

Driftuppföljning av Svenska Nätanslutna Solcellsanläggningar

Rapport för perioden 2003-09 till 2005-12

Elforsk rapport 06:09

Driftuppföljning av Svenska Nätanslutna Solcellsanläggningar

Rapport för perioden 2003-09 till 2005-12

Elforsk rapport 06:09

Driftuppföljning av Svenska Nätanslutna Solcellsanläggningar

Rapport för perioden 2003-09 till 2005-12

Elforsk rapport 06:09

Jonas Hedström
Energibanken i Jättendal AB



Förord

Detta projekt ingår i det tillämpade solcellsprogrammet SolEl 03-07. Programmet finansieras av:

- ABB
- Borlänge Energi
- E.ON Sverige AB
- EkoSol AB
- Energimyndigheten
- Falkenberg Energi
- Fastighets AB Brostaden
- Fastighetskontoret Västerås Stad
- Gällivare PhotoVoltaic
- Göteborg Energi AB
- Jämtkraft
- Malmö Stad
- Mälarenergi
- Sharp
- Skellefteå Kraft AB
- Sollentuna Energi
- Statens Fastighetsverk
- Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond via NCC
- Vattenfall AB

Rapporten finns fritt nedladdningsbar från www.elforsk.se/solel.

Sammanfattning

Inledning

Under 1983 anslöts för första gången en solcellsanläggning till det svenska elnätet. Antalet har sedan dess ökat till 24 aktivt anslutna anläggningar. Fyra stycken har under tiden av olika skäl tagits ur drift. Programstyrelsen för SolEl 00-02 såg vid programmets inledning ett behov av en uppföljningsrutin för befintliga och framtida anläggningar. I samarbete med Energibanken togs förutsättningarna för en driftuppföljning fram. Arbetet resulterade i en databas med alla svenska nätanslutna solcellsanläggningar. Publicering och månatlig uppdatering av databasens resultat på Elforsks webbplats, www.elforsk.se/solenergi, säkerställer spridningen till en vidare grupp.

Målsättningen är att genom att sammanställa och analysera driftresultat skapa ett underlag för bedömningar av produktionsresultat, typiska felkällor, hindertid, degradering underhållsbehov och trender för kostnader och nya tekniker. Databasen innehåller detaljerade anläggningsbeskrivningar och den uppdateras varje månad med nya produktionsdata.

Under innevarande rapportperiod, (2003-09 till 2005-12), har sex anläggningar adderats till databasen. Den ackumulerade toppeffekten har ökat från 138 till 208 kW. Antalet aktiva anläggningar i databasen är 24. Ytterligare minst tre anläggningar står på tur att läggas in i databasen.

Under perioden fram till december 2007 förväntas det på grund av det statliga stödet till solcellsanläggningar att antalet ökar till cirka hundra. Det ökande antalet kommer att ställa nya krav på inhämtning av data. En SolEl 03-07 aktivitet under våren 2006 ska studera denna problematik.

Driftresultat

Elproduktions- och hindertidsdata från driftuppföljningen

Producerad växelströmsenergi 2003	93	[MWh]	100 % dataåterbäring (DÅ)
Producerad växelströmsenergi 2004	114	[MWh]	97 % DÅ
Producerad växelströmsenergi 2005	118	[MWh]	92 % DÅ
Förlorad energi 2003-09 - 2005-11	4	[%]	På grund av felfunktion

Tillförlitlighet

Solcellsmoduler. Slutsatsen är att degradering av moduler i de anläggningar som ingår i databasen är helt försumbar och begränsas till en form av tillverkningsfel hos en typ av tunnfilmsmodul.

Växelriktare. Studier av anläggningar med representativa växelriktare har visat på livslängder över 10 år. En siffra som bekräftas från liknande studier ute i Europa.

Systemfel av annan art har lett till små energiförluster.

Från tillgängliga data har det beräknats att 4 % av möjlig elproduktion försvinner på grund av någon felfunktion. Det har dock uppskattats att om alla fel åtgärdas inom tre månader skulle den siffran snarare vara 1 till 2 %.

Deltagande i IEA-PVPS Task 2

Bakgrund

Det internationella arbetet på området bedrivs inom IEA-PVPS Task 2. Målsättningarna med Task 2 arbetet är väsentligen identiskt med de målsättningar som den svenska driftuppföljningen har. Solelprogrammet har finansierat det svenska deltagandet i Task 2 under perioden 2004-03 till 2005-06. Under 2004 hade Sverige observatörsstatus och från och med 2005 är Sverige fullvärdig deltagare i Task 2. Från 2005-07-01 finansieras det svenska deltagandet i Task 2 av Energimyndigheten. Genom ett svenskt deltagande får vi tillgång till de senaste resultaten på området och till ett internationellt nätverk av experter. Arbetet i Task 2 har för svensk del bestått av tre moment:

1. Delta i två möten varje år
2. Utföra de obligatoriska uppgifter som beslutas under mötena
3. Bidra till arbetet i Subtask 7, Aktivitet 7.3, "Educational tool"

Moment 1.

Energibanken har som svensk representant under perioden 2003-09 till 2005-12 deltagit i fyra Task 2 möten.

Moment 2.

