

Skånes solelpotential

ETT PROJEKT UNDER ENERGIVISION SYD MED STÖD AV REGION
SKÅNES MILJÖVÅRDSFOND

WeatherTech



Stefan Söderberg
UPPSALA 2018-12-28
Version 1.0

Sammanfattning

För en resurseffektiv utbyggnad av solceller bör utbyggnaden av produktionsanläggningar i första hand ske på platser med hög instrålning tillsammans med låga investeringskostnader. Underlag som idag finns tillgängligt för uppskattning av solenergi är oftast inte särskilt detaljerat. Den begränsade upplösningen innebär att det finns en risk för att potentialen för solceller i regionala och lokala områden underskattas. Syftet med detta arbete var att ta fram en detaljerad kartläggning av solinstrålningen längs Skånes mest lovande kuststräcka och undersöka om potentialen för dessa områden har underskattats.

Solinstrålningen längs Skånes sydkust studerades genom högupplösta modellberäkningar med den mesoskaliga numeriska modellen Weather Research and Forecasting (WRF, <https://www.mmm.ucar.edu/weather-research-and-forecasting-model>). Modellresultaten jämfördes med observations från SMHI:s väderstation i Lund samt med data från STRÅNG.

Jämförelsen mellan resultat från WRF modell studien och observationer från SMHI:s väderstation i Lund visar en god överensstämmelse. Över 5 år är modellbias för GHI $\sim -2\%$ vilket får anses vara lågt då inga korrigeringar mot observationer har gjorts.

Studiens resultat för perioden 2013-2017 visar att relativt stora områden längs Skånes södra och sydöstra kust har GHI som överstiger 1050 kWh/m^2 och år. En jämförelse i årsmedelvärden 2013-2016 av GHI mellan WRF och STRÅNG visar på stora kustnära områden där WRF ger 4-5% högre värden än STRÅNG.

Resultaten pekar mot att solinstrålningen är högre än vad som tidigare antagits. Det medför att potentialen för solcellproduktion i befintliga, projekterade och potentiella anläggningar längs Skånes kuststräcka och stora delar av Skånes inland tidigare har underskattats.

Innehållsförteckning

1 Inledning	4
2 Metod och modellbeskrivning.....	4
2.1 Numerisk modellering.....	4
2.1.1 WRF.....	4
2.1.2 Meteorologiska randvillkor och modelldomän.....	5
2.2 Meteorologiska observationer	5
2.3 STRÅNG.....	6
3 Resultat	7
3.1 Månadsmedelvärden från Lund – observationer och modelldata.....	7
3.2 Kartor	8
4 Slutsatser.....	15
Referenser	16

1 Inledning

En förutsättning för en resurseffektiv utbyggnad av solex är att utbyggnaden av produktionsanläggningar i första hand sker på platser med särskilt goda förutsättningar. Lokalisering till platser med hög instrålning är tillsammans med låga investeringskostnader ett villkor för att på sikt nå fram till nätparitet för solex och avveckling av samhällsstöd som följd. För regioner och kommuner med hög solenergipotential är en ökad kunskap om denna resurs värdefull.

Underlag för uppskattning av solenergi som idag finns tillgängligt är oftast inte särskilt detaljerat. En begränsad upplösning leder till att regionala och lokala områden med särskilt goda förutsättningar inte träder fram. En ökad kunskap om potentialen i områden med särskilt goda förutsättningar för solenergi underlättar genomförande och finansiering av produktionsanläggningar.

Solinstrålningsdata som används i kommunala och regionala rapporter kommer ofta från SMHI:s beräkningsmodell STRÅNG (SMHI 2018). I underlag från STRÅNG finns en antydning till en förhöjd solinstrålning längs den skånska sydkusten men upplösningen är för begränsad för att säkra slutsatser ska kunna dras. Syftet med detta projekt var att ta fram en detaljerad kartläggning av solinstrålningen längs Skånes mest lovande kuststräcka och undersöka om solinstrålningen i kustområden ökar med en betydligt brantare gradient mellan kustlinje och inland än vad man tidigare antagit.

2 Metod och modellbeskrivning

Solinstrålningen längs Skånes sydkust studerades genom högupplösta modellberäkningar med den mesoskaliga numeriska modellen Weather Research and Forecasting (WRF, <https://www.mmm.ucar.edu/weather-research-and-forecasting-model>). Modellresultaten jämfördes med observations från SMHI:s väderstation i Lund samt med data från STRÅNG.

2.1 Numerisk modellering

2.1.1 WRF

Den mesoskaliga modellen WRF är ett numeriskt väderprognossystem lämpat för högupplösta och detaljerade numeriska simuleringar. WRF utvecklas i huvudsak vid National Centers for Environmental Prediction (NCEP) och National Center for Atmospheric Research (NCAR) i USA. I WRF finns prognostiska variabler för de horisontella och vertikala vindkomponenterna, potentiell temperatur, geopotential och marktryck samt ett flertal andra variabler såsom molnvatten, vattenånga och strålning (Skamarock et al., 2008). Av särskild vikt för denna studie de förbättringar och modifieringar av WRF som har gjorts för att tillgodose den ökade efterfrågan på specialiserade väderprognosprodukter för solenergi applikationer. WRF-Solar är en speciell konfiguration som innefattar diagnostisering av atmosfärsparemetrar nödvändiga för solenergiindustrin, en förbättrad representation av återkopplingar mellan aerosoler och strålning, inkludering av återkopplingar mellan moln och aerosoler samt en förbättrad återkoppling mellan moln och strålning (Jimenez and Hacker, 2016).

