

Energimyndighetens titel på projektet – svenska Utvärdering av solelproduktion från Sveriges första MW-solcellspark	
Energimyndighetens titel på projektet – engelska Evaluation of first MW PV plant in Sweden	
Ev. Energimyndighetens program -	Tidplan 20130701-20150930
Total projektkostnad 2 109 919	Energimyndighetens andel av kostnaden i %/kr 51%
Ev. rapporttitel hos stödmottagaren 1. Analys av elkvaliteten i Sveriges första MW-solcellspark. Bifogas. 2. Sveriges första MW-solcellspark och dess forskningssystem. Bifogas. 3. Utvärdering av Sveriges första MW-solcellspark. Bifogas. 4. Utvärdering av solelproduktion från Sveriges första MW-solcellspark – sammanfattning av slutrapport. Denna rapport.	Ev. rapportnr hos stödmottagaren -
Universitet/högskola/företag Mälardalens Högskola	Avdelning/institution EST
Adress Box 883, 721 23 Västerås	Organisationsnummer 202100-2916
Namn och e-post - projektledare Björn Karlsson, bjorn.karlsson@mdh.se	
Namn och e-post – Huvudförfattare/ medförfattare/projektdeltagare/doktorander Bengt Stridh, bengt.stridh@mdh.se Jan Larsson, Mälarenergi, Jan.Larsson@malarenergi.se Patrik Bagge, Mälarenergi, patrik.bagge@malarenergi.se Magnus Hellberg, Kraftpojkarna, magnus@kraftpojkarna.se Tommy Dahlström, Kraftpojkarna, tommy@kraftpojkarna.se	
Nyckelord: 5-7 st Solceller, elkvalitet, solföljare, fast installation, effektoptimerare	

Sammanfattning

Projektets syfte var att öka förståelsen för hur framtida stora solcellsinstallationer bör utföras i Sverige på ett så kostnadseffektivt sätt som möjligt och därmed bli en ledsagare för ökad solelproduktion i Sverige.

Solcellsparkens påverkan på elkvaliteten ligger inom gränserna för spänningsändringar, spänningsövertoner, mellantoner och spänningsosymmetri i gällande föreskrift EIFS 2013:1. Långsamma spänningsvariationer överskred energibranschens rekommendationer för en enskild produktionskälla 0,74 % av tiden under en två månader lång period.

Effektoptimerare på solcellsmodulerna ger en ökad kostnad. Resultaten visar att effektoptimerare inte kan motiveras med ett ökat energiutbyte om installationen är relativt skuggfri.

En fast installation ger lägre investeringskostnad och lägre underhållskostnad som inte uppvägs av ökad elproduktion från ett solföljande system. Markutnyttjandet kan dessutom förbättras med 40-80% högre energiutbyte med fasta system jämfört med solföljande system.

Summary

The project aim was to increase the understanding of how future large photovoltaic installations should be carried out in Sweden in a cost effective way and thereby become a viable alternative for increased solar electricity generation in Sweden.

Impact on power quality is within the limits for voltage variations, voltage harmonics, midtones, and voltage symmetry in regulation EIFS 2013:1. Slow voltage variations are however exceeding the energy industry's recommendations for a single production source during 0.74% of the time during a two-month period.

Power optimizers on PV modules give an increased cost. The results show that power optimizers are not justified by increased energy efficiency if the installation is unshaded.

A fixed installation provides a lower investment and maintenance cost which is not offset by the increase in electricity production from a sun-tracking system. Land utilization can also be improved by 40-80% higher energy yield per unit area for fixed systems.

Inledning

Solceller har en stor och hittills nästan outnyttjad potential att bidra till Sveriges elförsörjning. Kraftigt sjunkande priser för solcellssystem har radikalt ändrat marknadsförutsättningarna under det senaste årtiondet. I Tyskland och Danmark kan solel produceras till en lägre kostnad än det pris hushållen betalar för köpt el.

2014 hade Tyskland 1,5 miljoner installerade solcellsanläggningar med 38 GW effekt vilket gör 474 W installerade solceller per innevånare och 5,8% av elproduktionen 2014. Det kan jämföras med 108 W per innevånare i Danmark och 5-7 W i Sverige vid årsskiftet. Med ett kraftigt utökat investeringsstöd förväntas utvecklingen ta ökad fart i Sverige under de närmaste åren

I projektet har studier gjorts av en kombination av ekonomiska och tekniska frågor som elkvalitet, systemuppbyggnad med solföljning eller fast installationen, ytutnyttjande och variation av parametrar som lutning, på tak eller fristående, med effektoptimerare eller inte.

Projektets syfte var att öka förståelsen för hur framtida stora solcellsanläggningar bör utföras i Sverige på ett så kostnadseffektivt sätt som möjligt ur alla intressenters perspektiv och därmed bli en ledsagare för ökad solelproduktion i Sverige.

Deltagare i projektet var Kraftpojkarna (anläggare och innehavare av solcellsparken), Mälarenergi Elnät AB (elnätsägare), Mälarenergi AB (köpare av solenergin) och Mälardalens Högskola (projektledning). Energimyndigheten har finansierat arbetet vid Mälardalens Högskola.

Huvudresultat

Elkvalitet. Solcellsparkens påverkan på elkvaliteten ligger inom gränserna för spänningsändringar, spänningsövertoner, mellantoner och spänningsosymmetri i gällande föreskrift EIFS 2013:1. Långsamma spänningsvariationer överskred energibranschens rekommendationer för en enskild produktionskälla under 0,74 % av tiden under en två månader lång period. 11:e strömövertonen överskreds två veckor under 12 månader enligt IEEE 519-2014, svensk standard för detta saknas. Högsta ramphastighet på 621,5 kW/minut har inte vållat nätägaren problem, svensk standard för detta saknas.