Väsentliga delar av Task 2 webbplats, har under våren 2005 översatts till svenska. Fem svenska anläggningar har lagts till den databas som byggs upp under subtask 6, *PV-system cost over time*. Svenska anläggningar i Performance Database har uppdaterats. Data från äldre svenska anläggningar har bearbetats och gjorts tillgängliga för Task 2 experter

Drifterfarenheter och uppbyggnad av Sveriges äldsta i solcellsanläggning i drift, "Huvudsta", har beskrivits som en del i Aktivitet 5.2

Moment 3.

Energibanken har i samarbete med konsultföretaget WSP byggt upp en engelsk version av det svenska projekteringsverktyget "solcell.nu". Avsikten är att den engelska versionen ska fungera som ett utbildningshjälpmedel både inom Task 2 och Task 10. (<http://194.71.254.36/solcell/>).

Summary

Introduction

The first grid connected PV installation in Sweden was built in 1983. Since then the number has increased to 24. In the meantime, 4 plants have been disconnected for different reasons. In the beginning of the year 2000, the board of the Swedish PV-System programme (SolEl 00-02) saw the need for a follow-up routine with operational data and plant descriptions. The main objectives have been to collect and analyse data regarding energy production, outage, maintenance, reliability and trends in technology and costs. The resulting product is a database with all existing Swedish grid connected PV-plants. Each PV-plant that is added to the database is described with name, location, starting date, components and installation processes. The database is published on the website of Elforsk, www.elforsk.se/solenergi.

During the present period, 2003-09 to 2005-12, six new plants have been added to the database. The accumulated value of the peak power is increased from 138 to 208 kW. 24 plants are present in the database and at least three new systems are about to be added. As a result of the governmental support to PV on public buildings the peak power is expected to increase to 2 MW and the number of systems to roughly 100 in December 2007. This will lead to new and more demanding methods for data acquisition. A special SolEl activity will deal with this matter during the spring 2006.

Operational results

Energy production and other key-figures

Produced AC-energy, 2003	93	[MWh]	100 % Availability of data [A _{MD}]
Produced AC-energy, 2004	114	[MWh]	97 % [A _{MD}]
Produced AC-energy, 2005	118	[MWh]	92 % [A _{MD}]
Outage 2003-09 - 2005-11	4	[%]	Caused by errors

Reliability

PV-modules. The conclusion is that degradation of modules in the Swedish systems is limited to one problem with delaminated thin film modules at one installation.

Inverters. Studies of installations with representative inverters indicate expected inverter lifetimes greater than 10 years. This is confirmed by similar international studies.

System problem of other types have caused energy losses that can be neglected.

From available data it has been calculated that about 4 % of possible energy production is lost because of various types of outage. It has been estimated that if all cases of outage had been fixed within three months the figure would rather be 1 to 2 %.

IEA-PVPS Task 2

The international work in the field of assessing the performance of PV installations is carried out by IEA-PVPS Task 2. The objectives of the Task 2 work are essentially the same as the objectives of the Swedish PV installation follow-up work. SolEl 03-07 has financed the Swedish participation in Task 2 from March 2004 until June 2005. During 2004 Sweden had the status as an observer. From 2005 the status is changed to full

membership. Participation in Task 2 gives Sweden access to the latest achievements in the field and to an international network of experts. The work has been divided in three parts.

1. Participate in two meetings every year
2. Carry out the mandatory tasks that are decided on the meetings
3. Development of an educational tool under Subtask 7, Activity 7.3

Part 1.

Energibanken has represented Sweden at four meetings during the period 2003-09 to 2005-12.

Part 2.

1. Translation of the Task 2 website to Swedish.
2. Add five Swedish PV-plants to the Subtask 6 activity, “PV-system cost over time”.
3. Update of Swedish plants in the “Performance Database”
4. Supply Task 5.2 leader with input to the activity, “Long term reliability”. This includes detailed data and a system description of the Huvudsta installation, built in 1984

Part 3.

Energibanken has in collaboration with a consultant company, WSP, designed an English version of the Swedish web-based design tool “solcell.nu”. The idea is that the English version shall work as an educational tool for both Task 2 and Task 10 (<http://194.71.254.36/solcell/>).

Innehållsförteckning

1	INLEDNING	2
1.1	BAKGRUND	2
1.2	MÅL.....	3
1.3	AVGRÄNSNINGAR	3
2	PROJEKTARBETET 2003-09 TILL 2005-12.....	4
2.1	NYA ANLÄGGNINGAR UNDER PROJEKTTIDEN	4
2.2	DATAÅTERBÄRING.....	4
2.3	INHÄMTNING AV DATA	4
2.4	DRIFTRESULTAT	5
2.5	TILLFÖRLITLIGHET	5
2.6	FÖRLUSTMEKANISMER OCH SYSTEMVERKNINGSGRAD.....	8
2.7	TILLGÅNG TILL DRIFTUPPFÖLJNINGENS DATA.....	10
2.8	DELTAGANDE I IEA-PVPS TASK 2	10
3	SLUTSATSER	12
3.1	AVSNITT 2.1 – NYA ANLÄGGNINGAR UNDER PERIODEN	12
3.2	AVSNITT 2.2 - DATAÅTERBÄRING	12
3.3	AVSNITT 2.3 – DATAINHÄMTNING	12
3.4	AVSNITT 2.4 - DRIFTRESULTAT	12
3.5	AVSNITT 2.5 – TILLFÖRLITLIGHET	12
3.6	AVSNITT 2.6 – FÖRLUSTMEKANISMER	12
3.7	AVSNITT 2.7 – DELTAGANDE I IEA PVPS TASK 2.....	12
4	REFERENSER	13

1 Inledning

Under 1983 anslöts för första gången en solcellsanläggning till det svenska elnätet. Antalet har sedan dess ökat till 24 aktivt anslutna anläggningar. Fyra stycken har under tiden av olika skäl tagits ur drift. Alla svenska nätanslutna anläggningar är uppförda på byggnader. De representerar ett välbalanserat urval av tillämpningar med avseende på möjliga tekniska och arkitektoniska lösningar. Vid början av år 2000 var de anläggningar som byggts lokalt motiverade helt utan övergripande krav på redovisning av elproduktion och andra parametrar. Programstyrelsen för Solel 00-02 såg vid denna tid därför ett behov av en nationell uppföljningsrutin för befintliga och framtida anläggningar.