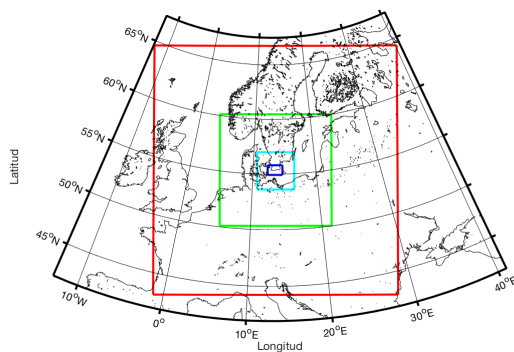
2.1.2 Meteorologiska randvillkor och modelldomän

Initial och laterala randvillkor gavs av ERA Interim, ett återanalys dataset som tillhandahålls av ECMWF (European Centre for Medium range Weather Forecasts). Dessa data användas för att driva WRF med analys data var 6:e timme (00, 06, 12 och 18 UTC).

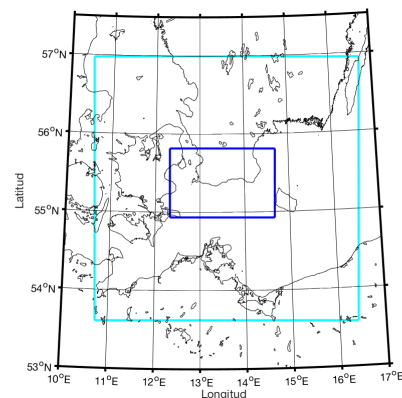
Vid den undre modellranden är en riktig beskrivning av mark karaktäristiska såsom råhet och terränghöjd viktig. I denna studie användes Corine data (<http://dataservice.eea.europa.eu/>) som datakälla för landanvändning och GSD-Höjddata från Lantmäteriet (<https://www.lantmateriet.se/sv/Kartor-och-geografisk-information/Hojddata/GSD-Hojddata-grid-50-/>).

För att på ett riktigt sätt beskriva det storskaliga vädret och påverkan av omgivande terräng krävs att ett relativt stort område modelleras. I detta arbete har 4 nästlade modellgrid använts med en horisontell upplösning på 27000m, 9000m, 3000m och 1000m, se Figur 1.

a)



b)



Figur 1. Modelldomäner som använts i denna studie. Horisontell upplösning är 27000m (röd), 9000m (grön), 3000m (cyan) och 1000m (blå).

2.2 Meteorologiska observationer

Vid ett fåtal av SMHI:s väderstationer observeras globalstrålning (kortvågsstrålning). Det som mäts är den nedåtriktade strålningen mot en horisontell yta. I denna studie har timmedelvärden från stationen i Lund använts (<http://www.smhi.se/klimatdata/oppna-data/>).

2.3 STRÅNG

Modellsystemet STRÅNG ger timvärden av bland annat direkt global strålning och UV-strålning över ett område som täcker in Norden. Under åren har modellupplösningen ändrats från 22 x 22 km² mellan januari 1999 och maj 2006 till 11 x 11 km² från juni 2006 till 28 mars 2017. Från 29 mars 2017 är upplösningen 2,5 x 2,5 km². Observationer av direktstrålning och globalstrålning från SMHI:s stationsnät används för justering och validering av modellsystemet.

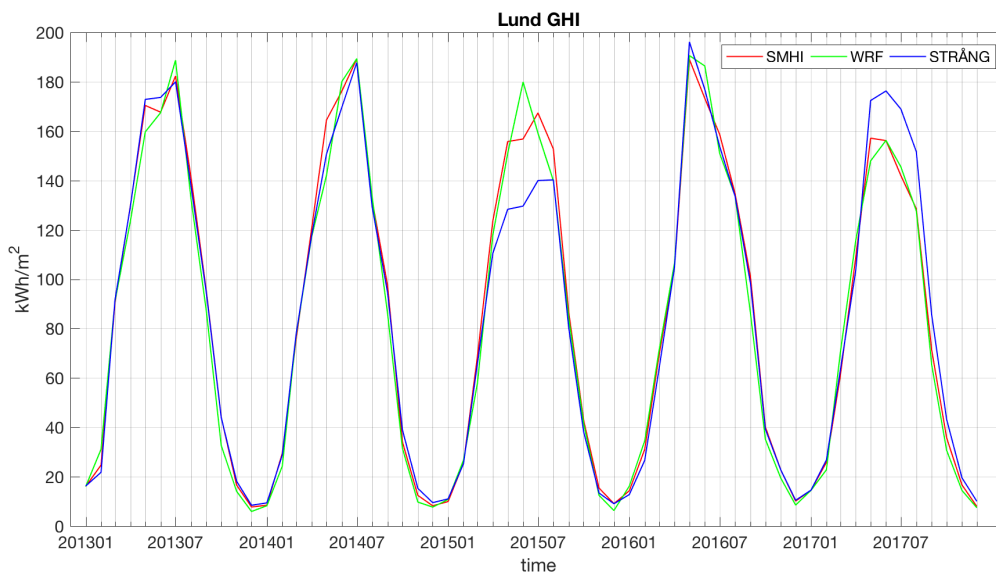
STRÅNG data i form av global horisontell instrålning (GHI) som använts här kommer från SMHI och producerats med stöd från Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) och Naturvårdsverket. Tidsserier har laddats ner för Lunds väderstations longitud och latitud för perioden 1 januari 2013 till 31 december 2017. Griddad data med 11 x 11 km² upplösning för åren 2013-2016 har använts som underlag för kartor.