Effektoptimerare. Effektoptimerare på solcellsmodulerna leder till ökad investeringskostnad, som kan täckas om produktionen ökar beroende på dess storlek, investeringskostnad och elvärde. En eventuell produktionsökning beror på storleken av minskade ”mismatch” förluster på grund av modulers olika prestanda efter tillverkning och efter åldring samt skuggning. Optimerare har fördelar som övervakning på modulnivå vilket gör att modulfel upptäcks snabbare, större flexibilitet i layout vilket speciellt gynnar småhusinstallationer och ett säkrare system vid installation, brand eller strömavbrott då modulspänningen begränsas till 1 V. Mätningarna visar små skillnader i energiutbyte mellan system med och utan optimerare.

Solföljning. Solföljning gav ca 30-40% högre energiutbyte än fast installation. En fast installation ger lägre investeringskostnad och underhållskostnad som inte uppvägs av den ökade elproduktionen från solföljande system.

Installation på byggnader eller fristående. Installationer på byggnader tar ingen ny mark i anspråk och distributionsförlusterna i elnätet minskar. Installation och

service är enklare för fristående system. Risken för stöld och skadegörelse är större för markmonterade system. Detta exemplifierades då 39 moduler från de markmonterade systemen stals. Installation på byggnader gör att solcellssystemet kan spara köpt el.

Utbyte på byggnad och fristående. Vid 19° modullutning gav fristående system ca 3% högre solelproduktion än takmonterade. Det visar att storleken på luftspalten under modulerna för byggnadsmonterade system påverkar modulernas temperatur och därmed utbytet.

Lutningens påverkan på energiproduktionen. 41° lutning gav något kortare snötäckningstid på modulerna jämfört med 19°. Det blev ca 3% högre solelproduktion vid 41° modullutning jämfört med 19°. Det överensstämmer med de teoretiska beräkningarna.

Måluppfyllelse

Samtliga frågeställningar enligt projektets mål besvaras i tre delrapporter som beskriver elkvalitet, MW-parken och forskningssystemen respektive resultat av en jämförande driftutvärdering av de tio forskningssystemen.

Effekter i samhället

Ur ekonomisk synvinkel rekommenderas att i framtiden installera fasta solcellssystem istället för solföljande. Solföljning ger på grund av främst en högre investeringskostnad en högre produktionskostnad. Markutnyttjandet i form av energiproduktion per yta kan bli ca 40-80% högre med fasta system jämfört med solföljande system om lämplig layout används.

En farhåga bland nätägare är hur stor inverkan solcellsinstallationer ger på elkvaliteten i elnätet. Avvikelserna vid MW-parken är inte så stora att det föranleder en ombyggnad i elnätet då marginalerna är stora, men man behöver hålla uppsikt på förändringar i mellan- och lågspänningsnätet vid ytterligare installationer. Det finns en framtida potential för installation av större solcellsanläggningar även i förhållandevis svaga landsbygdsnät.

Genomförande

I den ursprungliga tidsplanen var tanken att MW-parken och forskningssystem skulle ha varit färdigställda hösten 2013. Förberedelser och byggande av parken tog dock längre tid än beräknat. MW-parken invigdes den 5 februari 2014. De tio forskningssystemen var färdigställda och i drift i mitten av mars. Den ursprungliga tidsplanen för utvärderingen blev därför förskjuten och en begäran om förlängning av projektet gjordes från 31 maj 2015 till 30 september 2015.

Det beslutades under projektets gång att utöka antalet forskningssystem från 6 olika varianter till 10 varianter för att experimentellt kunna studera skillnader mellan fasta och fristående solcellssystem samt skillnader mellan olika modullutningar.

Kraftpojkarna ansvarade för planering, upphandling, installation och drift av MW-parken. De har också stått för upphandling och installation av forskningssystemen. MDH har ansvarat för projektledning, planering av projektet, resultatutvärdering och bevakning av driften av forskningssystemen, där vissa driftåtgärder utförts tillsammans med Kraftpojkarna. MDH har även ansvarat val och installation av loggningssystem, där Midroc anlåtats för elinstallationerna. Mälarenergi har installerat mätutrustning och utfört utvärderingen av elkvaliteten.

En erfarenhet för forskningssystemen är att driftstörningar har varit flera än förväntat. I juli 2014 stals 39 moduler från två av systemen. I juli 2015 gick två sensorboxar för insamling av data sönder på grund av åskväder. För speciellt ett system orsakade signalstörning av signaler från elmätaren felaktiga data under en längre tid. Dessutom har övervakning och administration av loggningssystemen varit mera tidskrävande än förväntat.

2013-07-01 – 2014-02-05. Planering, upphandling och installation av MW-parken.

2013-07-01 – 2014-03-11. Projektplanering, upphandling och installation av forskningssystem.

2014-03-11 – 2014-04-30. Intrimning av mätutrustning och loggning för projektets behov

2014-04-24 – 2015-09-30. Mätning av elkvalitet. Fortsätter även efter projektets slut.

2014-05-01 – 2015-09-30. Fortlöpande uppföljning av driften, inklusive felsökning och åtgärder av loggning av forskningssystemen.

2015-10-31. Preliminär slutredovisning till Energimyndigheten.

2015-12-31. Kompletterande slutredovisning, inklusive ekonomisk redovisning till Energimyndigheten.