. Isoleringen utgörs av lösull som fyller upp utrymmet mellan berget och tanken. Projektet avser i första hand en utvärdering av säsongslagret men även solfångarnas funktion studeras [10].

Solfångarnas status
Dessa solfångare har konvektionshinder av FEP-film, som i en del fall ligger an mot absorbatorn, i en del andra fall mot täckskivans insida. Hål på FEP-filmen finns. En hel del kondens i droppform finns, som faller ner på FEP-filmerna och rinner sedan ner till takrännan. Några täckskivor har glidit ur längsgående gummilist. Horisontellt skarvas dessa täckskivor med aluminiumlister. En sådan list har släppt. Inte så mycket sprickor i PMMA-plasten som i t ex Fjärås. En täckskiva har glidit ner. Små klossar har monterats ibland mellan längsgående gummilist och täckskiva, för att förbättra regntätheten (?).

Ett strips är utbytt (p g a tidigare läckage ?) mot rakt kopparrör. Vita prickar/fläckar finns på en del strips.

Bilaga 1:6
Kullavik etapp 2 och 4

Geografisk belägenhet	Strax söder om Göteborg
Miljöklassificering, SS-ISO 1456	3, lantatmosfär
Datum, tid för besiktning	7 och 9 april 1992
Systemtyp Kullavik 2 **Startår 1983**	Takintegrerade solfångare på flerbostadsshus, värmepump, marklager i lera (säsongslager)
Systemtyp Kullavik 4 **Startår 1988**	Takintegrerade solfångare på flerbostadshus, isolerad vattenfylld ståltank (korttidslager)
Solfångarfabrikat/typ	TeknoTerm IT, takintegrerade, Kullavik 2: svartmålade, Kullavik 4: selektiva
Total genomskinlig area, m^2	310 resp 700

Systembeskrivning
I Kullavik söder om Göteborg har ett antal hyreshus försetts med takintegrerade solfångare. Under sommarhalvåret lagras värme från solfångarna i en lerackumulator med en varm kärna och ett svalare skal. En värmepump används för att ta tillvara värmen från lagret eller direkt från solfångarna. För större värmebehov finns dessutom en oljepanna [10].

Solfångarnas status - Kullavik 2
Många trasiga täckskivor, vissa utbytta. Ursprungliga täckskivor "mjölkiga" p g a åldring. Vid täckskivornas överlappsskarvar har den undre täckskivan legat ner mot absorbatorn och orsakat skrapmärken. Översta täckskivan i varje solfångarrad är en kort "stuvbit" som ibland är tvärt avbruten, ibland bortblåst. I sistnämnda fall finns alltså en avsevärd öppning in mot absorbatorn, där nederbörd har fritt tillträde. Totalt ca 60 trasiga täckskivor (gäller "vinkelhuset").

Längsgående gummilister (EPDM) ser något deformerade ut, men fyller sin funktion.

Mycket rinnmärken, damm och smuts på absorbatorstripsen. De optiska egenskaperna måste ha försämrats avsevärt.

Tussar av isolering sticker fram längst upp.

Solfångarnas status - Kullavik 4
Någon enstaka täckskiva sprucken och trasig, som kan bero på stenkastning. Mycket rinnmärken och gråvita fläckar (aluminiumhydroxid ?) på stripsen.

Bilaga 1:7
Högsbohöjd, Göteborg

Geografisk belägenhet	Inom Göteborgs stad
Miljöklassificering, SS-ISO 1456	4, stadsatmosfär

Datum, tid för besiktning	9 april 1992, förmiddagen
Väder vid besiktning	Dimma, 2-4 °C
Systemtyp	Tappvarmvattenberedning för 53 radhus, moduler monterade på plåttak, orientering söder och väster, lutning 10°, värmepump ingår i systemet, korttidslager på 20 m^3
Systemets startår	1982
Solfångarfabrikat/typ	Lordan
Antal solfångare	106
Total genomskinlig area, m^2	197

Solfångarnas status
Mer eller mindre kondens i samtliga solfångare. 5 trasiga täckskivor, sannolikt på grund av stenkastning. Ca 10 av glastäckskivorna utbytta mot skivor av plast. Vissa av dessa (de äldsta) har gulnat ordentligt. Ganska mycket sot på täckskivorna, speciellt nertill på solfångarna.

Gummilisterna torra och spruckna. En och annan wellpappskiva inuti efter kant har lossnat (syns genom täckskivan). Den svarta färgen börjar flagna från metallisterna. Aluminiumfolie som täcker isoleringen på sidokanternas insida är ofta försvunnen (uppäten av korrosion ?).

Absorbatorerna ser bra ut där täckskivorna är hela eller icke utbytta. I enstaka fall är flänsarna något vita överst i några solfångare, av frilagt aluminium eller aluminiumhydroxid.

Fästjärnen börjar rosta. Kulvertarnas isolering bitvis uppäten av fåglar.

Bilaga 1:8
Svalebo sjukhem, Göteborg

Geografisk belägenhet	Inom Göteborgs stad
Miljöklassificering, SS-ISO 1456	4, stadsatmosfär
Datum, tid för besiktning	9 april 1992, förmiddagen
Väder vid besiktning	Dimma, 2-4 °C
Systemtyp	Fristående solfångare på tak, tappvarmvattenberedning, orientering söder, lutning 45°
Systemets startår	1980 på våren
Solfångarfabrikat/typ	JOCO
Antal solfångare	28
Total genomskinlig area, m^2	65

Solfångarnas status
Ett mindre antal av de ursprungliga täckskivorna av GRP (glasfiberarmerad polyester) är utbytta mot klara genomsynliga skivor (PMMA, PVC eller PC ?). Men även dessa börjar gulna något. De ursprungliga GRP-skivorna har blivit rejält gula under åren. Där undre horisontella stödlister ligger an verkar de ogenomskinliga. Gulningen, åldringen tycks accelereras av utlösta komponenter från stödlisterna. Täckskivorna har en tunn beläggning av sot som är svår att torka bort. Det regnar inte bort heller tydligen. Några skivor har spruckit. Sprickorna har lagats med något lim.

Flagor av okänt material ligger nederst i solfångarna.

Några av solfångarna har omfattande, droppformad kondens som kan vara tecken på läckage. I några av dessa solfångare har man satt små "skorstensrör" upptill för att ventilera bort fuktigheten.

Täckplåtarna upptill börjar rosta, speciellt i hörnen.

Bilaga 1:9
Vessigebro

Geografisk belägenhet	Ca 25 km från Varberg
Miljöklassificering, SS-ISO 1456	3, lantatmosfär
Datum, tid för besiktning	23 april 1992, 13-tiden
Väder vid besiktning	Soligt
Systemtyp/byggnad	Fristående solfångare på tak
Systemets startår	1986
Solfångarfabrikat/typ	TeknoTerm HT
Antal solfångare	10
Total genomskinlig area, m^2	125
Värmesänka	Tappvarmvatten, utomhusbassäng
Tillsatsvärme	Elpatron

Systembeskrivning
Solvärmesystemet används för beredning av tappvarmvatten och uppvärmning av en utomhusbassäng. Solfångarna är monterade på gymnastikhallens tak, med lutning 40° och orientering 10° mot öster relativt söder. Under perioden maj - augusti värms både tappvatten och bassängvatten av solvärme. Solvärmesystemet är kopplat enligt leverantörens anvisningar. Solfångarkretsen är fylld med 30%-ig propylenglykol. Flödet genom kretsen är 34.5 l/min vilket motsvarar 0.28 l/min och m^2 solfångare. Ackumulatortankens volym är 900 l vilket motsvarar 7.2 l/m^2 solfångare. Reglerutrustningen startar solfångarkretsen när temperaturen i solfångarna är 25°. Anläggningen stoppar när temperaturdifferensen mellan fram- och returledning sjunkit till 5° [8].

Solfångarnas status
FEP-folien ligger an mot täckskivans insida här och var. EPDM-listernas hörn och fogar har bättrats på med svart fogmassa. Solfångaren längst bak till höger har en del gulaktiga strips, kanske från ett tidigare läckage. Fåglar har hackat sönder kulvertarnas isolering. Täckskivorna har massor med små gulvita prickar på insidan (?).

Bilaga 1:10
Falkenberg

Geografisk belägenhet	I stadens utkant intill E6
Ev luftföroreningskällor	Trafik, stads- och havsatmosfär
Miljöklassificering, SS-ISO 1456	4
Datum, tid för besiktning	27 april 1992, från kl 12 under eftermiddagen
Väder vid besiktning	Mulet, 12-15 °C

Systemtyp	Markplacerade solfångare, korttidslager kopplat till fjärrvärmenätet
Systemets startår	1989
Solfångarfabrikat/typ	TeknoTerm HT
Antal solfångare	440
Total genomskinlig area, m^2	5500

Systembeskrivning
I Falkenberg har TeknoTerm för Falkenbergs Energiverk uppfört en solvärmeanläggning med 5500 m^2 solfångare och ett 1100 m^3 korttidslager i form av en isolerad ståltank ovan mark. Tanken är placerad intill värmeverket där man tidigare eldar med flis eller gas. Solfångarna är placerade på ett fält öster om nuvarande E6. I projektet prövar man en ny typ av solfångare med en enklare låda, tunnare isolering samt endast ett skikt FEP-film. Vidare används en enklare metod för inlagring och skiktning av det varma, soluppvärmda vattnet i tanken [10].

Anläggningen fungerar väl men ger något mindre energi än förväntat. En del av projektet går ut på att sänka returtemperaturerna från fjärrvärmenätet för att ge solfångarna bättre arbetsförhållanden. Nätet är komplicerat och en del arbete återstår innan målet är nått [10].

Solfångarnas status
Mer än 20% av genomskinliga arean täckt av kondens i 329 av totalt 440 solfångare. Mer kondens i solfångarna på fältets högra sida, framifrån sett.

Krympta lister hos 283 av de 440 solfångarna.

Konvektionshinder av FEP-plastfilm trasigt i 115 solfångare. Filmerna har vanligen släppt eller brustit utefter övre långsidan. Därefter är det vanligt med bristningar efter kortsidorna, med början vid övre hörn. Filmerna är lagda i två svep i solfångarnas längsriktning, med överlapp utefter en mittlinje. På kortsidorna är filmerna fastklämda mellan aluminiumlister, där popnitar går igenom filmerna. Här startar vanligen en reva som växer med tiden. Det förekommer att filmer smetar både mot absorbator och täckskiva. Här finns inga horisontella stödlister eller zickzack-trådar i mellanrummet mellan absorbator och täckskiva för att hålla filmerna på optimalt avstånd. Däremot är filmerna fasthållna under spröjsen.

En hel del strips anmärkningsvärt ljust rödbruna eller gröna, vilket tyder på att nickelpigmenteringen misslyckats. Vita eller gulvita fläckar på stripsen i en del glasningsenheter av aluminiumhydroxid (?), som kan ha uppstått efter tidigare glaskrossning eller läckage.

Aluminiumfolierna som täcker PUR-isoleringen på insidan (synligt genom täckskivan) är vanligen trasig. PUR-isoleringen har ofta expanderat, blivit brunaktig och avgett outgassing-produkter som kondenserat på täckskivans insida.

Bilaga 1:11
Klitterbadet, Falkenberg

Geografisk belägenhet	Vid kusten nära staden
Miljöklassificering, SS-ISO 1456	4, havs- och stadsatmosfär
Datum, tid för besiktning	27 april 1992, 14-tiden
Väder vid besiktning	Halvklart, 12-15 °C

Systemtyp	Fristående solfångare på tak, för tappvarmvattenberedning
Systemets startår	1987
Solfångarfabrikat/typ	TeknoTerm HT
Antal solfångare	12
Total genomskinlig area, m^2	150

Solfångarnas status
Hos 5 av 12 solfångare är mer än 20% av täckskivornas insida täckta sv kondens. Flera konvektionshinder smetar mot täckskivans insida, men inga filmer är trasiga. Generellt gäller att EPDM-listerna har krympt, och gått isär i hörn och fogar.

