



Linnéuniversitetet Kalmar
Växjö

Examensarbete i Byggt teknik

Jämförelse av olika solcellsanläggningar på Haganässkolan

*– A comparison of thin film and crystalline solar
cells installed on a public building*



Författare: Pannida Khammeeseenon

Handledare LNU: Truong Nguyen

Handledare företag: Per Wickman,

Energirevisor

Examinator LNU: Åsa Bolmsvik

Datum: 2017-09-19

Kurskod: 2BY03E, 15hp

Ämne: Byggt teknik

Nivå: Högskoleingenjör

Linnéuniversitetet, Fakulteten för Teknik

Sammanfattning

Intresset för solceller har ökat stadigt. Eftersom solen är den viktigaste förutsättningen för allt liv på jorden har solen potential att göra en stor inverkan på våra liv. Solceller skiljer sig väldigt mycket från några av de vanligaste förnybara energikällorna. Den största skillnaden är att solcellerna kan användas lika lätt privat som kommersiellt, den andra är att solens instrålning är en oändlig "bränsle" och är oerhört exergirik vilket ger en värdefull energitjänst utan något sorts omvandling.

Idag har användningen av solceller i allmänheten blivit mer vanligt än tidigare. Under de senaste 30 åren har solcellerna i gradvis blivit både billigare och mer effektivare. Genom att fortsätta skapa forskningsmöjligheter och förbättra solcellen som en produkt kommer solcellen att kunna konkurrera med divers förnybara- samt ickeförnybara energikällor.

Syftet med detta arbete är att identifiera viktiga skillnader mellan kisel- respektive tunnfilmssolceller genom teoretisk och praktisk prövning med avseende på prestanda och förutsättningar. Detta arbete medför inte bara att skapa en forskningsmöjlighet inom solceller utan är även att ge inblick om solceller kan vara ett bra alternativ för minskning av energiproduktionen inom fossilt bränsle.

Till utredningen har mjukvaran Polysun använts för att utföra en teoretisk simulering för solcellsmodulerna. Anläggningarnas verkliga energiproduktion mäts för att kontrollera och jämföra med resultatet som fås från mjukvaran Polysun.

Slutligen erhålls resultatet att det finns stora möjligheter för skolan att kunna producera sin egen el i förhållande till tillgängligheten av skolans taks area. Undersökningen har även gett inblick att solcellsmodulers effektivitet har en stor påverkan på energiproduktion av solceller. I detta fall har kiselmodulerna större verkningsgrad och är som väntats att kiselpanelerna producerade mer el. Och även så är kiselcellerna ett bättre val då tillgängligheten av area än en begränsande faktor.

Summary

Solar cells have become increasingly more popular in the recent years. The sun is the largest determining factor for life on earth, for this reason it has the potential to affect human life on the largest scale. Solar cells differ in many ways from typical commercial renewable energy sources. One large difference is that solar cells can be used just as easily privately (small scale) as commercially (larger scale). Another difference is that the sun's incoming radiation acts as a sort of unlimited fuel, furthermore this radiation is extremely exergy rich without any conversion. This is relatively rare for energy sources in general.

Today the use of solar cells in public spaces is more common than before. Solar cells within the last 30 years have increasingly become more effective and economical. For solar cells to be able to compete better with other energy sources, further research opportunities must be created to develop the panels to make them more attractive as a product.

The purpose of this report is to identify the important differences between poly-crystalline and thin-film. These differences will be defined through theoretical and practical trial with respect to performance and opportunities. This study will not only be creating research opportunity for solar cells but it will also give an insight on whether solar panels are an acceptable alternative to minimize energy production from fossil fuels.

The software Polysun has been used to simulate the theoretical segment within this report. The panels' true physical energy production has been measured and then compared to the theoretical results obtained from Polysun.

Finally, the results that have come forth are that the building which these solar panels are installed upon have large opportunities to produce its own electricity in relation to available rooftop space. The study has also given insight to the fact that the solar panels' own efficiency has a large impact on its total energy production. In this study, the poly-crystalline panels have a higher efficiency than the thin-film, and as expected the poly-crystalline panels are able to produce more energy per area. This illustrates that in the case which is portrayed in the study, the poly-crystalline panels are the best option mainly because available area is a limiting factor.