Den databas för driftuppföljningen som blev resultatet har fått fortsatt stöd av det nya Solelprogrammet, Solel 03-07. Databasen publiceras på Elforsks webbplats och uppdateras den tionde varje månad med alla nytillkomna värden. Databasen har byggts upp i samarbete med SysTeam AB i Uppsala och togs i drift i mars 2002. För beskrivning av databasens uppbyggnad se [1] [2] [3].

De anläggningsbeskrivningar och produktionsdata som redovisas i databasen är ett resultat av anläggningsägarnas eget intresse att stödja kunskapsspridning kring en framväxande förnybar energikälla. Inga ekonomiska bidrag har utgått till dem.

1.1 Bakgrund

Föreliggande arbete är en fortsättning på tidigare aktiviteter inom driftuppföljningen. Tabell 1.1.1 nedan beskriver aktuella och redan genomförda aktiviteter.

Tabell 1.1.1

Aktiviteter i kronologisk ordning

År	Beskrivning
2000	Insamling av anläggningsbeskrivningar och historiska produktionsdata. Upprättande av datainsamlingsstrategier.
2001	Uppbyggnad av webbaserad databas.
2002	Inkörning och drift av webbpublicerad databas.
2003	Sammanställning av data, nya anläggningar och analys av mekanismer som påverkar anläggningars produktion.
2004-2005	Insamling av produktionsdata och adderande av nya anläggningar. Degradering hos komponenter. Felfunktion och därmed resulterande hindertid. Deltagande i IEA-PVPS Task 2 (Slut 2005-06).

Det internationella arbetet på området bedrivs inom IEA-PVPS Task 2. Målsättningarna med Task 2 arbetet är väsentligen identiska med de målsättningar som den svenska driftuppföljningen har. Solelprogrammet har finansierat det svenska deltagandet i Task 2 under perioden 2004-03 till 2005-06. Under 2004 hade Sverige observatörsstatus och

från och med 2005 är Sverige fullvärdig deltagare i Task 2. Från 2005-07-01 finansieras det svenska deltagandet i Task 2 av Energimyndigheten.

1.2 Mål

Målsättningen är och har varit att genom att sammanställa och analysera driftdata och anläggningsbeskrivningar skapa ett underlag för bedömningar av produktionsresultat, typiska felkällor, hindertid, degradering, underhållsbehov och trender för kostnader och nya tekniker. Genom att resultaten publiceras på Elforsks webbplats säkerställs spridningen till en vidare grupp.

Deltagandet i IEA-PVPS Task 2 gör att Sverige får del i det internationella arbetet på området och tillgång till ett brett globalt nätverk av experter.

1.3 Avgränsningar

Med avgränsningar menas här endast de begränsningar i typ av anläggningar som är med i databasen och begränsningar i hanteringen av data.

- Arbetet har begränsats till svenska nätanslutna solcellsanläggningar
- Anläggningarna är beskrivna med storlek, startår, lokalisering, bilder, ingående komponenter, installationsprocesser och i förekommande fall kostnader.
- Endast månadsdata för elproduktion (växelström) och hindertid redovisas. Då instrumenteringen tillåter redovisas även månadsdata för solinstrålningen i modulplanet och likströmsenergin.
- Historiska data från 1999-01-01 är tillgängliga i databasen.

2 Projektarbetet 2003-09 till 2005-12

2.1 Nya anläggningar under projektiden

Under innevarande rapportperiod, (2003-09 – 2005-12), har sex anläggningar adderats till databasen. Ytterligare fyra anläggningar står på tur att läggas in i databasen. De är Västerås Högskola (1,4 kW), Glashusett i Stockholm (3 kW), Ekstabyggen i Kungsbacka (64 kW) och KTH lärosalar (4 kW). Sammanlagt 72,4 kW toppeffekt. En av dem, Västerås Högskola, har av tekniska skäl ännu inte driftsatts trots att anläggningen stod färdig 2002. För anläggningen på Glashusett är det oklart om den är att betrakta som nätansluten eftersom energin primärt är avsedd för vätgasproduktion. Anläggningarna i Kungsbacka och på KTH driftsätts under våren 2006. De som adderats till databasen under perioden redovisas i Tabell 2.1.1.