Bilaga 1:12
Uttervägen, Falkenberg

Geografisk belägenhet	Villaområde i Falkenbergs utkant
Miljöklassificering, SS-ISO 1456	3, lantatmosfär
Datum, tid för besiktning	27 april 1992, 17-tiden
Väder vid besiktning	Sol, blåst, ca 15 °C
Systemtyp	Fristående solfångare på tak
Solfångarfabrikat/typ	TeknoTerm ST
Antal solfångare	3
Total genomskinlig area, m^2	7.5
Värmesänka	Tappvarmvatten, radiatorer
Tillsatsvärme	Elpatron

Systembeskrivning
Solvärmesystemet används för beredning av tappvarmvatten och uppvärmning. Solfångarna monterade parallellt på husets tak, med en lutningsvinkel på 45° och orienterade 18° mot öster från söder räknat [8].

Solvärmesystemet är kopplat enligt leverantörens anvisningar. Solfångarkretsen är fylld med en speciell solvärmeolja som tillhandahålles av leverantören. Flödet genom solfångarkretsen uppgår till 3 l/min, motsvarande 0.4 l/min och m^2 solfångare. Ackumulatortanken har en volym på 700 l, motsvarande 93 l/m^2 solfångare. Reglerutrustningen har en inställd temperaturdifferens på 3° mellan solfångare och ackumulator, d v s cirkulationspumpen startar först när temperaturen i solfångarna är 3° högre än i ackumulatorn [8].

Solfångarnas status
En del kondens i samtliga solfångare. Alla tre konvektionshindren har smärre revor.

Bilaga 1:13
Kärleken, Halmstad

Geografisk belägenhet	Strax utanför Halmstad
Miljöklassificering, SS-ISO 1456	3, lantatmosfär
Datum, tid för besiktning	27 april 1992, 19-tiden
Väder vid besiktning	Mulet
Systemtyp	Fristående solfångare på tak
Solfångarfabrikat/typ	TeknoTerm ST

Antal solfångare	2
Total genomskinlig area, m^2	5
Värmesänka	Tappvarmvatten
Tillsatsvärme	Elpatron

Systembeskrivning
Solvärmesystemet används för beredning av tappvarmvatten. Solfångarna är monterade på ett förrådstak, där lutningsvinkeln kan justeras mellan 20 till 60° med hjälp av en speciell monteringsram för solfångarna. Solvärmesystemet är kopplat enligt leverantörens anvisningar. Solfångarkretsen är fylld med en speciell solvärmeolja (TeknoTerms) som tillhandahålles av leverantören [8].

Flödet genom solfångarkretsen uppgår till 3.0 l/min eller motsvarande 0.6 l/min och m^2 solfångare. Solvärmesystemets ackumulatortank har en volym på 280 l, motsvarande 56 l/m^2 solfångare. Reglerutrustningen har en inställd temperaturdifferens på 3°C mellan solfångare och ackumulator [8].

Solfångarnas status
En reva i en av FEP-filmerna. Några repor på absorbatorstripsen. I övrigt ok.

Bilaga 1:14
Ronneby Brunn

Geografisk belägenhet	I stadens utkant
Miljöklassificering, SS-ISO 1456	3, lantatmosfär
Datum, tid för besiktning	28 april 1992, mitt på dagen
Väder vid besiktning	Mulet
Systemtyp	Fristående solfångare på tak
Solfångarfabrikat/typ	Solerg A2
Antal solfångare	60
Total genomskinlig area, m^2	111

Systembeskrivning m m **[19].**
Solvärmesystemet är utvecklat av Solerg AB och innehåller egna konstruktioner av solfångare, värmeväxlare och styrutrustning. Anläggningen utnyttjas för förvärmning av tappvarmvatten. Genom byggandet av denna större prototyp- och referensanläggning förväntades bl a följande:

- möjlighet att studera verkningsgraden för ett lågtemperatursystem med speciellt konstruerade solfångare och värmeväxlare

- en grundlig utvärdering av solfångartypens och systemets materialegenskaper vid lång drifttid

- kunskap om lönsamheten för solvärmesystem av denna typ vid anläggningar med hög vattenförbrukning.

Uppvärmningen av hotellbyggnaderna och badet sker med en oljeeldad panncentral belägen i huvudbyggnadens södra del. Uppvärmning av bassängerna sker via värmeväxlare. I huvudbyggnadens norra del finns kylkompressorer som betjänar varukyl och komfortkyla. Spillvärmen från kylmaskinerna återvinns och tillförs bassängerna.

Tappvarmvattnet för badet bereds i elektriska genomströmningsberedare. För hotellbyggnaderna finns totalt fyra varmvattenberedare som värms genom hetvatten från oljepannorna. Hösten 1985 installerades en elpanna för avbrytbar el.

När solvärme-anläggningen installerades för tappvarmvattenberedning, gjordes små förändringar i det befintliga systemet. Sammanlagt 16 st ackumulatorer (fungerar även som värmeväxlare) installerades för lagring av solenergi. Varje ackumulator består av två behållare, en yttre på 550 liter för soluppvärmt glykolblandat vatten, och en inre på 100 liter för tappvatten som skall förvärmas. Tappvattnet går sedan vidare till en oljevärmd beredare för ytterligare temperaturhöjning innan distribution.

De 16 ackumulatorerna är fördelade på 4 grupper. Ackumulatorerna är sinsemellan seriekopplade, liksom de olika grupperna. Det finns möjlighet att styra inlagringen av solvärmt vatten till vilken som helst av grupperna. Styrsystemet är uppbyggt kring en mikroprocessor, som känner temperaturen i solfångarna och i ackumulatorgrupperna, och styr det solvärmda vattnet till den grupp, som har temperaturen närmast under inkommande solvärmt vatten.

Solfångarfältet består av sex parallellkopplade grupper med tio seriekopplade solfångare i varje grupp. Solfångarnas absorbatorer utgörs av två profilerade, punktsvetsade och flänsförsedda plåtar, där flänsarna svetsats samman. Plåtarna fungerar både som absorbator, värmebärarkanaler och bärande konstruktion. Täckskivorna består av härdat glas. Täckskivan är fastsatt på absorbatorns övre fläns med en expansionsbälg av värme- och köldhärdigt syntetmaterial. Utrymmet mellan absorbator och täckskiva är hermetiskt slutet och fyllt med kvävgas.

Solfångarnas status
Oljig, vit eller gulvit beläggning nertill på täckskivornas insidor i några solfångare. Absorbatorer, gummilister och yttre plåtdetaljer ser bra ut.

Bilaga 1:15
Kvarngården, Ingelstad

Geografisk belägenhet	15 km söder om Växjö
Miljöklassificering, SS-ISO 1456	3, lantatmosfär
Datum, tid vid besiktning	29 april 1992, förmiddagen
Väder vid besiktning	Regnigt, kyligt
Systemtyp	Takintegrerade solfångare, flerbostadshus, värme och varmvatten, isolerad vattenfylld ståltank
Systemets startår	1984
Solfångarfabrikat/typ	TeknoTerm IT
Antal solfångare	53

Solfångarnas status
Enplanshuset: Täckskivorna hela men några har sprickor. En täckskiva sitter för högt varför en öppning bildats in mot absorbatorn. Skräp, löv, fläckar, rinnmärken m m på stripsen. Den här svartmålade stripsvarianten har ovala värmebärarkanaler och skall hålla att gå på. För att vara svartmålade är dom ovanligt rödbruna till färgen. Vid röranslutningarnas lödställen finns mycket vita och gröna fläckar (flussmedelsrester ?).

Tvåvåningshuset: Ett antal täckskivor har glidit isär varför öppningar finns in mot absorbatorerna. En täckskiva bortblåst (?) på taket mot ån. Flera solfångare med strips och allt har glidit ner mot takrännan.

Bilaga 1:16
Torsås, Växjö

Geografisk belägenhet	15 km söder om Växjö
Miljöklassificering, SS-ISO 1456	3, lantatmosfär
Datum, tid för besiktning	29 april 1992, förmiddagen
Väder vid besiktning	Regnigt, kyligt
Systemtyp	Fabriksbyggda solfångare som integrerats i taket, flerbostadshus, värme och varmvatten, isolerad ståltank
Systemets startår	1987
Solfångarfabrikat/typ	Solsam HT2
Antal solfångare	42

Solfångarnas status
Enda anmärning: Små mängder kondens i en del solfångare.

Bilaga 1:17
Ingelstad etapp Ib och Ic

Geografisk belägenhet	15 km söder om Växjö
Miljöklassificering, SS-ISO 1456	3, lantatmosfär
Datum, tid för besiktning	29 april 1992, eftermiddagen
Väder vid besiktning	Halvklart, ca 15 °C
Systemtyp	Markplacerade solfångare, säsongslager i form av betongtank, 5000 m^3
Systemens startår	Ib: 1984, Ic: 1988
Solfångarfabrikat/typ	TeknoTerm HT
Antal solfångare	Ib: 114, Ic: +80, totalt 194
Total genomskinlig area, m^2	Ib: 1425, Ic: +1000, totalt 2425

Systembeskrivning [20]
Ingelstad solvärmecentral byggdes 1979 som ett experimentbyggnadsprojekt. Värmecentralen skulle förse 52 fristående villor med deras årliga värmebehov för rumsvärme och varmvatten via en markförlagd isolerad plaströrskulvert till undercentraler i respektive hus.

Den ursprungliga anläggningen bestod av 1320 m^2 koncentrerande solfångare, en 5000 m^3 vattenfylld och isolerad betongtank samt en värmecentral med en oljepanna. Enligt projekteringen skulle hälften av värmebehovet täckas med solvärme. De koncentrerande solfångarna ställdes på kraftiga betongfundament och huvuddelen av sammanbindningsrören var förlagda som luftledningar. Solfångarna bringades att följa solen från öster till väster med hjälp av motordrivna kuggstänger i 35 grupper. Värmelagret är en vattenfylld glidformsgjuten betongtank som isolerats utvändigt och ovanpå med 1 m mineralullsisolering. Tak och ytterväggar består av korrugerad plåt som fästs i ett regelverk av trä.

1984 ersattes de koncentrerande solfångarna med stora plana modulsolfångare med konvektionshinder och värmecentralen genomgick en mindre ombyggnad. På hösten 1987 utökades sedan solfångarfältet och värmecentralen genomgick ytterligare en mindre ombyggnad.

Solfångarnas status

Hos ca 25 solfångare (av 194) är mer än 20% av täckskivornas insida täckta av kondens. Trots att anläggningen är inhägnad är ett flertal täckskivor krossade av stenkastning. Från en bergknalle intill men utanför staketet når man tydligen ganska långt.

Konstruktionen av solfångarna från 1984 och 1988 är olika på ett antal punkter. Så till exempel är monteringen av konvektionshinder olika, liksom metoden för att hålla filmerna på optimalt avstånd mellan absorbator och täckskiva. Procentuellt är det mer fel beträffande Teflon-FEP hos solfångarna från 1988 än från 1984, utan hänsyn tagen till att 1984 års solfångare hade dubbla filmer. 25 av 114 (22%) har FEP-skador av 1984 års solfångare, och 35 av 80 (44%) av 1988 års. Den främsta orsaken är att 1988 lades två svep i solfångarens längsriktning och vid överlappningen och utefter långsidorna klämdes de fast mellan aluminiumlister som popnitades. Filmerna klämdes och nitades på samma sätt utefter kortsidorna, där revorna är ännu mer frekventa. Revorna utgår vanligen från popnitarna. Det är vanligt att filmerna i solfångare i etapp Ib smetar mot täckskivans insida.

Ett typiskt fel för Ingelstad, främst etapp Ib, är krympta och brustna gummilister. Andra större anläggningar har inte detta problem i samma utsträckning. Av 114 solfångare (etapp Ib) får ca 68 anmärkning (60%). Av 1988 års solfångare har ca 27 av 80 (34%) krympta lister.

Stripsen har ojämn kvlitet i 1988 års solfångare. Bleka rödbruna och ljusgröna strips är inte ovanliga.