3 Resultat

Resultat från studien presenteras här som tidsserier och kartor. Modellresultaten jämförs med observationer från Lund och data från STRÅNG.

3.1 Månadsmedelvärden från Lund – observationer och modelldata

Timvärden för Lund summerade månadsvis från SMHI:s väderstation, WRF och STRÅNG visas i Figur 2.



Figur 2. Månadsvis summerade timvärden av GHI för Lund januari 2013 till december 2017. SMHI:s väderstation: röd linje; WRF: grön linje; STRÅNG: blå linje.

En jämförelse mellan SMHI:s observationsdata och WRF modellen visar att månadsvisa värden överensstämmer väl under större delen av perioden. En månad som sticker ut något är juni 2016 då WRF ger ca 20 kWh/m² mer än vad observationerna visar. Noterbart är att STRÅNG ger lägre värden än observerade från maj till augusti 2015 och högre värden maj till augusti 2017 även då denna observationspunkt ingår i det dataset som STRÅNG kalibreras mot. En möjlig förklaring till avvikelsen under 2017 är att den underliggande atmosfärmodellen ändrades till en modell med högre upplösning och annan strålningsfysik.

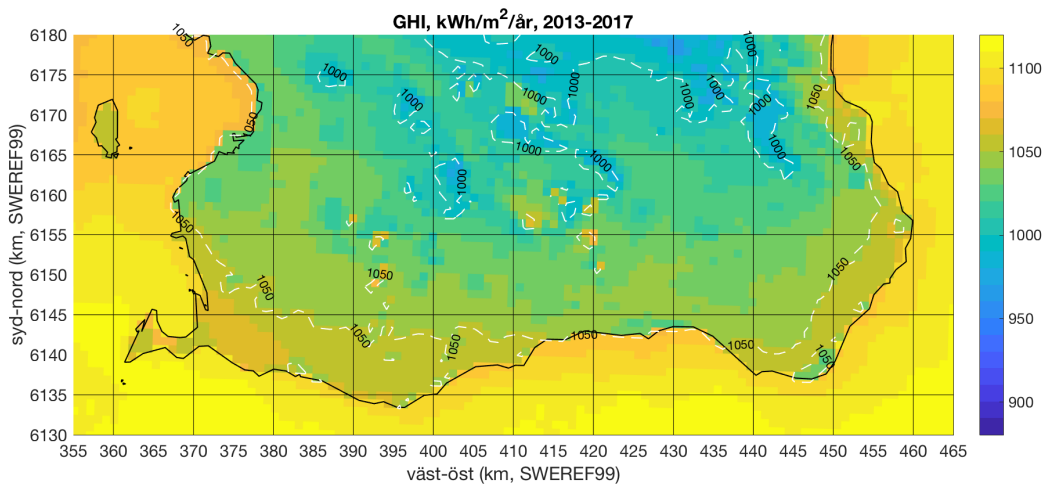
Årsvis statistik presenteras i Tabell 1. Över 5 år är skillnaden mellan WRF och observationsdata \sim -2% och för STRÅNG \sim -1%. Om man utelämnar 2017 då den meteorologiska indatan till STRÅNG ändrades så är skillnaden mellan STRÅNG och observationerna i Lund \sim -4%.

Tabell 1. Årlig GHI och bias för Lund 2013 till 2017. Data från SMHI:s väderstation, WRF och STRÅNG.