Tabell 2.1.1

Nya anläggningar under projektperioden 2003-09 till 2005-12

Namn på anläggning	Lokalisering	Toppeffekt [kW]	Datum för drifttagande
NCC Holmen	Stockholm	17,6	2003 – 09 – 12
Lysande	Stockholm	21,9	2004 – 01 – 23
NCC Grynnan	Stockholm	17,1	2004 – 04 – 22
Lars Kaggskolan	Kalmar	2,6	2002 – 01
Augustenborg	Malmö	11,0	2005-03
ABB testanläggning	Västerås	3,0	2005-05-12

2.2 Dataåterbäring

Månatliga data från anläggningarna har kommit in i förväntad takt. En mindre eftersläpning i datarapportering har lett till att en fullständig redovisning oftast inte har kunnat göras vid uppdateringen av databasen varje månad. Erfarenheten i stort är att alla data ändå kommer till databasen inom några månader. Dataåterbäring för 2003 har varit 100 %. För år 2004 är dataåterbäringen över 97 %. Dominerande skälet till att det inte är 100 % beror på överföringsproblem från anläggningen i Kristianstad. För år 2005 är dataåterbäringen hittills 92 %. Problemen med anläggningen i Kristianstad kvarstår, men en lösning utlovas från den driftansvarige.

2.3 Inhämtning av data

En fortsättning av driftföljningen samtidigt som antalet anläggningar ökar kommer kräva mer automatiserade metoder för datainsamling. Som en delaktivitet i projektet har metoder för automatiserad datainhämtning studerats. Ett förslag som baseras på GSM-teknik presenteras. Om det implementeras blir kostnaden per anläggning cirka 5000 kronor inklusive installation. Förutsättningen är dock att aktuell anläggning registrerar energin med en elmätare med pulsutgång, vilket är standard på dagens elmätare. Till det kommer en initial kostnad för att bygga upp en centralenhet och göra nödvändig programmering. Kostnadsuppskattning för det initiala arbetet är cirka 100 kkr. Denna delaktivitet redovisas i [4].

Det bidrag till energieffektiviseringar som även utgår till solcellsanläggningar förväntas leda till att det år 2007 kommer att finnas cirka 100 anläggningar att följa. Som en konsekvens av det måste inhämtningen av data förenklas och/eller automatiseras. Ett samarbete mellan Energibanken, Statens Provningsanstalt och Solel 03-07 har inletts som ska resultera i ett förslag på hur datainhämtningen kan rationaliseras. Förslaget förväntas vara klart juni 2006.

2.4 Driftresultat

2003, 2004 och 2005 kan beskrivas som solinstrålningsmässigt bra år i Sverige. SMHI mätte vid sina mätstationer i södra Sverige över 3 % mer solenergi än under normalår. Tabell 2.4.1 nedan redovisar övergripande fakta från driftuppföljningen.

Tabell 2.4.1

Övergripande fakta från driftuppföljningen år 2003-09 till 2005-11

Toppeffekt 1 januari 2003	138	[kW]	19 anläggningar i databas
Toppeffekt 31 december 2003	178	[kW]	20 anläggningar i databas
Toppeffekt 31 december 2004	195	[kW]	23 anläggningar i databas
Toppeffekt 30 nov 2005	208	[kW]	24 anläggningar i databas
Producerad växelströmsenergi 2003	93	[MWh]	100 % dataåterbäring
Producerad växelströmsenergi 2004	114	[MWh]	97 % dataåterbäring
Producerad växelströmsenergi 2005-11	118	[MWh]	92 % dataåterbäring
Förlorad energi 2003-09 - 2005-11	4	[%]	pga felfunktion

2.5 Tillförlitlighet

En målsättning med driftuppföljningen av svenska solcellsanläggningar är att få statistik över de olika typer av felfunktion som kan förekomma. I det ingår degradering av komponenters prestanda och hindertid. Med degradering avses framförallt försämring av modulers verkningsgrad. Med hindertid avses fel som gör att hela eller delar av ett system inte fungerar. Det beror ofta på växelriktarfel, men kan också vara orsakat av avbrott eller kortslutningar i andra komponenter som kablar, säkringar, brytare och dioder. Hindertid kan också vara förorsakat av felaktigt handhavande och kan bero på yttre orsaker som nätavbrott.

2.5.1 Tillförlitlighet hos moduler

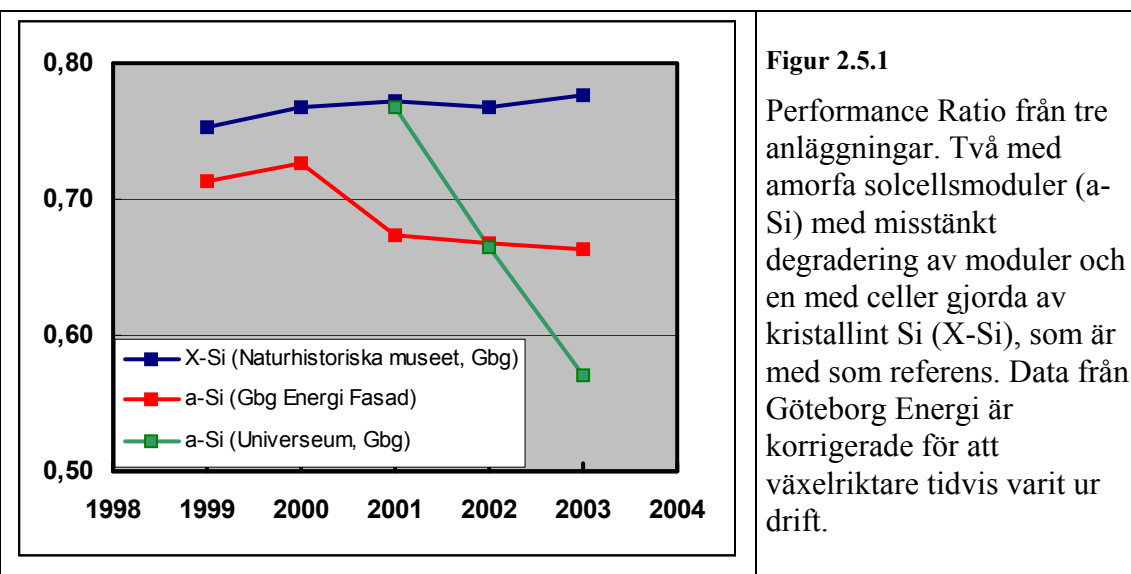
Solcellsmoduler är gjorda för att klara typgodkännanden som innebär livslängder över 20 år. De flesta tillverkare ger garantier på 25 år. Det finns därför en allmän konsensus i solcellsvärlden att degradering av modulprestanda är ett litet problem. Här diskuteras eventuella försämringar av moduler ingående i de svenska anläggningarna.