Den genom täckskivan synliga aluminiumfolie, som täcker PUR-isoleringen på kanterna, har ofta spruckit. 67 av 194 solfångare får anmärkning.

Bilaga 1:18
Nöbbele etapp 1 och 2

Geografisk belägenhet	25 km sydost om Växjö
Miljöklassificering, SS-ISO 1456	3, lantatmosfär
Datum, tid för besiktning	29 april 1992, 12-tiden
Väder vid besiktning	Regnigt, 10-15 °C
Systemets startår	Nöbbele 1: 1987 Nöbbele 2: 1989
Solfångarfabrikat/typ	Solsam HT2
Antal solfångare	Nöbbele 1: 12, Nöbbele 2: 28

Solfångarnas status
Nöbbele 1: Flera cm vatten nertill i en solfångare. I samma solfångare är en skruv i aluminiumlisten loss. Tätningslist av gummi har gått av och lossnat i ett hörn. Många strips ljust rödbruna. 3 av 12 solfångare får någon form av anmärkning.

Nöbbele 2: Dränerande system. Omfattande droppformad kondens i en solfångare.

Bilaga 1:19
Göteborg

Geografisk belägenhet	Relativt centralt
Miljöklassificering, SS-ISO 1456	4, stadsatmosfär
Väder vid besiktning	Soligt
Systemtyp	Villasystem
Solfångarfabrikat/typ	Gotherm C2S
Antal solfångare	9
Total genomskinlig area, m^2	6

Solfångarnas status
Solfångarna utan anmärkning.

Bilaga 1:20
Pelles Rör, Stora Wrem

Geografisk belägenhet	5 mil nordväst om Uddevalla
Miljöklassificering, SS-ISO 1456	3, lantatmosfär
Datum, tid för besiktning	6 maj 1992, förmiddagen
Väder vid besiktning	Mulet, regn, ca 5°C
Systemtyp	Villasystem, solfångarna på taket, lutning 20°, mot söder
Systemets startår	1988
Solfångarfabrikat/typ	TeknoTerm ST
Antal solfångare	6
Total genomskinlig area, m^2	15

Solfångarnas status
Kondens i två solfångare. Trasigt Teflon-FEP i tre. 2 dm kantisolering på insidan loss.

Bilaga 1:21
JE Hakeröd, Hamburgsund

Geografisk belägenhet	4 mil nordväst om Uddevalla, vid kusten
Miljöklassificering, SS-ISO 1456	4, havsatmosfär
Datum, tid för besiktning	6 maj 1992, 11-tiden
Väder vid besiktning	Mulet, regn, ca +5°
Systemtyp	Villasystem, solfångarna på taket, lutning 30°, vända mot söder
Systemets startår	1988
Solfångarfabrikat/typ	TeknoTerm ST
Antal solfångare	2
Total genomskinlig area, m^2	5

Solfångarnas status
Ett av konvektionshindren trasigt. Isoleringen på anslutande rör skadat av fåglar.

Bilaga 1:22
E Johansson, Hamburgsund

Geografisk belägenhet	4 mil nordväst om Uddevalla, vid kusten
Miljöklassificering, SS-ISO 1456	4, havsatmosfär
Datum, tid för besiktning	6 maj 1992, 11-tiden
Väder vid besiktning	Mulet, regn ca +5°
Systemtyp	Villasystem, solfångarna på taket, lutning 45°, vända mot sydväst
Systemets startår	1988
Solfångarfabrikat/typ	TeknoTerm ST
Antal solfångare	4
Total genomskinlig area, m^2	10

Solfångarnas status
Inga anmärkningar på solfångarna. Ingen eller bristfällig isolering på anslutande rör. Delar av isoleringen har smält.

Bilaga 1:23
L Johansson, Hamburgsund

Geografisk belägenhet	4 mil nordväst om Uddevalla, vid kusten
Miljöklassificering, SS-ISO 1456	4, havsatmosfär
Datum, tid för besiktning	6 maj 1992, 12-tiden
Väder vid besiktning	Mulet, regn, ca +5°

Systemtyp	Villasystem, solfångarna mark-placerade, lutning 45°, vända mot söder
Systemets startår	1988
Solfångarfabrikat/typ	TeknoTerm ST
Antal solfångare	3
Total genomskinlig area, m^2	7.5

Solfångarnas status
Konvektionshinder trasigt i två solfångare. De har brustit upptill på långsidorna. I övrigt inga anmärkningar. Isoleringen på anslutande rör hänger som trasselsuddar och fyller ingen funktion.

Bilaga 1:24
G Johansson, Hamburgsund

Geografisk belägenhet	4 mil nordväst om Uddevalla, vid kusten
Miljöklassificering, SS-ISO 1456	4, havsatmosfär
Datum, tid för besiktning	6 maj 1992, 13-tiden
Väder vid besiktning	Mulet, ca +5°
Systemtyp	Villasystem, solfångarna på taket, lutning 30°, vända mot sydost
Systemets startår	1987
Solfångarfabrikat/typ	TeknoTerm ST
Antal solfångare	3
Total genomskinlig area, m^2	7.5

Solfångarnas status
Mycket kondens i mittersta solfångaren. Enligt husägaren finns ständig kondens i denna solfångare. Den försvinner inte ens efter flera dagars högsommarväder.

Konvektionshindren trasiga i alla tre solfångarna. De har brustit efter långsidorna.

Isoleringen på anslutande rör har smält.

Bilaga 1:25
T Johansson, Hällevadsholm

Geografisk belägenhet	35 km nordväst om Uddevalla
Miljöklassificering, SS-ISO 1456	3, lantatmosfär
Datum, tid för besiktning	6 maj 1992, 15-tiden
Väder vid besiktning	Mulet med regnstänk, ca +5°
Systemtyp	Villasystem, fristående solfångare placerade på plant garagetak, lutning 45°, vända mot sydsydväst
Systemets startår	1990
Solfångarfabrikat/typ	TeknoTerm ST
Antal solfångare	4
Total genomskinlig area, m^2	10

Solfångarnas status
En film av Teflon-FEP har brustit efter en långsida. I övrigt inga anmärkningar.

Bilaga 1:26
O Högberg, Tjörn

Miljöklassificering, SS-ISO 1456	3, lantatmosfär
Datum, tid för besiktning	6 maj 1992, 16-tiden
Väder vid besiktning	Mulet, ca +5°
Systemtyp	Villasystem, takintegrerade solfångare, lutning 30°
Systemets startår	1990
Solfångarfabrikat/typ	Lesol-3
Antal solfångare	8
Total genomskinlig area, m^2	10.4

Solfångarnas status
En del mindre repor i några strips, efter hantering.Några skruvar saknas i lister. Men i stort sett en felfri anläggning.

Bilaga 1:27
A Larsson, Ödsmål

Geografisk belägenhet	Strax norr om Stenungsund
Miljöklassificering, SS-ISO 1456	3, lantatmosfär
Datum, tid för besiktning	7 maj 1992, 9-tiden
Väder vid besiktning	Disigt, ca +5 °C
Systemtyp	Villasystem
Solfångarfabrikat/typ	Lesol-3
Antal solfångare	4
Total genomskinlig area, m^2	10.4

Solfångarnas status
Stripsen stämplade 901210. Ofärgade kanter på vissa strips. Listerna ok. En del insekter finns i några solfångare. Bit aluminiumfolie har lossnat i nedre högra solfångaren.

Bilaga 1:28
Lesol-3, Lilla Edet

Geografisk belägenhet	5 mil norr om Göteborg
Miljöklassificering, SS-ISO 1456	3, lantatmosfär
Datum, tid för besiktning	7 maj 1992, förmiddagen
Väder vid besiktning	Mulet, ca +5 °C
Systemtyp	Villasystem
Solfångarfabrikat/typ	Lesol-3
Antal solfångare	5
Total genomskinlig area, m^2	13

Solfångarnas status

Solfångarna sitter vertikalt på garagevägg. Stripsen sitter lodrätt och ett enda långt horisontellt kopparrör ligger an mot stripsen och håller dem på plats. Teoretiskt sett finns risk för galvanisk korrosion på stripsens aluminiumflänsar, men då krävs en fuktfilm. I övrigt inga anmärkningar.

Bilaga 1:29
TeknoTerm ST, Lilla Edet

Geografisk belägenhet	5 mil norr om Göteborg
Miljöklassificering, SS-ISO 1456	3, lantatmosfär
Datum, tid för besiktning	7 maj 1992, förmiddagen
Väder vid besiktning	Mulet, ca +5 °C
Systemtyp	Villasystem
Solfångarfabrikat/typ	TeknoTerm ST, som integrerats med taket
Antal solfångare	2
Total genomskinlig area, m^2	5

Solfångarnas status
Bägge FEP-filmerna trasiga. I övrigt inga anmärkningar.

Bilaga 1:30
Älvängen

Geografisk belägenhet	3 mil norr om Göteborg
Miljöklassificering, SS-ISO 1456	3, lantatmosfär
Datum, tid för besiktning	7 maj 1992, 13-tiden
Väder vid besiktning	Mulet, ca +5 °C
Systemtyp	Villasystem
Solfångarfabrikat/typ	Lesol
Antal solfångare	5
Total genomskinlig area, m^2	13

Solfångarnas status
1 täckglas trasigt, provisoriskt hoplimmat. Aluminiumfolien täcker inte isoleringen, mineralullsmatta med väv. I övrigt inga anmärkningar.

Bilaga 1:31
Alafors

Geografisk belägenhet	Knappt 3 mil norr om Göteborg
Miljöklassificering, SS-ISO 1456	3, lantatmosfär
Datum, tid för besiktning	7 maj 1992, 14-tiden
Väder vid besiktning	Halvklart, ca +5 °C
Systemtyp	Villasystem
Solfångarfabrikat/typ	TeknoTerm ST
Antal solfångare	5
Total genomskinlig area, m^2	12.5

Solfångarnas status

Solfångarna utan anmärkning.

Bilaga 1:32
Floda

Geografisk belägenhet	Ca 16 km från Landvetter
Miljöklassificering, SS-ISO 1456	3, lantatmosfär
Datum, tid för besiktning	7 maj 1992, 14-tiden
Väder vid besiktning	Mulet
Systemtyp	Villasystem
Solfångarfabrikat/typ	Lesol 2
Antal solfångare	8
Total genomskinlig area, m^2	10.2
Värmesänka	Tappvarmvatten, radiatorer
Tillsatsvärme	Vedpanna, elpatron

Systembeskrivning
Solvärmesystemet används för beredning av tappvarmvatten och uppvärmning. Solfångarna är monterade parallellt på husets tak, med lutning 30° och orienterade 47° mot öster relativt söder [8].

Systemet är ett självbygge. Kretsen är fylld med vatten/glykol (15% etylenglykol). Flödet är 10 l/min eller 0.98 l/min per m^2 solfångare. Ackumulatortankens volym är 750 l, vilket betyder 74 l/m^2 solfångare [8].

Solfångarnas status
En del damm har blåst in nertill i solfångarna. Under ett glas nertill är en packningsbit borta. Skruvskallar på lister rostiga.

Bilaga 1:33
Odensbacken, Örebro

Geografisk belägenhet	2 mil sydost om Örebro
Miljöklassificering, SS-ISO 1456	3, lantatmosfär
Datum, tid för besiktning	9 juni 1992, förmiddagen
Väder vid besiktning	Strålande solsken, varmt
Systemtyp	Markplacerade, platsbyggda solfångare anslutna till fjärrvärmenätet via värmeväxlare
Systemets startår	1991
Solfångarfabrikat/typ	Solsam LGB, strips av koppar ("Zanders strips") med Maxorb
Antal solfångare	7 sektioner per rad, 6 rader
Total genomskinlig area, m^2	932

Systembeskrivning
I Odensbacken utanför Örebro har Solsam AB uppfört ett fält med vätskekylda solfångare av samma typ som används i Säter. Det 932 m^2 stora fältet är anslutet till fjärrvärmenätet via värmeväxlare. En liten ackumulator på ca 60 m^3 används som korttidslager. Expansionskärl och säkerhetsventiler finns i närbelägen byggnad. Säkerhetsventilerna "blåser" i speciellt kärl så att inget glykol skall förfaras. 48%-ig

monopropylenglykol används som värmebärare. Systemets spets- och kompletteringsvärmekälla är en gasolpanna [10].