År	SMHI	WRF			STRÅNG		
	GHI kWh/m ²	GHI kWh/m ²	Bias kWh/m ²	Bias %	GHI kWh/m ²	Bias kWh/m ²	Bias %
2013	1087	1050	-36	-3	1089	2	0
2014	1048	1007	-41	-4	1030	-19	-2
2015	1014	987	-27	-3	892	-123	-12
2016	1049	1039	-10	-1	1039	-10	-1
2017	926	919	-7	-1	1036	110	12
Medel	1025	1001	-24	-2	1017	-8	-1

3.2 Kartor

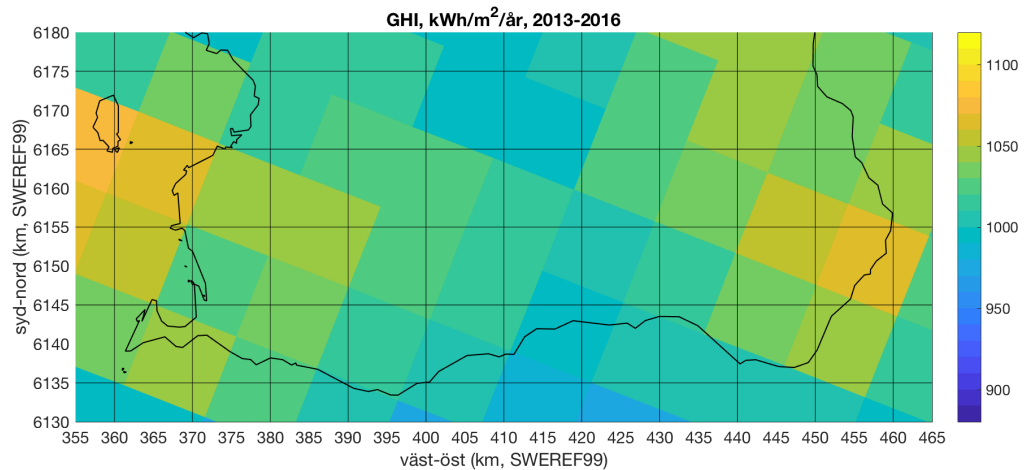
Årsmedelvärde av GHI för perioden 2013-2017 baserat på WRF data visas i Figur 3. Relativt stora områden längs Skånes södra och sydöstra kust har GHI som överstiger 1050 kWh/m² och år. Till allra största del överstiger GHI 1000 kWh/m² för hela det modellerade området, något lägre värden återfinns i inlandet.



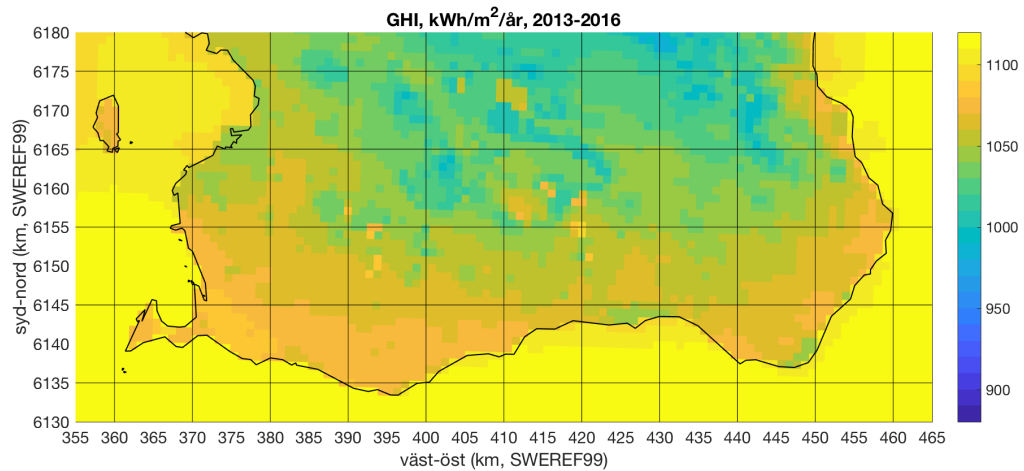
Figur 3. GHI (kWh/m²), årsmedelvärde perioden 2013-2017, WRF.

I denna rapport har griddad data för 2017 från STRÅNG inte inkluderats. Dels saknas vissa tidsperioder och dels har upplösning och den underliggande meteorologiska modellen ändrats under 2017 vilket gör att jämförelsen över hela tidsperioden inte är konsekvent. I Figur 4 visas medelvärdet av GHI över perioden 2013-2016 för STRÅNG och WRF.

a)



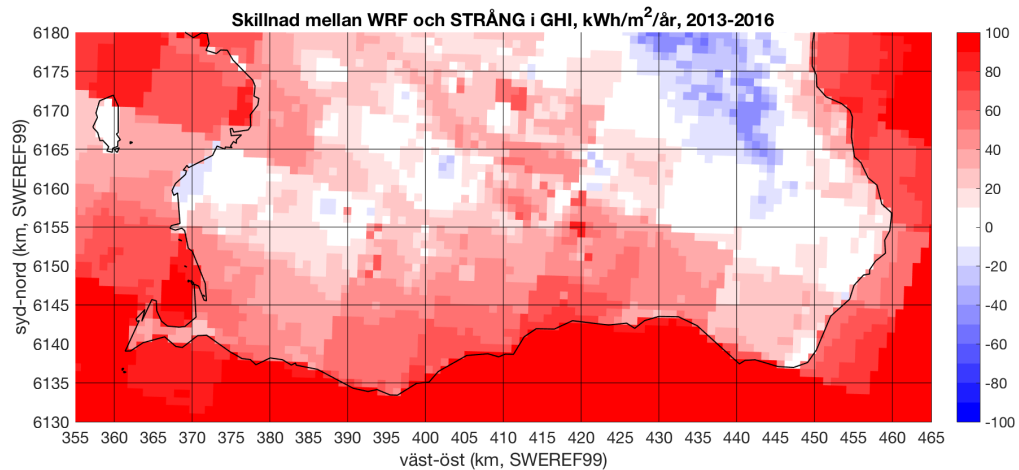
b)