Abstract

Instresse på solceller har ökat stadigt. Genom att fortsätta skapa forskningsmöjligheter och förbättra solcellen som en produkt kommer solcellen att kunna konkurrera med diversa förnybara- samt ickeförnybara energikällor. För att kunna driva en utveckling av solceller är det viktigt att utöka solcellernas marknad, på så sätt skapar man forskningsmöjligheter för att förbättra solceller som en produkt.

Detta examensarbete syftar på att utreda och identifiera skillnader mellan kisels- respektive tunnfilmssolceller. Resultatet av arbetet baseras på mätvärde och datainsamling samt teoretisk simulering.

Nyckelord: Kiselsolceller, Solceller, Solenergi, Solcellsmoduler, Tunnfilmssolceller, Off-grid, Grid-tie,

Förord

Projekt Wasper som tags fram under flera år ihop med Älmhults kommun och Begnt Arnby har nu färdigställt. Det blir ett utbildnings- och solcellsprojekt för elever på skolan att lära sig solcellsteknik. Utbildning ingår i uppdraget. Solhybrid i Småland AB har fått uppdrag från Älmhults kommun att installera solcellsanläggningar på taket av Haganässkolans, Älmhult. Arbetet omfattar 15 högskolepoäng inom byggt teknik med energiområdet.

Nu närmar jag mig målet och vill därför passa på att tacka några personer som har varit betydelsefulla för mig vid arbetets gång. Stort tack till Truong Nguyen för bra hjälp och råd. Tack till Per Wickman för att visa ett roligt examensarbete. Tack till Magnus Johansson från Solhybrid i Småland AB att bidra med dina ämnekunskaper inom energi och stöd kring mätdata, platsbesök och mjukvaran Polysun.

Slutligen hoppas jag att det här arbetet kan komma till nytta för andra som genomför liknande arbete och har intresse för solceller.

Pannida Khammeeseenon

Växjö, 19 september 2017

Innehållsförteckning

1	INTRODUKTION	1
1.1	BAKGRUND OCH PROBLEMBESKRIVNING	1
1.2	MÅL OCH SYFTE	2
1.3	AVGRÄNSNINGAR	3
2	TEORETISKA UTGÅNGSPUNKTER.....	4
2.1	SOLCELLERS UTVECKLING	4
2.1.1	<i>Solcellers framtid</i>	5
2.2	SOLCELLSSYSTEM.....	6
2.2.1	<i>Fristående solcellssystem (Off-Grid)</i>	6
2.2.2	<i>Nätanslutna solcellssystem (Grid-Tie)</i>	7
2.3	SOLCELLSTEKNIK.....	7
2.3.1	<i>Halvledare</i>	7
2.3.2	<i>Doping</i>	8
2.4	SOLCELLSTYPER	10
2.4.1	<i>Kristallina kiselsolceller</i>	10
2.4.2	<i>Tunntilmssolceller</i>	12
2.5	SOLCELLENS PARAMETRAR.....	13
2.6	VERKNINGSGRAD.....	14
2.7	PRESTANDAPÅVEKAN AV YTTRE FAKTORER	15
2.7.1	<i>Solinstrålning</i>	15
2.7.2	<i>Tid med snötäckning</i>	16
2.7.3	<i>Skuggning</i>	16
2.7.4	<i>Väderstreck för installation och solcellsmodulers lutning</i>	17
2.7.5	<i>Smuts och damm på solceller</i>	18
2.7.6	<i>Växelriktare</i>	18
3	OBJEKTSBESKRIVNING.....	19
4	METOD	22
4.1	TEORETISK SIMULERING	22
4.2	INSAMLING AV MÄTDATA	22
4.3	BERÄKNING AV MÄTVÄRDEN.....	23
4.3.1	<i>Teckenförklaring till beräkningsformler</i>	23
4.3.2	<i>Beräkningsformler</i>	23
5	GENOMFÖRANDE	25
5.1	AVLÄSNING OCH INSAMLING AV MÄTVÄRDEN.....	25
5.2	HANTERING OCH BERÄKNING AV MÄTDATA	25
5.3	SIMULERING AV ELPRODUKTION.....	26
6	RESULTAT OCH ANALYS	28
6.1	SIMULERAD ENERGIPRODUKTION	28
6.2	VERKLIGA ENERGIPRODUKTION.....	30
7	DISKUSSION.....	34
7.1	METODDISKUSSION.....	34
7.2	RESULTATDISKUSSION	34
8	SLUTSATSER.....	36
	REFERENSER.....	37
	BILAGOR.....	41

1 Introduktion

Energianvändning har ökat rejält i världen under de senaste åren. År 2015 var fossila bränslen den största energikällan, vilket motsvarade drygt 81 procent av den totala globala energitillförelsen. Resterande energi utvinns från kärnkraft, vattenkraft och biobränsle med mera (International Energy Agency 2016).