Solfångarnas status
Solfångarna belagda med frömjöl och damm. Anmärkning på hörntätning i 7 fall, FEP-film klibbar mot glas i 2 fall, skarv mellan sektioner ej tätad i flera fall, 1 spröjs ej fastskruvad i nederkant, 1 list över spröjs saknas. Isolering saknas vid röranslutningar och behöver kompletteras vid styrgivare. Utefter en linje i en sektion där horisontella strips skarvas, har Maxorb-tapen börjat lossna.

Bilaga 1:34
Säter

Geografisk belägenhet	Några km från centralorten
Miljöklassificering, SS-ISO 1456	3, lantatmosfär
Datum, tid vid besiktning	9 juni 1992, 16-tiden
Väder vid besiktning	Soligt, varmt
Systemtyp	Markplacerade solfångare, anslutet till energiverkets värmecentral
Systemets startår	1992
Solfångarfabrikat/typ	Solsam LGB, platsbyggda
Antal solfångare	7 sektioner per rad, 8 rader
Total genomskinlig area, m^2	1250

Systembeskrivning
I Säter har Solsam AB uppfört ett solfångarfält som har anslutits direkt till fjärrvärmereturen utan inkoppling av ackumulator. Anläggningen invigdes den 19 maj 1992. Det 1250 m^2 stora solfångarfältet byggdes på plats i form av långa isolerade lådor vilka förseddes med absorbatorer av koppar på vilka ett speciellt absorberande ytskikt är pålimmat (Maxorb). Därefter glasades lådorna och restes i önskad vinkel. Solfångarkonceptet avviker från det som används av TeknoTerm, men liksom i Nykvarnprojektet har leverantören utlovat 10 % bättre verkningsgrad jämfört med det ursprungliga Nykvarnfältet. Mätningar och utvärdering pågår. Preliminära data visar att anläggningen fungerar tillfredsställande [10].

Solfångarnas status
Solfångarna mycket dammiga. Anmärkning på hörntätning i 8 fall, anmärkning på tätning mellan sektioner i 2 fall, c/c-avstånd mellan spröjs för stort i 3 fall, 2 täcklister över spröjs har glidit ner. Inga anmärkningar på FEP-filmer. Två olika tätningsmassor har använts, en grå och en gulvit. Den grå är ok, men den gulvita är hård och börjar redan flagna.

Bilaga 1:35
Storbygärdet, Malung

Geografisk belägenhet	Relativt centralt
Miljöklassificering, SS-ISO 1456	3, lantatmosfär
Datum, tid för besiktning	9 juni 1992, 19-tiden
Väder vid besiktning	Strålande solnedgång, klart, vindstilla

Systemtyp	Markplacerade solfångare, 100 m^3 vattentank i elvärmeanläggning, planer på groplager
Systemets startår	1987
Solfångarfabrikat/typ	Solsam / Wilson LGB
Antal solfångare	4 rader
Total genomskinlig area, m^2	600

Solfångarnas status
Solfångarna dammiga. I varje glasningsenhet är FEP-filmen trasig (0.013 mm tjock), utom 8 i sista raden åt nordöst, där tjockare film (0.025 mm) använts. Alla typer av revor finns: utefter kant, initialt från kant eller hörn och inåt, mitt på m m. Distanspropparna mellan absorbator och FEP-film har vanligen lossnat och ramlat ner. Gummi- och aluminiumlister ser bra ut. Även stripsen verkar ok även om det inte syns så bra genom dammet.

Hur FEP-filmen monterades **[26]**
Enligt brev från Gunnar Wilson gick monteringen av FEP-film till enligt följande: "Folien limmades på gummilisten med ett silikonlim som späddes med toluen för att underlätta limpåstrykningen. Sedan toluenet avdunstat behöll limmet sin "kladdighet" som gjorde det möjligt att eftersträcka folien för att avlägsna alla rynkor. För att undvika att kondensvatten samlades mellan glaset och folien gjordes ett litet hål i foliens underkant några cm från kanten. Folien var mycket för bred (ca 1350 mm) vilket gjorde att när man skulle skruva fast klämlisten för att hålla glaset på plats , folien fastnade i skruven, lindades upp runt denna och skadades. Ett annat fel berodde på att några solfångarlängder blev liggande på grund av semester. Det tog lång tid (3-4 veckor) innan solfångarna restes från horisontellt läge till 45° lutning. Regnvatten samlades på glaset och läckte in mellan glas och folie och skadade folien genom kraftig sträckning. Vidare fanns i varje glasningsenhet tre st gummiproppar som skulle limmas fast mellan folien och glaset. Dessa lossnade på grund av ett felaktigt lim. Ett silikonlim som från början var planerat byttes mot ett kontaktlim för att förkorta montagetiden. Dessa gummiproppar som sedermera visade sig onödiga orsakade en del skador på folien.

Jag har följt skadorna och konstaterat att de flesta uppträdde redan första månaden men många har förstorats genom åren. Anläggningens utseende störs idag mycket av det trasiga teflonet. De åtta sista glasningsenheterna i nordöstra hörnet är dock intakta vilket jag konstaterade vid inspektion för några dagar sedan".

Bilaga 1:36
Torvalla, Östersund

Geografisk belägenhet	5 km sydost om Östersunds centrum
Miljöklassificering, SS-ISO 1456	3, lantatmosfär
Datum, tid för besiktning	10 juni 1992, eftermiddagen
Väder vid besiktning	Strålande solsken, minst 25 °C
Systemtyp/byggnad	Solfångarna markplacerade. Solvärmeenergin överförs via värmeväxlare till kulvertnätet
Systemets startår	Mars 1983
Solfångarfabrikat/typ	Gränges Aluminium AB
Antal solfångare	160

Total genomskinlig area, m^2	1789
Värmesänka	Kulvertnätet
Tillsatsvärme	Fjärrvärme (olja, alternativa bränslen)

Systembeskrivning
Solvärmeenergin samlas upp av 160 fabriksmonterade solfångare som via värmeväxlare har anslutits till kulvertnätet inom Torvalla. Solfångarnas värmeproduktion bidrar till att täcka en del av värmeförsörjningen inom området. Grundprincipen är att låta det välisolerade kulvertnätet fungera som ackumulator. Detta innebär att under dygnets soltimmar sommartid tillåts temperaturen i fjärrvärmenätet stiga i takt med tillförd solvärme. Den på så sätt inlagrade värmeenergin förbrukas sedan under de solfattiga timmarna, för t ex värmning av tappvatten m m [16].

Hela anläggningen har kostat 3.2 miljoner kr och har finansierats med hjälp av experimentbyggnadslån från BFR. Enligt gjorda beräkningar kommer årsproduktionen av energi att uppgå till ca 720 MWh, vilket motsvarar 75 m^3 olja. Den maximala effekten en solig sommardag beräknas bli 1 MW [16].

Solfångarnas status
Många täckglas sönderslagna. Området är inte inhägnat. Hög markvegetation. Anläggningen avstängd och kommer förmodligen inte igång igen utan omfattande och kostsamma reparationer. Ändå ser solfångarna bra ut, t ex strips och gummilister (mjuka utan krympning och sprickning). Solfångarna vittnar om gediget hantverk. Vissa sektioner strips brunfärgade p g a explosion orsakad av stagnationsförhållanden.

Bilaga 1:37
Sollefteå

Geografisk belägenhet	Relativt centralt
Miljöklassificering, SS-ISO 1456	4, stadsatmosfär
Datum, tid för besiktning	10 juni 1992, 18-tiden
Väder vid besiktning	Klart, solsken, varmt
Systemtyp	Villasystem, solfångarna på taket
Systemets startår	1985
Solfångarfabrikat/typ	Gotherm C2
Antal solfångare	12
Total genomskinlig area, m^2	7.92

Solfångarnas status
Solfångarna dammiga. 1 glastäckskiva sprucken. I övrigt inga anmärkningar.

Bilaga 1:38
Strinne

Geografisk belägenhet	Ca 12 km från Kramfors
Miljöklassificering, SS-ISO 1456	3, lantatmosfär
Datum, tid för besiktning	11 juni 1992, förmiddagen
Väder vid besiktning	Strålande sol

Systemtyp	På ladugårdstak med kulvert till boningshuset. Solfångarnas lutning är 30°.
Systemets startår	1985
Solfångarfabrikat/typ	TeknoTerm ST
Antal solfångare	8
Total genomskinlig area, m^2	20
Värmesänka	Tappvarmvatten, radiatorer
Tillsatsvärme	Vedpanna, elpatron

Systembeskrivning
Solvärmesystemet används för beredning av tappvarmvatten och uppvärmning. Solfångarna är monterade parallellt i två grupper, som sinsemellan är seriekopplade. Solfångarna sitter på ett ladugårdstak med lutning 22° och orienterade 15° mot öster i förhållande till söder. Mellan ladan och boningshuset har solfångarkretsen förlagts i ett kulvertsystem, som är ca 30 m långt och kopplat till ett befintligt värmesystem i huset. För systemutformning och konstruktion ansvarar ägaren själv [8].

Värmebärare är 50% glykol/vatten. Flödet genom solfångarkretsen är 9.4 l/min eller 0.47 l/min och m^2 solfångare. Ackumulatortankens volym är 2100 l, motsvarande 105 l/m^2 solfångare. Reglerutrustningen (TeknoTerm ETD) har en inställd temperaturdifferens på 5° mellan solfångare och ackumulator, d v s att cirkulationspumpen startar när temperaturen i solfångarna är 5° högre än i ackumulatorn. När temperaturdifferensen mellan solfångare och ackumulator sjunkit ner till 2° stannar pumpen [8].

Solfångarnas status
Solfångarna är dammiga. EPDM-listerna ovan täckskivorna har krympt vilket medfört att dessa gått isär flera cm i hörnen. I 2-3 hörn per täckskiva har gummilisterna under resp täckskiva gått isär 1-3 cm. I solfångare där både listerna över och under gått isär, finns öppningar in mot absorbatorn. Kondens i en solfångare. FEP-filmerna mer eller mindre trasiga i 7 av 8 solfångare, revor i överkant.

Bilaga 1:39
Sundsvall

Geografisk belägenhet	Centralt, Norra Stadsberget
Miljöklassificering, SS-ISO 1456	4, stads- och industriatmosfär
Datum, tid för besiktning	11 juni 1992, 13-tiden
Väder vid besiktning	Strålande sol
Systemtyp	Villasystem
Solfångarfabrikat/typ	Gotherm C2S
Antal solfångare	8
Total genomskinlig area, m^2	5.3

Solfångarnas status
Dammiga täckskivor. Ett sprucket glas. En del vita fläckar på ett av stripsen, förmodligen aluminiumhydroxid. Armaflexisoleringen på anslutande rör i dålig kondition, gammal och åldrad. Det andra röret saknar isolering.

Bilaga 1:40
Björklinge

Geografisk belägenhet	2 mil norr om Uppsala
Miljöklassificering, SS-ISO 1456	3, lantatmosfär
Datum, tid för besiktning	11 juni 1992, 19-tiden
Väder vid besiktning	Soligt
Systemtyp	Villasystem
Systemets startår	Systemet har aldrig varit i drift, solfångarna har stått i stagnation i några år
Solfångarfabrikat/typ	Sunflex
Antal solfångare	20 på taket, 12 på lodrät vägg

Solfångarnas status
Den transparenta isoleringen av CAB-plast har krympt (både på längden och bredden) i ca 14 solfångare. I ett fall finns missfärgning upptill. Kantlisterna av plåt har ojämn passning i hörnen.