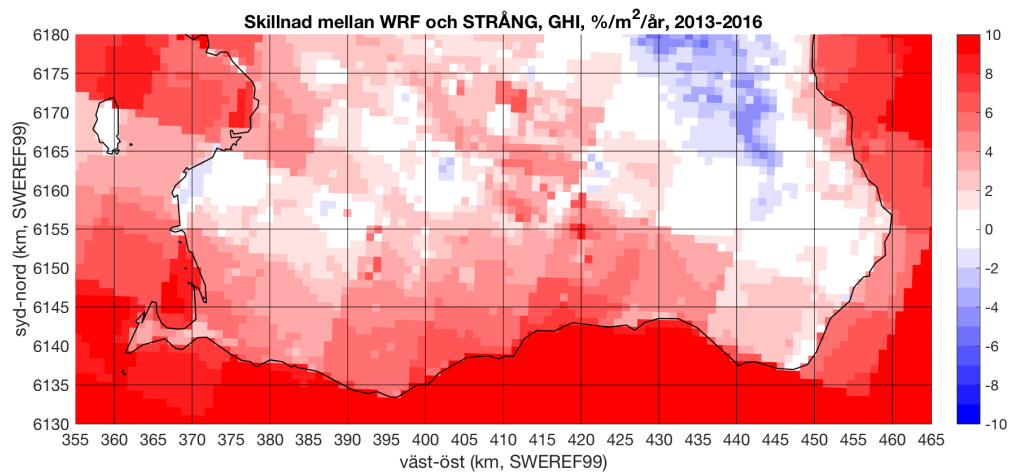
Figur 4. GHI (kWh/m^2), årsmedelvärde perioden 2013-2016, a) Strång; b) WRF.

I Figur 4 kan man se en antydning till att WRF ger betydligt högre GHI än STRÅNG framför allt i kustnära områden. För att närmare undersöka detta har STRÅNG data interpolerats till samma grid som WRF. Interpolationsmetoden som använts är närmaste granne metoden vilken inte på ett fiktivt sätt ökar detaljriktigheten i materialet. Skillnaden i GHI mellan WRF och STRÅNG under perioden 2013-2016 illustreras i Figur 5. I stora kustnära områden är skillnaden 4-5%, i några mindre områden är skillnaden upp mot 7 %.

a)



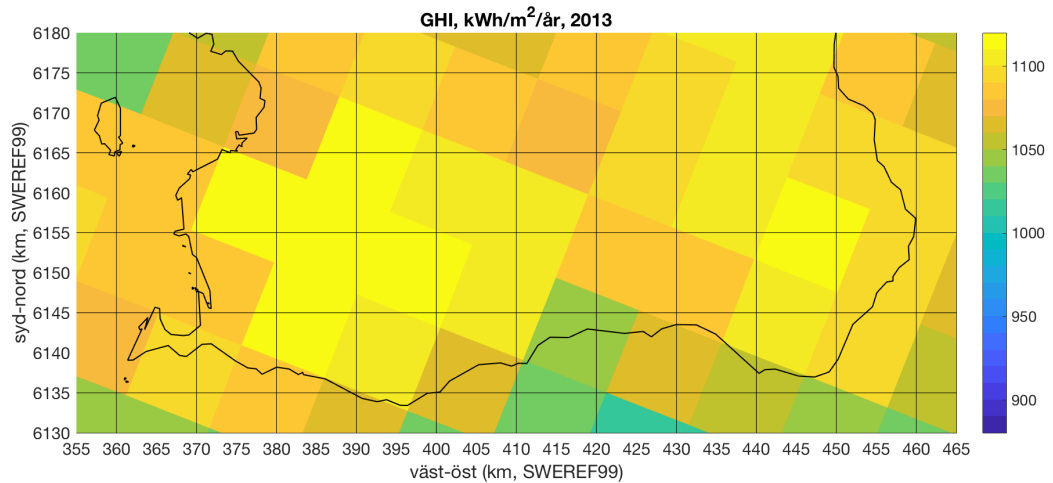
b)