För att på ett korrekt sätt kunna uttala sig om modulprestanda ska mätningar göras på plats under specificerade förhållanden. Det går utanför uppdraget för projektet att genomföra denna typ av mätning på alla anläggningar. På anläggningen i Huvudsta som har varit i drift i 20 år har ändå en sådan verifierande mätning utförts i juni 2004. Mätningen gav $P_t = 2,09$ kW. Anläggningens nominella toppeffekt är 2,12 kW och den kalibrerades 1985 till 2,05 kW. Någon degradering av modulerna kan alltså inte påvisas efter 20 års drift.

En annan möjlighet att konstatera degradering är att med hjälp av databasens produktionssiffror studera trender över längre perioder. Svårigheten ligger i att om det alls finns någon trend som indikerar en försämring att då kunna påvisa att det beror på modulerna och inte på andra delar i systemet. Sådana studier av trender har genomförts. Endast i två fall finns trender som pekar mot en försämring av en anläggnings prestanda (Figur 2.5.1). I det ena fallet, Universeum i Göteborg, konfirmeras degradering av modulprestanda av andra observationer. De på amorft kisel uppbyggda tunnfilmsmodulerna har delaminerat (Figur 2.5.2) och leverantören kommer att byta ut dessa moduler. Orsaken anses vara tillverkningsfel.

Det andra fallet med sjunkande trend rör också amorfa moduler. Det är anläggningen på Göteborg Energis fasad. Här kan dock inte den observerade försämringen med säkerhet hänföras till försämrade moduler. Bland annat står det ett växande träd framför byggnaden som därför kan misstänkas skugga allt större ytor av anläggningen för varje år.

Slutsatsen är att degradering av moduler i de anläggningar som ingår i databasen är helt försumbar och begränsas till en form av tillverkningsfel hos en typ av tunnfilmsmodul.





Figur 2.5.2

Tunnfilmsmodul från Universeum med delvis delaminerad yta. Fläcken är cirka 10 cm i diameter. Enligt tillverkaren, Naps, så leder delamineringen i detta fall till fuktskador på de aktiva solcellsytorna.

2.5.2 Tillförlitlighet hos växelriktare

Alla databasens anläggningar äldre än 1997 har under senare år bytt ut sina växelriktare. (Huvudsta i juli 2000, Härnösand i september 2001 efter 3 års driftavbrott och Borlänge Högskola bytte sin gamla växelriktare sommaren 2004 efter att den gamla gick sönder våren 2003). Analys av tillförlitlighet hos växelriktare begränsas därför till de modernare typerna. Endast tre tillverkare finns representerade: Tyska SMA med sina växelriktare i Sunny Boy-serien med 122 stycken om sammanlagt 140 kW, Österrikiska Fronius, 17 stycken med sammanlagt 32 kW och Tyska Würth, 14 styck på tillsammans 10 kW. Växelriktarna från Fronius är tämligen nyinstallerade och erfarenhet finns bara från 44 driftår (antal växelriktare gånger deras respektive drifttid). Inga fel är rapporterade. För Würths växelriktare gäller att alla är installerade på Nordens Ark och att alla växelriktare har bytts ut och ersatts med en ny och ombyggd variant. Detta sägs bero på att de var känsliga för störningar i det svaga nätet som finns på platsen. Efter ombyggnad har inga problem rapporterats.

För växelriktarna från SMA finns erfarenhet från 530 driftår i databasens anläggningar (2004). Åtta växelriktare från SMA har rapporterats ur funktion. Alla från anläggningen på IKEA, som är den äldsta med denna typ av växelriktare. En orsak till att just IKEAs anläggning har de flesta växelriktarfelen är förutom att den är äldst även att växelriktarna sitter utomhus. Det har lett till fuktinträngning som påskyndar degradering. Även åsknedslag misstänks vara bakomliggande orsak i några fall.

Med 8 fel från 7 års drift av IKEAs 58 växelriktare kan man anta en medeltid mellan fel hos dessa växelriktare på runt 10 år. En slutsats från [5] konfirmerar detta. Där anges att man ska räkna med 10 till 15 års livslängd på en modern växelriktare.

2.5.3 Tillförlitlighet för system och andra orsaker till minskad energiproduktion

Solcellssystem är i grunden robusta elektriska installationer utan rörliga delar. Ett fåtal incidenter som inte direkt rör moduler eller växelriktare har rapporterats. De rör främst initiala problem vid driftsättning, handhavandeinstruktioner och föråldrade lösningar på hopkoppling av moduler.