Bilaga 1:41
Lyckebo, Uppsala

Geografisk belägenhet	1 mil norr om Uppsala
Miljöklassificering, SS-ISO 1456	3, lantatmosfär
Datum, tid för besiktning	12 juni 1992, förmiddagen
Väder vid besiktning	Soligt, ca 18 °C
Systemtyp	Markuppställda solfångare anslutna till säsongslager/bergrum
Systemets startår	Våren 1983
Solfångarfabrikat/typ	Scandinavian Energy AB
Antal solfångare	360
Total genomskinlig area, m^2	4320
Värmesänka	Oisolerat vattenfyllt bergrum, 105 000 m^3

Systembeskrivning **[29]**
Lyckebo är beläget i Storvreta samhälle 13 km norr om Uppsala. Solvärmeanläggningen byggdes under perioden 1981 till 1983 och från september 1983 sker värmeförsörjningen i området från värmelagret. Anläggningen är dimensionerad för att försörja 550 lägenheter och småhus i ett nybyggt bostadsområde med värme och tappvarmvatten. Området är idag utbyggt till 425 bostadsenheter. Värmeförsörjningen sker via ett separat fjärrvärmesystem som arbetar vid låg temperatur, max 70 °C under vintern och max 55 °C under sommaren.

Under en första etapp av projektet har 4320 m^2 solfångare installerats. Detta motsvarar 15% av den erforderliga ytan för att täcka hela lasten. Den återstående solfångarytan simuleras med en 6 MW elpanna. Samma elpanna kan även utnyttjas som tillsatsvärmekälla om sådan behövs.

Solfångarna lutar 42° mot horisontalplanet och är riktade mot söder. Det oisolerade bergrummet, vars hjässa är belägen 30 m under markytan, är ringformat med ytterdiametern 75 m, bredden 18 m och höjden 30 m. Lagret är temperaturskiktat och värme lagras och urlagras på den nivå i lagret där motsvarande temperatur som produceras respektive krävs i lasten finns. Detta åstadkommes med två uppsättningar dubbla höj- och sänkbara teleskoprör.

Solfångarnas status
Mer än 20% av täckskivornas insida täckta av kondens, hos 55 solfångare. Omfattande, droppformad kondens som tyder på läckage i 15 solfångare. I Lyckebo har man misstankar om att täckskivor (härdat glas) kan gå sönder spontant, eftersom inga tecken på vandalism finns. Området är inhägnat, vilket i och för sig inte utesluter stenkastning. Misstankar om spontan sprickning av härdat glas har tidigare även rapporterats från andra håll.

FEP-filmerna ser bra ut, men små anmärkningar kan göras beträffande 16 solfångare, där orsaken vanligen är att glaset krossats. Att FEP-filmerna fortfarande ser bra ut, efter nästan 10 år, beror sannolikt på att varje glasningsenhet (5 per solfångare) har dubbla löstagbara ramar med var sin separat monterad FEP-film. Enligt ögonvittnen från tillverkningen, monterades filmerna med noggrannhet och omsorg, inga nitar eller skruvar drevs igenom filmerna utan de klämdes fast. I ett antal solfångare går rostfria tunna trådar mellan filmerna för att de ej skall klibba ihop.

Anmärkning på tätningslister av EPDM hos 116 solfångare (vanligen krympning, i några fall har gummilisterna krupit loss från utanpåliggande aluminiumlisten). Aluminiumlisterna har uppenbarligen gett bra skydd under åren. Eftertätningar med silikonmassa börjar släppa.

Aluminiumfolien som täcker PUR-isoleringen upptill och nertill verkar i stort sett intakt, men anmärkning beträffande 8 solfångare.

52 solfångare får anmärkning angående stripsens utseende, vanligen missfärgning pga tidigare läckage. Speciellt i början hade man i Lyckebo problem med läckage i lödställen mellan anslutande kopparrör till strips.

Bilaga 1:42
Almunge

Geografisk belägenhet	2 mil öster om Uppsala
Miljöklassificering, SS-ISO 1456	3, lantatmosfär
Datum, tid för besiktning	15 juni 1992, förmiddagen
Väder vid besiktning	Strålande väder, ca 20 °C
Systemtyp	Villasystem
Systemets startår	1985
Solfångarfabrikat/typ	Sun Star 90 Aqua
Antal solfångare	6
Total genomskinlig area, m^2	8

Solfångarnas status
Vatten och kondens finns i täckskivornas längsgående kanaler. Brännmärken på plasttäckskivorna är spår efter en större brasa intill huset. I övrigt inga anmärkningar.

Bilaga 1:43
Järfälla

Geografisk belägenhet	Förort nordväst Stockholm
Miljöklassificering, SS-ISO 1456	4, stadsatmosfär
Datum, tid för besiktning	15 juni 1992, mitt på dagen

Väder vid besiktning	Strålande väder
Systemtyp	Villasystem
Systemets startår	1983
Solfångarfabrikat/typ	Bolin
Antal solfångare	4
Total genomskinlig area, m^2	7.7

Solfångarnas status
Solfångarna frös sönder i vintras varvid stripsen sprack halvvägs upp, 0.5-1 m från nedre samlingsröret. Sprickorna finns i hålkälen. I övrigt ser stripsen bra ut, det gäller solfångarna också.

Bilaga 1:44
Sollentuna

Geografisk belägenhet	Sollentuna
Miljöklassificering, SS-ISO 1456	4, stadsatmosfär
Datum, tid för besiktning	15 juni 1992, eftermiddagen
Väder vid besiktning	Solsken, mer än 20 °C
Systemtyp	Villasystem
Systemets startår	1985
Solfångarfabrikat/typ	Bolin VTS 15A
Antal solfångare	5
Total genomskinlig area, m^2	10
Värmesänka	Tappvarmvatten, radiatorer
Tillsatsvärme	Kombinationspanna, elpatron

Systembeskrivning
Solvärmesystemet används för beredning av tappvarmvatten och uppvärmning. Solfångarna är monterade på taket med lutningsvinkel 30°, orientering 36° mot öster från söder räknat. Systemet är kopplat enligt leverantörens anvisningar. Värmebärare är glykol/vatten. Flödet är 9.3 l/min, eller 0.93 l/min och m^2 solfångare. Ackumulatortanken har en volym på 2700 liter [8].

Solfångarnas status
Konvektionshinder av veckad FEP-film, den helt transparenta kvaliteten. Solfångarna utan anmärkning.

Bilaga 1:45
Polackstorp, Vaxholm

Geografisk belägenhet	Ca 25 km norr om Stockholm
Miljöklassificering, SS-ISO 1456	3, lantatmosfär
Datum, tid för besiktning	15 juni 1992, eftermiddagen
Väder vid besiktning	Soligt, 25 °C
Systemtyp/byggnad	Friluftscenter med utomhusbad
Solfångarfabrikat/typ	Sun Star 91 Aqua
Antal solfångare	36
Total genomskinlig area, m^2	108
Värmesänka	Utomhusbassäng, tappvarmvatten

Tillsatsvärme	Elkassetter

Systembeskrivning
Solvärmesystemet används för beredning av tappvarmvatten och uppvärmning av en utomhusbassäng. Solfångarna är monterade på friluftsgårdens tak med en lutningsvinkel på 30° och orienterade 34° mot öster relativt söder. Under perioden maj - augusti värms både tappvatten och bassängvatten av solvärme. Systemet är kopplat enligt leverantörens anvisningar. Flödet genom kretsen är 84 l/min motsvarande 0.8 l/min och m^2 solfångare. Ackumulatorns volym är 2500 l vilket motsvarar 23 l/m^2 solfångare. Reglerutrustningen startar solfångarkretsen när temperaturen i solfångarna är 3-5° högre än i ackumulatorn. En trevägsventil skiftar läge från bassängladdning till tappvarmvattenladdning när temperaturen i bassängen nått 26°C. Bassängladdning prioriteras alltid [8].

Solfångarnas status
Kondensvatten finns nertill i några av täckskivornas kanaler. Några distansklossar mellan absorbator och täckskiva har flyttat sig neråt, varför avståndet mellan absorbator/täckskiva krympt. Täckskivorna buktar sig neråt p g a sin egen tyngd, dessutom. Listerna mellan intilliggande solfångare har flyttat sig i en del fall, ibland beroende på att nedre skruvar krupit upp eller lossnat helt.

Bilaga 1:46
Rotebro

Geografisk belägenhet	Förort nordväst Stockholm
Miljöklassificering, SS-ISO 1456	4, stadsatmosfär
Datum, tid för besiktning	16 juni 1992, förmiddagen
Väder vid besiktning	Vackert väder, ca 18 °C
Systemtyp / byggnad	Villasystem
Systemets startår	1989
Solfångarfabrikat/typ	Sunflex med transparent isolering av CAB
Antal solfångare	8

Solfångarnas status
Solfångarna är monterade vertikalt på vägg. Den översta solfångaren, i nivå med tredje våningen, har gulvit beläggning på täckskivans insida. Kan vara "outgassing" från CAB-plasten. I övrigt ser det bra ut.

Bilaga 1:47
Lidingö

Geografisk belägenhet	Lidingö
Miljöklassificering, SS-ISO 1456	4, stadsatmosfär
Datum, tid för besiktning	16 juni 1992, förmiddagen
Väder vid besiktning	Strålande sol, varmt
Systemtyp	Villasystem
Systemets startår	1986
Solfångarfabrikat/typ	Bolin VTS 12
Antal solfångare	5
Total genomskinlig area, m^2	10

Värmesänka	Tappvarmvatten, radiatorer
Tillsatsvärme	Oljepanna, elpatron

Systembeskrivning
Systemet används för beredning av tappvarmvatten och uppvärmning. Solfångarna är monterade på en speciell ställning på husets tak, med lutningsvinkel 45° rakt mot söder [8].

Systemet är kopplat enligt leverantörens anvisningar. Värmebärare är 30%-ig glykol/vatten. Flödet är 1.3 l/min eller 0.13 l/min och m^2 solfångare. Ackumulatortankens volym är 750 liter eller 75 l/m^2 solfångare. Cirkulationspumpen startar när temperaturen i solfångarna är 2° högre än i ackumulatorn (8).

Solfångarnas status
Konvektionshinder av veckad FEP-film, den transparenta varianten. En limfog mot täckskivan har släppt 15 cm. Annars ser solfångarna ut som nya.

Bilaga 1:48
Nykvarn I

Geografisk belägenhet	10 km väster om Södertälje
Miljöklassificering, SS-ISO 1456	3, lantatmosfär
Datum, tid för besiktning	16 juni 1992, mitt på dagen
Väder vid besiktning	Soligt, varmt
Systemtyp	Markuppställda solfångare, ackumulatortank
Systemets startår	1985
Solfångarfabrikat/typ	Scandinavian Solar, högtemperatur-solfångare
Antal solfångare	320
Total genomskinlig area, m^2	4000
Värmesänka	Ackumulator, 1500 m^3
Tillsatsvärme	Olje- och elpannor

Systembeskrivning
I Nykvarn utanför Södertälje uppförde Scandinavian Solar 1985 för Södertälje Energiverk, nuvarande Telge Energi, en anläggning bestående av 4000 m^2 fristående, vätskekylda solfångare anslutna till fjärrvärmenätet via en 1500 m^3 lagringstank [10]. (forts nedan under pkt 2.3.49)

Solfångarnas status
Mer än 20% kondens på täckskivans insida i 2 solfångare. 5 trasiga täckskivor, på grund av vandalism som blivit ett problem i Nykvarn. Springa mellan glaskant och EPDM-list i 3 solfångare, där alltså regn kan tränga in.

Anmärkning på EPDM-lister i 15 solfångare (de har krympt eller lossnat).

Solfångarna i denna etapp I har dubbla FEP-filmer. Trasig FEP-film finns i 195 solfångare. Det är nästan alltid den undre filmen som är trasig. Vanligt att filmerna smetar mot absorbatorn, mot täckskivan eller mot varandra.

Stripsen ser bra ut. Aluminiumfolien som täcker kantisoleringen upptill och nertill är trasig i 110 solfångare.

Vanligt att fåglar hackat sönder Armaflexisolering + tape på kulvertrören. Hög markvegetation.