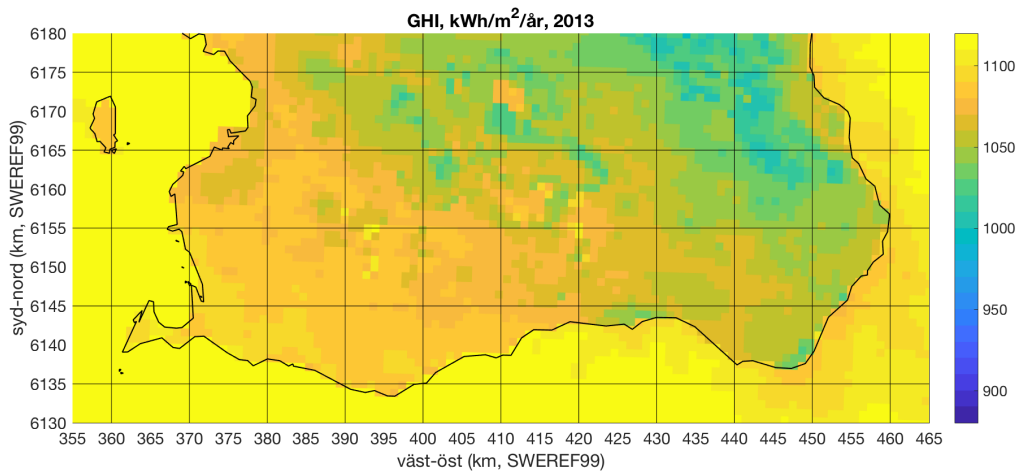
Figur 5: Skillnad i årsmedelvärden av GHI mellan WRF och STRÅNG under perioden 2013-2016, a) (kWh/m²); b) (%/m²).

Den årliga variationen och skillnader mellan WRF och STRÅNG under åren 2013-2016 illustreras i Figur 6 till Figur 9. För 2017 visas endast data för WRF i Figur 10. Störst skillnader mellan WRF och STRÅNG återfinns 2015 och 2016.

a)

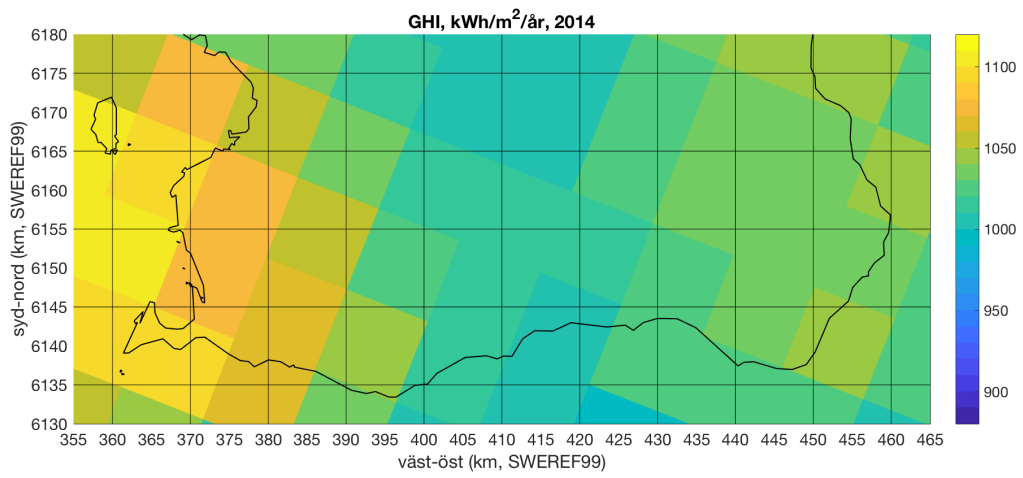


b)

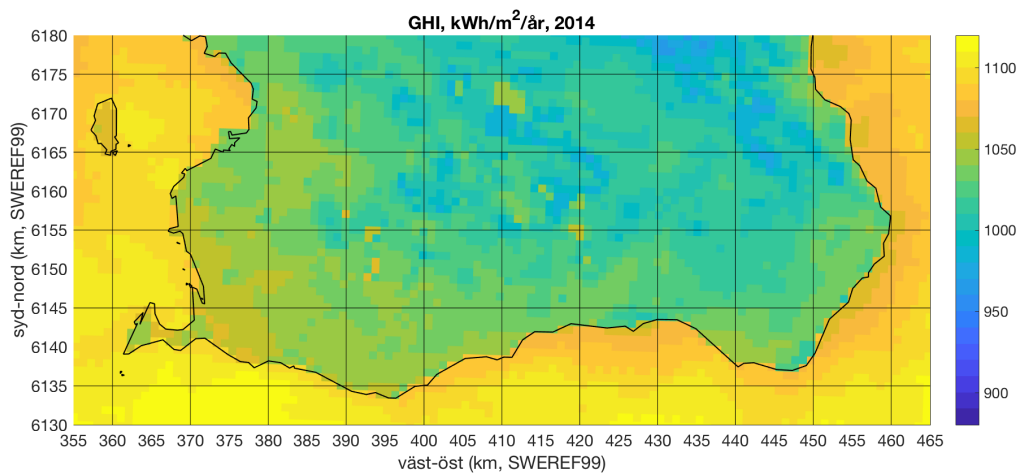


Figur 6. GHI (kWh/m^2) 2013, a) Strång; b) WRF.

a)