1. **Göteborg Energi.** Säkringar dolda i låsta el-nischer löste ut av okänd anledning. Det upptäcktes först fyra år efter att de löst ut (februari 2004).
2. **Huvudsta.** Några moduler har kortslutits på grund av fuktinträngning i en utvändigt belägen kopplingslåda. Åtgärdat i omgångar 1999 och 2004.
3. **JM-1, JM-4, NCC-Holmen och NCC-Grynnan.** Jordfel och avbrott orsakat av kanalisering av kablar i trånga aluminiumprofilsystem egentligen avsedda för fönstermontage. Alla anläggningarna kunde dock driftsättas med 70 till 90 procents kapacitet. Felen åtgärdades inom 1 till 14 månader.

2.5.4 Förlorad energiproduktion

Motiven att bygga solcellsanläggningar i Sverige har väsentligen varit att lära sig den nya teknikens möjligheter framförallt som byggnadsintegrering och kunna använda sig av den vid marknadsföring, utbildning mm. Den rena energiproduktionen har varit av sekundär betydelse. Det kan vara en av orsakerna till att då fel har uppstått på anläggningar har tiden tills det avhjälpits varit mycket längre än om energin hade varit den primära målsättningen. Under perioden från år 2000 fram till juni 2004 beräknas 17,7 MWh mer energi producerats om inga fel hade uppstått. Under samma period har 353 MWh producerats. Om alla fel hade avhjälpits inom 3 månader uppskattas förlusten av energi till 4,4 MWh vilket motsvarar 1,2 %.

Från en del av det schweiziska SolEl-programmet, där energiproduktionen är ett primärt mål, rapporteras felfunktion ge upphov till en minskning av kapaciteten på i medel 1,1 % under perioden 1997 till 2004 [5]. Slutsatsen är att vid ett rimligt underhåll kommer kapaciteten minskas med cirka 1 % i medeltal på grund av olika felfunktioner. Den dominerande källan till felfunktion är problem med växelriktare.

I december 2005 har 5 av databasens anläggningar någon form av känt underhållsbehov: IKEA tak respektive fasad väntar på byte av 6 respektive 2 växelriktare av sammanlagt 45 respektive 13 stycken. Naturhistoriska i Göteborg har ett frågetecken kring en av två växelriktare som ska utredas. Borlänge Högskola ska enligt uppgift få en ny växelriktare under december 2005. Lars Kaggskolans anläggning är ur drift på grund av andra typer av underhållsarbeten. Det är i dagsläget oklart hur det påverkar den framtida driften.

2.6 Förlustmekanismer och systemverkningsgrad

De mekanismer som minskar en anläggnings förmåga att generera växelströmsenergi är beskrivna i ett arbete i en tidigare etapp inom driftuppföljningen [6]. De beskrivna mekanismerna sammanfattas i Tabell 2.6.1.

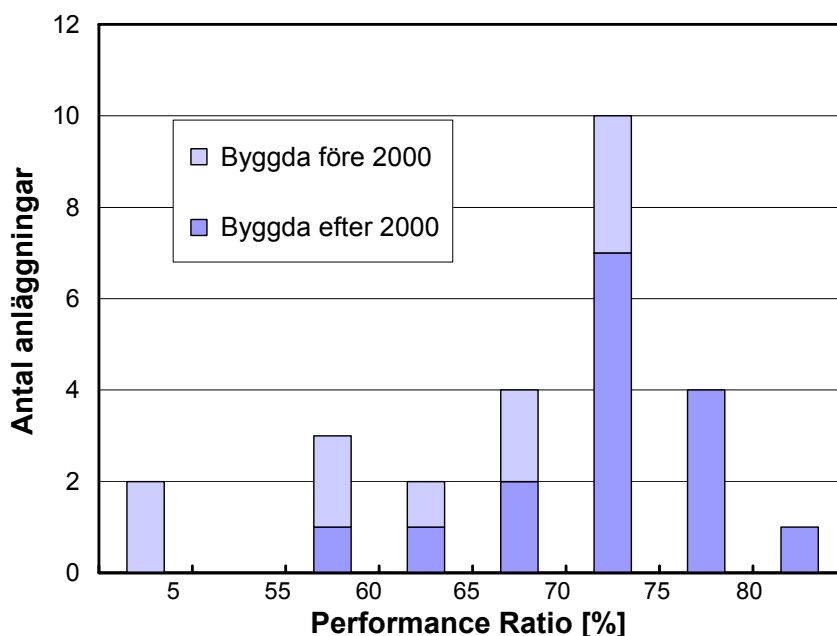
Tabell 2.6.1

Sammanfattning av förlustmekanismer och typisk storleksordning på deras inverkan.

Förlustmekanism	Storleksordningar på förluster [%]
Lägre instrålning än 1000 W/m ²	4 - 6
Celltemperatur högre än 25°C	1 - 3
Växelriktarförluster	7 - 19
Skuggning	0 - 10
Missanpassning pga spridning i modulström	~2
Smuts på moduler	1 - 3 (7 i ett fall)
Snö på moduler	0 - 4
Ökad reflektion vid låga infallsvinklar för ljus	3 - 5
Spektrala variationer för kristallint kisel	-2 *
Resistiva kabelförluster	~0,5

*Ökning

Sammantaget ger förlusterna upphov till en resulterande systemverkningsgrad eller Performance Ratio som är elproduktionen normerad med anläggningens toppeffekt och solinstrålning i modulernas plan. Trenden är att förbättrad kunskap om systemuppbyggnad och förbättrade prestanda på framförallt växelriktare leder till ökande systemverkningsgrader. Detta illustreras i Figur 2.6.1 som jämför systemverkningsgrad för äldre (byggda före år 2000) med senare byggda anläggningar (efter år 2000).