Bilaga 1:49
Nykvarn II

Geografisk belägenhet	10 km väster om Södertälje
Miljöklassificering, SS-ISO 1456	3, lantatmosfär
Datum, tid för besiktning	16 juni 1992, mitt på dagen
Väder vid besiktning	Soligt, varmt
Systemtyp	Markuppställda solfångare, ackumulatortank
Systemets startår	1991
Solfångarfabrikat/typ	TeknoTerm HT
Antal solfångare	280
Total genomskinlig area, m^2	3500
Värmesänka	Ackumulator, 1500 m^3
Tillsatsvärme	Olje- och elpannor

Systembeskrivning (forts från 2.3.48)
Under vintern 90/91 byggde TeknoTerm ut solfångarfältet med ytterligare 3500 m^2 solfångare varvid Nykvarnfältet nu är det största i världen i sitt slag. De nya solfångarna är av en förbättrad typ, som skall ha ca 10 % högre verkningsgrad än de tidigare. Det större fältet avses kunna utnyttja den stora lagringstanken bättre [10].

Anläggningen har hittills fungerat utan störningar. Energiutbytet från det nya fältet tycks emellertid inte riktigt nå upp till utlovade värden. Mätningarna pågår nu och projektet kommer att rapporteras under 1993 [10].

Solfångarnas status
Mer än 20% kondens på täckskivans insida i 9 solfångare. Denna etapp II ligger närmare skogen och har inte sol så tidigt som etapp I, om det nu räcker som förklaring. Här är markvegetationen 0.5-1.2 m hög. Solfångarnas nederkant är 40 cm ovan mark.

Anmärkning på EPDM-lister i 6 solfångare, de har vanligen lossnat i någon ände. En del, men inte alla lister, är nitade i över- och underkant.

Enkla FEP-filmer, som är trasigt i 6 solfångare, p g a att glasen krossats och senare ersatts.

Stripsen ser bra ut (3 anmärkningar). Aluminiumfolien sprucken i 15 solfångare.

Bilaga 1:50
Parkenbadet, Eskilstuna

Geografisk belägenhet	Centralt i Eskilstuna
Ev luftföroreningskällor	Trafik, närbelägna värmecentraler
Miljöklassificering, SS-ISO 1456	4, stadsatmosfär
Datum, tid för besiktning	18 juni 1992, förmiddagen

Väder vid besiktning	Halvklart
Systemtyp / byggnad	Pooluppvärmning
Systemets startår	Sommaren 1980
Solfångarfabrikat/typ	Nyby Solfångarsystem
Antal solfångare	384
Total genomskinlig area, m^2	360
Värmesänka	Utebassäng

Solfångarnas status

Ingen kondens. Täckskivorna något smutsiga. I några solfångare finns en och annan insekt. En del rinnmärken på absorbatorn har orsakats av att nederbörd (regnstänk) passerat vid övre rörgenomföringen. Tätningarna runt täckglasen har bättrats på med ny silikonfogmassa. I stort sett är solfångarna i mycket gott skick.

Bilaga 2
Tekniska beskrivningar av solfångare

Bilaga 2:1
Bolin VTS 15 [8]

Solfångarbeteckning	Bolin VTS 15
Tillverkare	Bolin Konstruktion AB / Solsam
Leverantör	Bolin Konstruktion AB / Solsam
Finns i följande besiktigade anläggningar	44) Sollentuna, 47) Lidingö

0 Allmänna uppgifter

Utvändiga dimensioner, mm^3	2000 x 1800 x 130
Vikt tom, kg	55
Värmebärarvolym, liter	1.4

1 Täckskiva

Material	maskinglas enligt SIS 224403
Tjocklek, mm	4
Genomskinlig area, m^2	1.91

2 Konvektionshinder

Tillverkare	Daikin Ind. Ltd., Japan
Handelsnamn	Neoflon
Material	veckad perfluoretenpropenplast (FEP)
Tjocklek, mm	0.025
Transmittans, %	98

3 Absorbator

Tillverkare / typ	Sun Strip Viking
Principiell uppbyggnad	parallella strips
Substrat, material	aluminium
Värmebärarkanaler, material	koppar
Ytbeläggning	nickelpigmenterad anodiserad aluminium
Absorptans, %	95
Emissivitet, %	15

4 Övrigt

Isolering bak, material/tjocklek mm	mineralull / 50
Isolering kant, material/tjocklek mm	mineralull / 25
Låda/hölje, material	aluminiumprofil (ram), aluzinkplåt (mellanbotten), oljehärdad board (botten)

Bilaga 2:2
Electra / Solarec 501 [5]

Solfångarbeteckning	Electra / Solarec 501
Tillverkare	Electra Co. Ltd, Israel
Leverantör	Solarec Lågenergiteknik AB, Borås
Finns i följande besiktigade anläggningar	1) Skövde-badet

0 Allmänna uppgifter

Utvändiga dimensioner, mm^3	2000 x 1070 x 90
Vikt tom, kg	43
Värmebärarvolym, liter	3.8

1 Täckskiva

Material	härdat glas
Tjocklek, mm	3
Genomskinlig area, m^2	1.82

2 Konvektionshinder finns ej

3 Absorbator

Tillverkare / typ	Electra Co. Ltd, Israel
Principiell uppbyggnad	rörregister med flänsar
Substrat, material	aluminium
Värmebärarkanaler, material	koppar
Ytbeläggning	svart icke-selektiv färg

4 Övrigt

Isolering bak, material/tjocklek mm	polyuretan (PUR) / 40
Tätningslister, material	gummi
Låda/hölje, material	lackerad förzinkad stålplåt

Bilaga 2:3
Gotherm C2 och C2S [5]

Solfångarbeteckning	Gotherm C2 resp. C2S
Tillverkare	J Giordano Industries, Aubagne, Frankrike
Leverantör	Gotherm AB, Kungsportsavenyn 14, 41136 Göteborg
Finns i följande besiktigade anläggningar	19) Göteborg (C2S), 37) Sollefteå (C2), 39) Sundsvall (C2S)

0 Allmänna uppgifter

Utvändiga dimensioner, mm^3	2050 x 360 x 80
Vikt tom, kg	25
Värmebärarvolym, liter	1.0

1 Täckskiva

Material	planglas
Tjocklek, mm	3
Genomskinlig area, m^2	0.66

2 Konvektionshinder finns ej

3 Absorbator

Tillverkare / typ	J Giordano Industries
Principiell uppbyggnad	extruderad aluminiumprofil omsluter kopparrör
Substrat, material	aluminium
Värmebärarkanaler, material	koppar
Ytbeläggning	svart färg (C2), nickelpigmenterad anodiserad aluminium (C2S)
Absorptans, %	99 (C2), 96 (C2S)
Emissivitet, %	95 (C2), ca 28 (C2S)

4 Övrigt

Isolering bak, material/tjocklek mm	polyuretan (PUR)/20
Isolering kant, material/tjocklek mm	polyuretan (PUR)/20
Låda/hölje, material	förzinkad stålplåt

Bilaga 2:4
JOCO [5]

Solfångarbeteckning	JOCO
Tillverkare	John & Co, Achern, Tyskland
Leverantör	Sol & Jordvärmeteknik, Borås
Finns i följande besiktigade anläggningar	8) Svalebo Sjukhem, Göteborg

0 Allmänna uppgifter

Utvändiga dimensioner, mm^3	2000 x 1300 x 80
Vikt tom, kg	37
Värmebärarvolym, liter	2.2

1 Täckskiva

Material	glasfiberarmerad polyester (GRP)
Genomskinlig area, m^2	2.40

2 Konvektionshinder finns ej

3 Absorbator

Tillverkare / typ	JOCO
Principiell uppbyggnad	plåt med försänkta parallella rörslingor
Substrat, material	aluminium
Värmebärarkanaler, material	rostfritt stål
Ytbeläggning	mattsvart icke-selektiv färg
Absorptans, %	94
Emissivitet, %	89

4 Övrigt

Isolering baksida, material	polyuretan
Låda/hölje, material	aluminium

Bilaga 2:5
Lesol-2 [6, 8]

Solfångarbeteckning	Lesol 2
Tillverkare /konstruktör	BS Energi, Pl 7020 A, 46300 Lilla Edet
Leverantör	BS Energi
Finns i följande besiktigade anläggningar	30) Älvängen

0 Allmänna uppgifter

Utvändiga dimensioner, mm^3	2030 x 920 x 110
Vikt tom, kg	39
Värmebärarvolym, liter	0.95

1 Täckskiva

Handelsnamn	standardglas/planglas
Material	flytglas/floatglas, 0.1 % järn
Tjocklek, mm	4
Genomskinlig area, m^2	1.31
Transmittans, %	91 (AM2)

2 Konvektionshinder finns ej

3 Absorbator

Tillverkare / typ	Sun Strip Viking
Principiell uppbyggnad	parallella strips
Substrat, material	aluminium
Värmebärarkanaler, material	koppar
Ytbeläggning	nickelpigmenterad anodiserad aluminium
Absorptans, %	95
Emissivitet, %	15

4 Övrigt

Isolering bak, material/tjocklek mm	mineralull / 45
Isolering kant, material/tjocklek mm	mineralull / 45
Tätningslister, material	silikon
Låda/hölje, material	solfångaren är platsbyggd och integreras med taket
Övrigt	den provade solfångaren är en förminskad modul

Bilaga 2:6
Lesol-3

Tillverkare	**BS Energi**, Sågen 7020A 46300 Lilla Edet
Solfångarbeteckning	**Lesol 3**
Finns i anläggningar	**26, 27, 28**

1 Teknisk beskrivning - - av tillverkaren uppgivna data

Utvändiga dimensioner	1.88 x 1.492 m^2 (2 moduler)
Vikt (tom)	76 kg
Rek värmebärare	vatten/glykol
Värmebärarvolym	2.05 l
Rek tryck	600 kPa
Max tryck	800 kPa
Rek flöde	ca 1 l/min per modul
Tryckfall vid rek flöde	ca 1 mvp
Rek temperatur	0 - 100 °C
Max temperatur	200 °C

1.1 Täckskiva

Material	flytglas, standardglas
Dimensioner	1880 x 730 x 4 mm^3, 2 st
Järnhalt	0.1%
Värmekonduktivitet	0.8 W/(m K)
Transmittans	91% (AM2)
Genomskinlig area	2.60 m^2

1.2 Absorbator

Material, substrat	invalsat kopparrör för värmebärare, utanpåliggande aluminiumfläns
Ytbeläggning	nickelpigmenterad anodiserad aluminium
Tillverkare	TeknoTerm Energi AB
Handelsbeteckning	TeknoTerm strips
Absorptans	95%
Emissivitet	15%

1.3 Isolering, baksida och kanter

Material, baksida	mineralull
Tjocklek	45 mm
Värmekonduktivitet	0.040 W/(m K)
Material, kanter	mineralull
Tjocklek	30 mm (upptill, nertill), 50 mm (sidor)
Värmekonduktivitet	0.040 W/(m K)

1.4 Hölje, låda

Material	Platsbyggd takintegrerad med träreglar, plåtprofil och aluminiumprofil. Masonit och träreglar i botten.