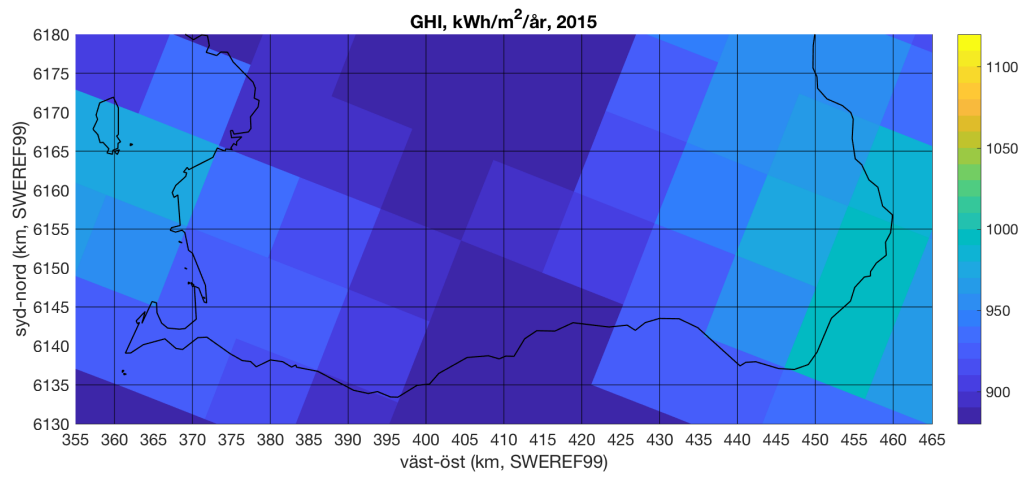


b)

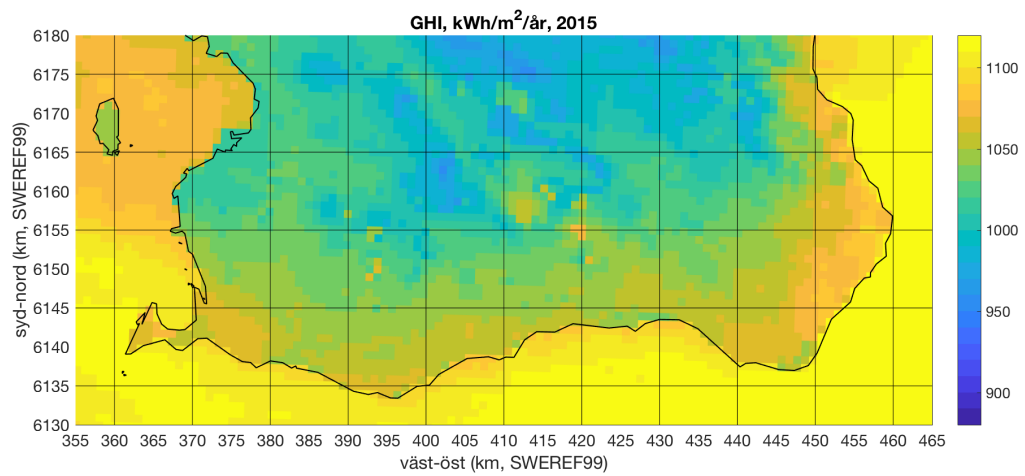


Figur 7. GHI (kWh/m²) 2014, a) Strång; b) WRF.

a)

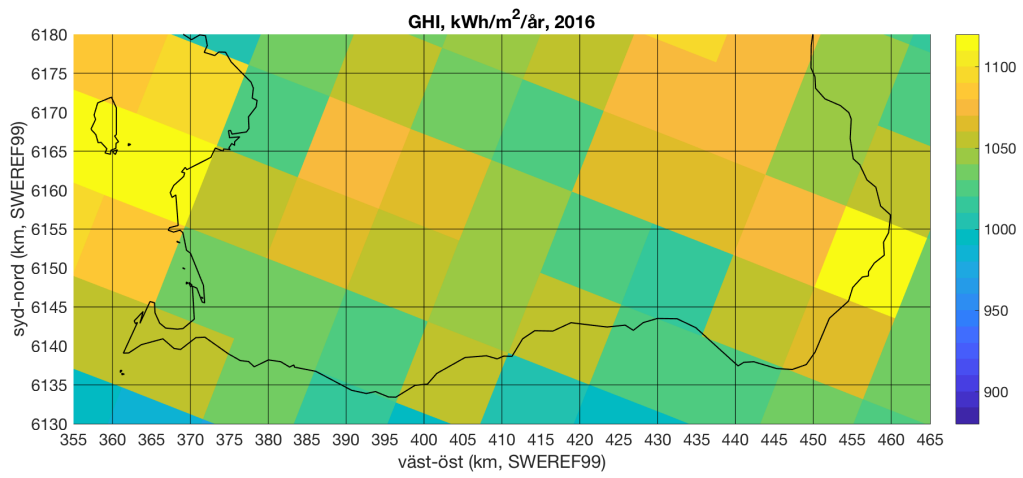


b)