Figur 2.6.1

Uppskattade systemverkningsgrader för svenska nätanslutna solcellsanläggningar. Referenssolinstrålningen är för de flesta anläggningarna uppskattad från modulernas orientering och solinstrålningsdata från SMHI. Felet i uppskattning bedöms vara 5 %.

2.7 Tillgång till driftuppföljningens data

När formerna för driftuppföljningen etablerades överenskomms att databasens information skulle göras elektroniskt tillgängliga för andra aktörer genom att alla data läggs i en excel-fil. Den ska innehålla anläggningsbeskrivningar exklusive bilder, publicerade data och dessutom historiska data tillbaka till 1991. Den ska vara tillgänglig för intresserade användare vid behov både från [7] och Elforsk.

2.8 Deltagande i IEA-PVPS Task 2

2.8.1 Bakgrund

Inom Task 2, *Performance, Reliability and Analysis of Photovoltaic Systems*, som är ett annex under IEA:s "Implementing Agreement" PVPS (Photovoltaic Power Systems) behandlas alla frågor runt solcellsanläggningar som rör uppskattning och optimering av elproduktionen, underhåll, tillförlitlighet och utvärdering av prestanda.

Arbetet inom Task 2 har pågått under två femåriga perioder. En tredje fas inleddes i september 2004 och kommer att pågå fram till 2007-08-31. Energibanken deltog som observatör vid det avslutande mötet av den andra femårsperioden i mars 2004 och vid "kick-off"-mötet för den innevarande treårsperioden i september 2004. Energibanken har som delegat även deltagit vid möte två och tre av innevarande period. Från och med 2005-07-01 finansieras svenskt deltagande i Task 2 av STEM.

Solel-programmets driftuppföljning och därtill hörande analyser motsvarar i en mindre skala de aktiviteter som bedrivs inom Task 2. Resultat från driftuppföljningen är en viktig del av Sveriges bidrag till de olika aktiviteterna i Task 2. Svensk representant i Task 2 är Jonas Hedström, Energibanken i Jättendal AB.

2.8.2 Målsättning

Det övergripande målet för Task 2 är att öka förståelsen för solcellsanläggningar i drift. Det synliga resultatet ska vara ökad elproduktion, ökad tillförlitlighet, ökad förutsägbarhet för elproduktionen både i det korta och långa perspektivet, minskade installationskostnader samt nya metoder och ökad förståelse för skötsel och underhåll.

Målet med det svenska deltagande är att representera Sverige på de Task 2-möten och de workshops som kommer att vara aktuella under projektiden och att utföra de insatser i arbetsgrupperna som Sverige tar på sig.

Genom deltagande i IEA PVPS Task 2 får Sverige direkt tillgång till de resultat som skapas i de olika arbetsgrupper som Task 2 är indelat i. Sverige får samtidigt tillgång till ett internationellt nätverk av experter på området.

2.8.3 Genomförande

Arbetet i Task 2 har för svensk del bestått av tre moment:

1. Delta i två möten varje år
2. Utföra de obligatoriska uppgifter som beslutas under mötena

3. Bidra till arbetet i Subtask 7, "Dissemination", Aktivitet 7.3, "Educational tool"

Moment 1.

Energibanken har som svensk representant under perioden 2003-09 till 2005-12 deltagit i fyra Task 2 möten. Med observatörsstatus: Zürich mars 2004 och Italien september 2004. Som fullvärdig medlem: Florida mars 2005 och Tyskland september 2005. Alla möten är redovisade med reserapporter [8] [9] [10] [11].

Moment 2.

- Väsentliga delar av Task 2 webbplats [12] (www.iea-pvps-task2.org), har under våren 2005 översatts till svenska.
- Fem svenska anläggningar har lagts till den databas som byggs upp under subtask 6, *PV-system cost over time*. Delresultat från denna subtask kan studeras från task 2 webbplats under "Survey".
- Svenska anläggningar i Performance Database har uppdaterats.
- Data från äldre svenska anläggningar har bearbetats och skickats till ansvarig för aktivitet 5.2 "Long Term Stability".
- Drifterfarenheter och uppbyggnad av Sveriges äldsta i solcellsanläggning i drift, "Huvudsta", har beskrivits som en del i Aktivitet 5.2 [13].

Moment 3.

Energibanken har genomfört ett samarbete med konsultföretaget WSP Stockholm. De har programmerat en engelsk version av det svenska projekteringsverktyget "solcell.nu". Avsikten är att den engelska versionen ska fungera som ett utbildningshjälpmedel både inom Task 2 och Task 10. Martin Belkert på WSP:s dataavdelning har färdigställt den preliminära versionen [14] (<http://194.71.254.36/solcell/>).