1.5 Tätningslister

Material	EPDM
Stabilt temp.intervall	-30 - +100 °C

1.6 Tätningsmassor

Material	silikon
Stabilt temp.intervall	-30 - +160 °C

1.7 Övrigt

Dammskydd mellan absorbator och isolering	aluminiumfolie
Röranslutningar	släta kopparrör, Ø 12 mm

2 Inledande kontrollprovningar

2.1 Stagnationsprov och termiskt chockprov (SP-C12-302)

Stagnationstemperatur	155 °C
Irradiansnivå	868 W/m^2
Lufttemperatur	20 °C
Vindhastighet	0 m/s
Resultat	inga anmärkningar

2.2 Provtryckning (SP-C12-302)

Provtryck	1200 kPa
Resultat	inga anmärkningar

2.3 Termiska prestanda (SP-C12-301)

Referensarea	2.60 m^2
Vindhastighet	ca 4 m/s
Värmebärare	vatten
η_0	77.05 ± 2.6%
k_0	4.26 W/(m^2 °C)
k_1	0.0202 W/(m^2 °C^2)
$k_e(50)$	5.27 ± 0.33 W/(m^2 °C)

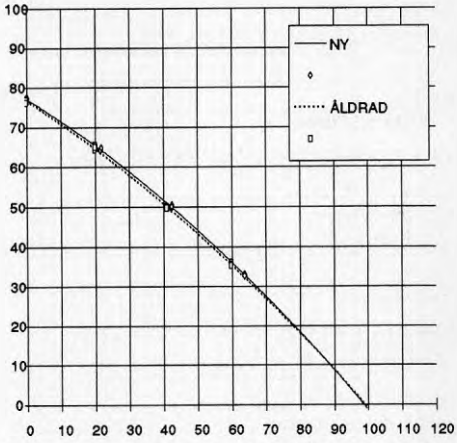


Diagram 1 Verkningsgrad/Övertemperatur
Före och efter 1 års utomhusexponering

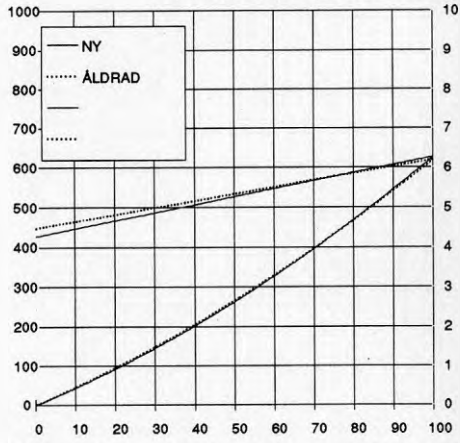


Diagram 2 Termiska förluster P_F/A_g samt förlustkoefficienter k_e relativt övertemperaturen T_F - T_L.
Före och efter 1 års utomhusexponering

2.4 Hållbarhet mot vind- och snölast (SP-A03-530)

Resultat, vindlast	inga anmärkningar
Resultat, snölast	inga anmärkningar

2.5 Täthet mot regn (SP-A03-531)

Resultat	inga anmärkningar

2.6 Materialprovningar (SP-metodbeskrivning 1985-58,59)

Absorbator, fukttålighet	godkänt
Absorbator, temp.tålighet	godkänt

2.7 Beräknat årsutbyte vid olika T_F (värmebärarens medeltemp.)

25 °C	573 kWh/m^2
50 °C	336 kWh/m^2
75 °C	163 kWh/m^2

3 Utvärderingsresultat efter 1 års utomhusexponering (SP-metod 1154)

Provtryckning	inga anmärkningar
Utvärdering av termiska prestanda	godkänt, se diagram under pkt 2.3, övrigt under pkt 3.1
Utvärdering av komponenter och material	godkänt

3.1 Termiska prestanda efter 1 års utomhusexponering (SP-C12-301)

Referensarea	2.60 m^2
Vindhastighet	ca 4 m/s
Värmebärare	vatten
η_0	76.6 ± 2.6%
k_0	4.26 W/(m^2 °C)
k_1	0.0173 W/(m^2 °C^2)
$k_e(50)$	5.34 ± 0.33 W/(m^2 °C)

Bilaga 2:7
Lordan LSC-H [5]

Solfångarbeteckning	Lordan LSC-H
Tillverkare	Lordan, Israel
Leverantör	Unilec AB, Saltsjö-Boo
Finns i följande besiktigade anläggningar	7) Högsbohöjd, Göteborg

0 Allmänna uppgifter

Utvändiga dimensioner, mm^3	1880 x 1070 x 90
Vikt tom, kg	53
Värmebärarvolym, liter	1.6

1 Täckskiva

Material	glas
Genomskinlig area, m^2	1.87

2 Konvektionshinder finns ej

3 Absorbator

Principiell uppbyggnad	rörregister med flänsar
Substrat, material	aluminium
Värmebärarkanaler, material	koppar
Ytbeläggning	svart färg

4 Övrigt

Isolering baksida och kanter, material/tjocklek mm	polyisocyanurat (PIR) / 22 resp 19
Låda/hölje, material	förzinkat stål

Bilaga 2:8
Nyby B-2-1-30 [5]

Solfångarbeteckning	Nyby B-2-1-30
Tillverkare	Nyby Uddeholm AB
Leverantör	Nyby Uddeholm AB
Finns i följande besiktigade anläggningar	50) Parkenbadet, Eskilstuna

0 Allmänna uppgifter

Utvändiga dimensioner, mm^3	2350 x 600 x 100
Vikt tom, kg	30
Värmebärarvolym, liter	0.8 - 1.1

1 Täckskiva

Material	härdat glas
Tjocklek, mm	4
Genomskinlig area, m^2	1.10

2 Konvektionshinder finns ej

3 Absorbator

Tillverkare / typ	Nyby Uddeholm AB/Maxorb
Principiell uppbyggnad	punktsvetsade plåtar
Substrat, material	rostfritt stål
Värmebärarkanaler, material	rostfritt stål
Ytbeläggning	Maxorb
Absorptans, %	98
Emissivitet, %	11

4 Övrigt

Isolering bak, material/tjocklek mm	mineralull / 30
Isolering kant, material/tjocklek mm	ingen isolering på sidorna
Tätningslister, material	silikon
Tätningsmassor, material	silikon
Låda/hölje, material	rostfritt stål

Bilaga 2:9
Solerg A2 [6]

Solfångarbeteckning	Solerg A2
Tillverkare	Solerg, Värmdö
Leverantör	Solerg, Värmdö
Finns i följande besiktigade anläggningar	14) Ronneby Brunn

0 Allmänna uppgifter

Utvändiga dimensioner, mm^3	2030 x 1030 x 142
Vikt tom, kg	52
Värmebärarvolym, liter	6.4

1 Täckskiva

Material	planglas
Tjocklek, mm	3.2
Genomskinlig area, m^2	1.85

2 Konvektionshinder finns ej

3 Absorbator

Tillverkare / typ	Solerg Utveckling AB
Principiell uppbyggnad	pressade kanaler i punktsvetsade plåtar
Substrat, material	olegerat stål
Värmebärarkanaler, material	olegerat stål
Ytbeläggning	mattsvart lack
Absorptans, %	96
Emissivitet, %	92

4 Övrigt

Isolering bak, material/tjocklek mm	formsprutad polyuretan (PUR) / 43
Isolering kant, material/tjocklek mm	formsprutad polyuretan (PUR) / 35
Tätningslister, material	gummi
Låda/hölje, material	lackerad stålplåt

Bilaga 2:10
Solsam HT2

Solfångarbeteckning	Solsam HT2
Tillverkare	Solsam Sunergy AB, Kronobergsgatan 27, 11233 Stockholm
Leverantör	Solsam Sunergy AB
Finns i följande besiktigade anläggningar	16) Torsås, 18) Nöbbele

0 Allmänna uppgifter

Utvändiga dimensioner, mm^3	2000 x 1070 x 122
Vikt tom, kg	40
Värmebärarvolym, liter	2

1 Täckskiva

Tillverkare	AFG Industries Inc., USA
Handelsnamn	Solite
Material	härdat glas, 0.02 % järn
Tjocklek, mm	3
Genomskinlig area, m^2	1.96
Transmittans, %	90.7

2 Konvektionshinder

Tillverkare	Daikin Ind. Ltd., Japan
Handelsnamn	Neoflon
Material	veckad perfluoretenpropen (FEP)
Tjocklek, mm	0.025 mm
Transmittans, %	98

3 Absorbator

Tillverkare / typ	"Zanders ultraljudsvetsade"
Principiell uppbyggnad	strips av kopparplåt svetsade mot kopparrör
Ytbeläggning	Maxorb
Absorptans, %	97
Emissivitet, %	9

4 Övrigt

Isolering bak, material/tjocklek mm	polyuretan (PUR) / 40
Isolering kant, material/tjocklek mm	polyuretan (PUR) / 25
Tätningslister, material	EPDM-gummi
Tätningsmassor, material	silikon
Låda/hölje, material	profiler och plåt av aluminium

Bilaga 1:11
Solsam LGB-1 (Maxorb-strips)

Tillverkare	**Solsam Sunergy AB**
Solfångarbeteckning	**Solsam LGB-1 (modul)**
Finns i anläggningar	**33, 34, 35**

1 Teknisk beskrivning - - av tillverkaren uppgivna data

Utvändiga dimensioner	9.5 x 2.5 x 0.3 m^3
Vikt (tom)	ca 550 kg
Rek värmebärare	vatten/propylenglykol (50/50)
Värmebärarvolym	ca 14 l
Rek tryck	150 kPa
Max tryck	600 kPa
Rek flöde	48 l/min
Tryckfall vid rek flöde	300 kPa
Rek temperatur	0 - 125 °C
Max temperatur	200 °C

1.1 Yttre täckskiva

Material	härdat glas
Dimensioner	2438 x 1168 x 4 mm^3, 8 stycken
Järnhalt	0.04%
Värmekonduktivitet	0.8 W/(m K)
Transmittans	89 - 92%
Genomskinlig area	22.2 m^2

1.2 Konvektionshinder

Material	fluoretenpropen-plast
Tjocklek	0.025 mm
Värmekonduktivitet	0.25 W/(m K)
Transmittans	95 - 96%

1.3 Absorbator

Material, substrat	koppar
Ytbeläggning	Maxorb, selektiv nickelfolie
Absorptans	96%
Emissivitet	12%

1.4 Isolering, baksida och sidor

Material, baksida	mineralull
Tjocklek	100 mm
Värmekonduktivitet	0.04 W/(m K)
Material, sidor	mineralull
Tjocklek	50 mm
Värmekonduktivitet	0.04 W/(m K)

1.5 Hölje, låda

Material, sidor	förzinkad stålplåt
Material, baksida	lackerad, förzinkad, korrugerad stålplåt
Material, spröjsar	bandjärn omslutna av aluminiumprofiler

1.6 Tätningslister

Material	EPDM
Stabilt temp.intervall	-30 - +100 °C

1.7 Tätningsmassor

Material	silikon
Stabilt temp.intervall	-30 - +160 °C

1.8 Övrigt

Dammskydd mellan absorbator och isolering	aluminiumfolie, 0.2 mm
Röranslutningar	slätt kopparrör, Ø 22 mm

Bilaga 2:12
Sun Star 90 Aqua [6, 8]

Solfångarbeteckning	Sun Star 90 Aqua
Tillverkare	Sun Star Systems AB, Stockholm
Leverantör	Sun Star Systems AB, Stockholm
Finns i följande besiktigade anläggningar	42) Almunge

0 Allmänna uppgifter

Utvändiga dimensioner, mm^3	2500 x 600 x 75
Vikt tom, kg	9.5
Värmebärarvolym, liter	1.5

1 Täckskiva

Tillverkare	General Electric
Handelsnamn	Lexan Thermoclear
Material	polykarbonat (PC)
Tjocklek, mm	6
Genomskinlig area, m^2	1.34
Transmittans, %	82

2 Konvektionshinder finns ej

3 Absorbator

Tillverkare / typ	egen, ritning nr 02-90200-01
Principiell uppbyggnad	5 parallella kylslingor
Substrat, material	0.3 mm kopparplåt
Värmebärarkanaler, material	kopparrör
Ytbeläggning	Zuel/Solar Coat-100, selektiv färg
Absorptans, %	90-95
Emissivitet, %	15-20

4 Övrigt

Isolering bak, material/tjocklek mm	kompositmaterial / 20
Isolering kant, material/tjocklek mm	kompositmaterial / 8
Tätningsmassor, material	silikon
Låda/hölje, material	kompositmaterial

Bilaga 2:13
Sun Star 91 Aqua P [7]

Solfångarbeteckning	Sun Star 91 Aqua P
Tillverkare	Sun Star Systems AB, Stockholm
Leverantör	Sun Star Systems AB, Stockholm
Finns i följande besiktigade anläggningar	45) Polackstorp