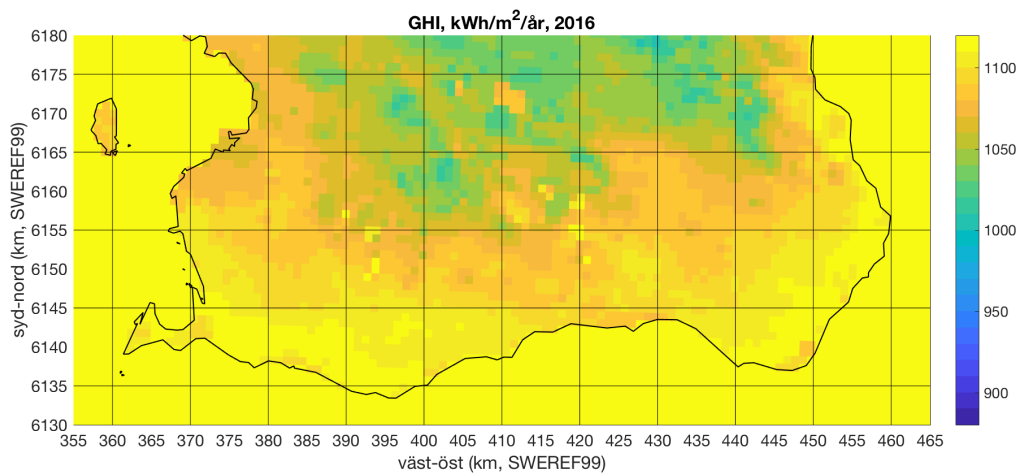


Figur 8. GHI (kWh/m²) 2015, a) Strång; b) WRF.

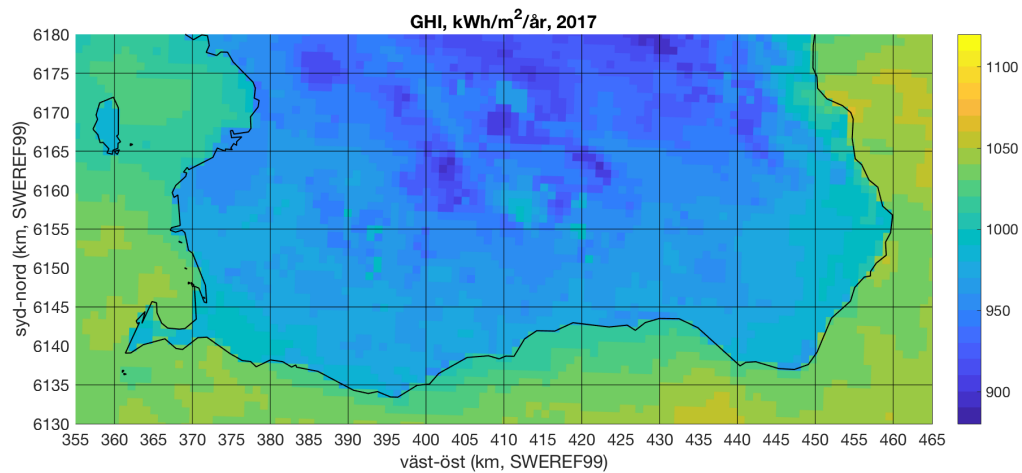
a)



b)



Figur 9. GHI (kWh/m²) 2016, a) Strång; b) WRF.



Figur 10. GHI (kWh/m^2) 2017, WRF.

4 Slutsatser

Jämförelsen mellan resultat från WRF modell studien och observationer från SMHI:s väderstation i Lund visar en god överensstämmelse. Över 5 år är modellbias för GHI $\sim -2\%$ vilket får anses vara lågt då inga korrigeringar mot observationer har gjorts.

Kartor med årsmedelvärdet av GHI för perioden 2013-2017 baserat på WRF data visade att relativt stora områden längs Skånes södra och sydöstra kust har GHI som överstiger 1050 kWh/m^2 och år. I hela det modellerade området överstiger GHI till allra största del 1000 kWh/m^2 .

Denna studie visar på relativt stora skillnader mellan WRF och STRÅNG i årsmedelvärden av GHI under perioden 2013-2016. I stora kustnära områden är skillnaden 4-5%. Denna studie visar att det är troligt att underlag för uppskattning av solenergi som är tillgängligt idag, underskattar potentialen för utbyggnaden av produktionsanläggningar längs Skånes kuststräcka och stora delar av Skånes inland.

Referenser

- Jimenez, P. A. and J. P. Hacker (2016): WRF-Solar: Description and Clear-Sky Assessment of an Augmented NWP Model for Solar Power Prediction. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **97**, 1249–1264, <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-14-00279.1>.
- Skamarock, W. C., J. B. Klemp; J. Dudhia, D. M. Gill, M. Duda, X.-Y. Huang, W. Wang, and J. G. Powers (2008): A Description of the Advanced Research WRF Version 3. NCAR Technical Note.
- SMHI (2018), STRÅNG - a mesoscale model for solar radiation. <http://strang.smhi.se>.