Denna utformning har godkänts av både Task 2 och 10 och ska färdigställas under den kommande perioden. Både från Task 2 och 10 har det funnits krav på att fler case studies ska presenteras. Detta har det tagits hänsyn till i programmering i den nya versionen. I nuläget finns fyra anläggningar inlagda, alla från Task 10 (från Norge, Danmark, Kanada och Österrike). I den svenska versionen av solcell.nu, ingår tre anläggningar från Hammarby Sjöstad som alla är väl beskrivna avseende de teman som tas upp i utbildningsverktyget. De av dessa projekt som kommer att användas som svenskt "case" ska endast ges en engelsk översättning.

3 Slutsatser

Arbetet med driftuppföljningen har lett till en samlad bild av uppbyggnad och prestanda hos de svenska nätanslutna solcellsanläggningarna. All information om dem är samlad i en databas som är tillgänglig från Elforsks webbplats. Den period som avses i slutsatserna nedan är 2003 till 2005.

3.1 Avsnitt 2.1 – Nya anläggningar under perioden

Sex anläggningar har lagts till databasen. Tre byggda men inte driftsatta står på tur. En anläggning med kombinerad produktion av vätgas och växelström till nät är inte heller adderad till databasen. Toppeffekten har under perioden ökat från 117 till 209 kW.

3.2 Avsnitt 2.2 - Dataåterbäring

Uppskattningsvis 100, 97 respektive 94 % av genererad energi har redovisats under 2003, 2004 respektive 2005. Problem med dataöverföring från en anläggning i Kristianstad är den dominerande källan till dataförluster.

3.3 Avsnitt 2.3 – Datainhämtning

Nya metoder för datainsamling kommer krävas då antalet anläggningar förväntas öka till cirka 100. Ett samarbete med Statens Provningsanstalt har inletts för att studera nya möjligheter för att förenkla och automatisera förfarandet.

3.4 Avsnitt 2.4 - Driftresultat

Energiproduktionen från alla anläggningar 2005 (94 % dataåterbäring) är 118 kWh Viktad systemverkningsgrad (Performance Ratio) är 69 % för alla anläggningar. För anläggningar byggda efter år 2000 är Performance Ratio cirka 74 % [6].

3.5 Avsnitt 2.5 – Tillförlitlighet

Felfunktion har minskat produktionen med 4 %, men man kan visa att om alla fel åtgärdas inom 3 månader skulle produktionsminskningen vara endast 1,2 %. Dominerande orsak är fel i växelriktare. De har en förväntad livslängd på mellan 10 och 15 år. Endast ett problem med en typ av tunnfilmsmodul har registrerats.

3.6 Avsnitt 2.6 – Förlustmekanismer

Nio skilda förlustmekanismer har identifierats och studerats [6]. Förluster i växelriktare dominerar. Förlusterna är dock väsentligt minimerade i nyare växelriktare.

3.7 Avsnitt 2.7 – Deltagande i IEA PVPS Task 2

Energibanken har representerat Sverige i IEA PVPS Task 2. Sverige har genom samarbetet fått tillgång till de senaste resultaten på området och samtidigt skapat tillgång till ett internationellt nätverk av experter på området. Arbetet med den svenska driftuppföljningen är vår viktigaste input i arbetet. En annan aktivitet som Sverige bidrar till är uppbyggnaden av ett interaktivt utbildningshjälpmedel som baseras på det svenska "solcell.nu".

4 Referenser

- [1] Hedström J; Driftuppföljning av svenska nätanslutna solcellsanläggningar, Energibanken rapport R1-12-00, 2000.
- [2] Hedström J; Sol_0105 Driftuppföljning av svenska nätanslutna solcellsanläggningar, Elforskrapport, 2002.
- [3] Driftuppföljning av svenska nätanslutna solcellsanläggningar (Online). Tillgänglig från www.elforsk.se/solenergi.
- [4] Hedström J; Insamling av produktionsdata från nätanslutna solcellsanläggningar, juni 2004.
- [5] Häberlin H; Long Term Behaviour of Grid Connected PV-Systems. Proceedings of the 19th EU PV Conf., Paris, France, 2004.
- [6] Hedström J; Driftuppföljning av svenska nätanslutna solcellsanläggningar, Elforskrapport 03:13, 2003.
- [7] E-post till Jonas Hedström: jonas@energibanken.se .
- [8] Hedström J; Reserapport IEA-PVPS, Task 2, 10th meeting, Zürich, Schweiz, mars, 2004.
- [9] Hedström J; Reserapport IEA-PVPS, Task 2, 11th meeting, Ispra, Italien, september, 2004.
- [10] Hedström J; Reserapport IEA-PVPS, Task 2, 12th meeting, Cocoa, Florida, mars, 2005.
- [11] Hedström J; Reserapport IEA-PVPS, Task 2, 13th meeting, Hameln, Tyskland, september, 2005.
- [12] IEA PVPS Task 2 Webbplats (Online) Tillgänglig från www.iea-pvps-task2.org
- [13] Hedström J; 2 kWp Grid-connected PV-plant Huvudsta/Sweden, (Draft, maj, 2005).
- [14] Preliminär utformning av Task 2 och Task 10 utbildningsverktyg. (Online) Tillgänglig från <http://194.71.254.36/solcell/>.

ELFORSK

SVENSKA ELFÖRETAGENS FORSKNINGS- OCH UTVECKLINGS – ELFORSK – AB
Elforsk AB, 101 53 Stockholm. Besöksadress: Olof Palmes Gata 31
Telefon: 08-677 25 30. Telefax 08-677 25 35
www.elforsk.se