0 Allmänna uppgifter

Utvändiga dimensioner, mm^3	2429 x 1210 x 102
Vikt tom, kg	28.1

1 Täckskiva

Tillverkare	General Electric
Handelsnamn	Lexan Thermoclear
Material	polykarbonat
Tjocklek, mm	6
Genomskinlig area, m^2	2.808
Transmittans, %	82

2 Konvektionshinder finns ej

3 Absorbator

Tillverkare / typ	eget, ritn nr 91103
Principiell uppbyggnad	11 parallella slingor
Substrat, material	koppar
Värmebärarkanaler, material	koppar
Ytbeläggning	Zuel/Solar Coat-100, selektiv färg
Absorptans, %	90-95
Emissivitet, %	15-20

4 Övrigt

Isolering bak, material/tjocklek mm	kompositmaterial / 20
Isolering kant, material/tjocklek mm	kompositmaterial / 8
Tätningslister, material	silikon
Låda/hölje, material	kompositmaterial

Bilaga 2:14
TeknoTerm HT [6, 7, 8 m fl]

Solfångarbeteckning	**TeknoTerm HT**
Tillverkare	**TeknoTerm Energi AB** Box 24079, 40022 Göteborg
Finns i besiktigade anläggningar	**9, 10, 11, 17, 41, 48, 49**

1.1 Allmänna uppgifter

Solfångartyp	stationär, plan, med täckskiva, vätskekyld
Utvändiga dimensioner	5965 x 2274 x 135 mm^3
Vikt (tom)	300 kg
Rek värmebärare	vatten/propylenglykol
Värmebärarvolym	ca 7 liter
Rek tryck	100 kPa
Max tryck	800 kPa
Rek flöde	35 l/min
Tryckfall vid rek flöde	ca 2 mvp
Rek temperatur	0 - 100°C
Max temperatur	200°C

1.2 Yttre täckskiva

Material	härdat glas
Tillverkare	Spectrum Glass
Handelsbeteckning	Solite
Dimensioner	2218 x 1168 x 4 mm^3
Genomskinlig area	12.5 m^2
Järnhalt	0.04%
Värmekonduktivitet	0.8 W/(m K)
Transmittans	89 - 92%

1.3 Konvektionshinder el. transparent isolering

Material	fluoretenpropen
Tillverkare	Du Pont
Handelsbeteckning	Teflon FEP
Tjocklek	0.025 mm
Form	plan
Värmekonduktivitet	0.25 W/(m K)
Transmittans	95 - 96%

1.4 Absorbatorsubstrat

Material substrat	aluminium
Dimensioner Flänstjocklek Area	5794 x 2184 x 10 mm^2 0.5 mm 12.6 m^2
Konstr.utformning	16 parallella strips, horisontellt monterade
Material värmebärarkanaler	koppar
Dimensioner yttre bredd yttre höjd längd	0.35 (Cu) + 0.25 (Al) ca 15 mm 10 mm 5794 mm
Sammanfogning v-kanaler/substrat	kallvällning

1.5 Absorbatorbeläggning

Typ	elektrokemisk
Trivialnamn	nickelpigmenterad anodi-serad aluminium
Tillverkare	TeknoTerm Energi AB
Handelsbeteckning	TeknoTerm-strips
Absorptans	95%
Emissivitet	15%

1.6 Isolering baksida

Material	mineralull
Tjocklek	70 mm
Värmekonduktivitet	0.040 W/(m K)

1.7 Isolering sidokanter

Material	mineralull
Tjocklek	30 mm
Värmekonduktivitet	0.040 W/(m K)

1.8 Hölje, låda

Material, sidokanter	extruderade Al-profiler
Material, baksida	korrugerad Al-plåt

1.9 Tätningslister

Material	EPDM
Stabilt temp.intervall	-30 - +100°C

1.10 Tätningsmassor

Material	silikon
Handelsnamn	Bioherb
Stabilt temp.intervall	-30 - +160°C

1.11 Övrigt

Röranslutningar	kopparrör, Ø 28 mm
Damm- och diff.spärr	aluminiumfolie, 60 µm

Bilaga 2:15
TeknoTerm IT

Solfångarbeteckning	TeknoTerm IT
Tillverkare	TeknoTerm Energi AB, Box 24079, 40022 Göteborg
Leverantör	TeknoTerm Energi AB
Finns i följande besiktigade anläggn	2 - 6, 15

0 Allmänna uppgifter

Utvändiga dimensioner	modulmått 975x895 mm^2, 500 mm rörutrymme i överkant
Vikt tom	15 kg/m^2
Värmebärarvolym	0.6 l/m^2

1 Täckskiva

Material	PMMA ("plexiglas")
Tjocklek, mm	3
Transmittans, %	89

2 Konvektionshinder (endast i anl 5, Särö)

Handelsnamn	Du Pont Teflon FEP
Material	fluoretenpropen
Tjocklek, mm	0.025
Transmittans, %	95 - 96

3 Absorbator

Tillverkare / typ	TeknoTerm Energi AB / strips
Substrat, material	aluminium
Värmebärarkanaler, material	koppar
Ytbeläggning	Ni-pigmenterad anodiserad Al
Absorptans, %	95
Emissivitet, %	15

4 Övrigt

Isolering bak, material/tjocklek mm	mineralull / 40
Spröjsprofil	aluminium
Fästklack	aluminium
Infästning täckskiva	EPDM-gummi
Diffusionsspärr	aluminiumfolie
Bottenprofil	0.5 mm korrugerad Al-plåt
Regelverk	vanligen råspont eller läkt
Lutningsvinkel	min 15 °
Röranslutningar	dimensioneras per anläggning
Kantavtäckning	slät takaluminium

Bilaga 2:16
TeknoTerm ST

Tillverkare	**TeknoTerm Energi AB** **Box 24079, 40022 Göteborg**
Solfångarbeteckning	**TeknoTerm ST**
Finns i anläggningar	**12, 13, 21-25, 29,31, 38**

1 Teknisk beskrivning - - av tillverkaren uppgivna data

Utvändiga dimensioner	2272 x 1222 x 95 mm^3
Vikt (tom)	40 kg
Rek värmebärare	vatten/glykol eller TeknoTerm solvärmeolja
Värmebärarvolym	1 l
Rek tryck	100 kPa
Max tryck	800 kPa
Rek flöde	2 l/min
Tryckfall vid rek flöde	ca 1.5 mvp
Rek temperatur	0 - 100 °C
Max temperatur	200 °C

1.1 Yttre täckskiva

Material	härdat glas
Dimensioner	2218 x 1168 x 4 mm^3
Järnhalt	0.04%
Värmekonduktivitet	0.8 W/(m K)
Transmittans	89 - 92%
Genomskinlig area	2.5 m^2

1.2 Konvektionshinder

Material	fluoretenpropen-plast
Tjocklek	0.025 mm
Värmekonduktivitet	0.25 W/(m K)
Transmittans	95 - 96%

1.3 Absorbator

Material, substrat	invalsat kopparrör för värmebärare, utanpåliggande aluminiumfläns
Ytbeläggning	nickelpigmenterad anodiserad aluminium
Tillverkare	TeknoTerm Energi AB
Handelsbeteckning	TeknoTerm strips
Absorptans	95%
Emissivitet	15%

1.4 Isolering, baksida och sidor

Material, baksida	mineralull
Tjocklek	40 mm
Värmekonduktivitet	0.04 W/(m K)
Material, sidor	mineralull
Tjocklek	10 mm
Värmekonduktivitet	0.04 W/(m K)

1.5 Hölje, låda

Material, sidokanter	extruderade aluminiumprofiler
Material, baksida	korrugerad aluminiumplåt

1.6 Tätningslister

Material	EPDM
Stabilt temp.intervall	-30 - +100 °C

1.7 Tätningsmassor

Material	silikon
Stabilt temp.intervall	-30 - +160 °C

1.8 Övrigt

Dammskydd mellan absorbator och isolering	glasfiberflor
Röranslutningar	släta kopparrör, Ø 10 mm

2 Inledande kontrollprovningar

2.1 Stagnationsprov och termiskt chockprov (SP-C12-302)

Stagnationstemperatur	175 °C
Irradiansnivå	830 W/m^2
Lufttemperatur	23 °C
Vindhastighet	0 m/s
Resultat	inga anmärkningar

2.2 Provtryckning (SP-C12-302)

Provtryck	1200 kPa
Resultat	inga anmärkningar

2.3 Termiska prestanda (SP-C12-301)

Referensarea	2.51 m^2
Vindhastighet	ca 4 m/s
Värmebärare	vatten
η_0	76.1 ± 2.6%
k_0	2.98 W/(m^2 °C)
k_1	0.0165 W/(m^2 °C^2)
$k_e(50)$	3.81 ± 0.34 W/(m^2 °C)

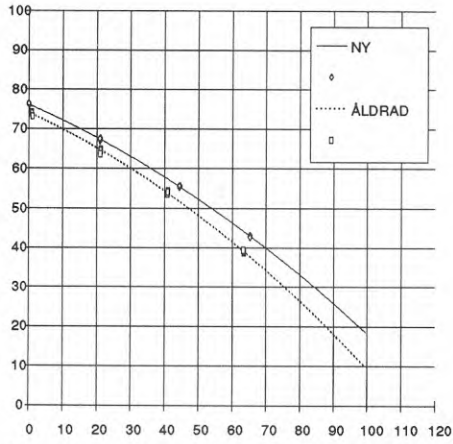


Diagram 1 Verkningsgrad/Övertemperatur
Före och efter 1 års utomhusexponering

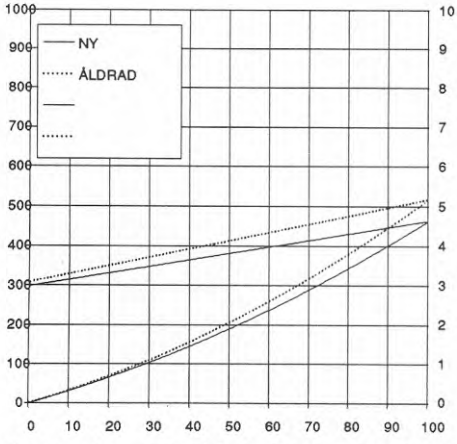


Diagram 2 Termiska förluster P_F/A_g samt förlustkoefficienter k_e relativt övertemperaturen $T_F - T_L$.
Före och efter 1 års utomhusexponering.

2.4 Hållbarhet mot vind- och snölast (SP-A03-530)

Resultat, vindlast	inga anmärkningar
Resultat, snölast	inga anmärkningar

2.5 Täthet mot regn (SP-A03-531)

Resultat	inga anmärkningar

2.6 Materialprovningar (SP-metodbeskrivning 1985-58,59)

Absorbator, fukttålighet	godkänt
Absorbator, temp.tålighet	godkänt

2.7 Beräknat årsutbyte vid olika T_F (värmebärarens medeltemp.)

25 °C	581 kWh/m^2
50 °C	390 kWh/m^2
75 °C	235 kWh/m^2

3 Utvärderingsresultat efter 1 års utomhusexponering (SP-Metod 1154)

Provtryckning	inga anmärkningar
Utvärdering av termiska prestanda	godkänt, se diagram under pkt 2.3, övrigt under pkt 3.1
Utvärdering av komponenter och material	godkänt

3.1 Termiska prestanda efter 1 års utomhusexponering (SP-C12-301)

Referensarea	2.51 m^2
Vindhastighet	ca 4 m/s
Värmebärare	vatten
η_0	74.0 ± 2.6%
k_0	3.09 W/(m^2 °C)
k_1	0.0209 W/(m^2 °C^2)
$k_e(50)$	4.14 ± 0.32 W/(m^2 °C)

R15:1994
ISBN 91-540-5638-1
Byggforskningsrådet, Stockholm

Art.nr: 6814015
Abonnemangsgrupp:
W. Installationer

Distribution:
Svensk Byggtjänst
171 88 Solna

Cirkapris: 101 kr inkl moms

BYGGFORSKNINGSRÅDET