I Sverige är den största energikällan för energiproduktion idag biobränsle och olja. Biobränslen och oljan tillsammans består cirka hälften av den totala energitillförelsen (Ekonomifakta 2017a). Många organisationer har samarbetat på flera olika sätt för att minska utsläppen av fossila växthusgaser.

Miljöförstöring på grund av förbränning av fossila bränslen är en global angelägenhet. Förbränning av fossila bränslen orsakar utsläpp av växthusgaser vilket i sin tur leder till klimatförändringar. Vid förbränningen frigör en stor mängd koldioxid. Detta kan dessvärre inte undvikas utan är proportionella mot förbränning av exempelvis kol, olja och naturgas (Naturvårdsverket 2016).

Sedan 1970 har energitillförelsen sammansättning i Sverige förändrats. I jämförelse med flera år bakåt har Sverige blivit mindre beroende av fossila bränslen, dock står användningen av oljan fortfarande en stor del av energibehovet. Den slutliga energitillförelsen har kompenseras främst av biobränslen, kärnkraft och vattenkraft (Ekonomifakta 2017a). Under senare år har också användning av andra förnybara energikällor såsom solenergi och vindkraft blivit betydligt större.

Solenergi är den förnybara energikällan med störst potential. Produktion av solenergi kan vara en bland många lösningarna för att uppnå en hållbar framtid därför att den hela tiden förnyas sig och inte kommer att ta slut inom en överskådlig framtid (Green et al. 2002, sid 11).

1.1 Bakgrund och problembeskrivning

Under de senaste tio åren har hela världen visat ökat intresse för minskning av energianvändningen. Med en begränsad resurs såsom oljan som används mest idag, behöver en annan effektiv energikälla användas. Den ökande uppmärksamheten beror delvis på EUs klimatmål med krav som förväntar sig energiminskning med 20 procent till år 2020 och 27 procent till år 2030 jämfört med 1990 års nivåer (EU-upplysningen 2016).

Byggnadssektor står för en stor del av problemet. Den totala elenergianvändningen i Sverige inklusive distributionsförluster var 140 TWh som producerades under 2016. Bostäder- och servicesektor är de sektorerna

som förbrukade mest el och stod för cirka 52 procent av den totala elanvändningen (Ekonomifakta 2017).

Genom att kunna producera egen elektricitet bland annat via solceller kan EUs klimatmål uppnås. Under de senaste 30 åren har solcellen utvecklats stadigt samtidigt som priset har sänkts och effektivitet ökat (Clean Technica 2014). För att kunna fortsätta driva utvecklingen av solceller framåt är det viktigt att utöka solcellsmarknad. På så sätt skapar man forskningsmöjligheter för att förbättra solceller som en produkt.

Utveckling och förbättring av solceller är direkt kopplad till sin användning i verkligheten. Utnyttjande av gröna förnybara energikällor är alltid positivt för den globala klimatpåverkan. Solenergin har nästan ingen miljöpåverkan, är gratis och släpper ut mindre mängd koldioxid jämfört med till exempel fossila bränslen som är en icke förnybar energikälla.

Det är Solhybrid i Småland AB som fått entreprenaden och Goda Hus har i samverkan med Älmhults kommun och Solhybrid erbjudit arbetet till examensarbete. I samband med solenergiprojektet Wasper (World unique Almhult Solar energy Production, Education and Research) förväntar företaget, föreningen och kommunen att solenergin kommer att reducera Haganässkolans behov av inköpta el.

Två solcellsanläggningar har monterats på södra taket av Haganässkolan, Älmhult. Den ena solcellmodulen är polykristallin kisel-solceller vilken är den vanligaste typen av solceller som används idag. Den andra modulen är tunnfilmssolceller. Solcellsmodulernas prestanda kan påverka produktion av elektricitet. Det finns en rad olika faktorer som kan påverka mängden solinstrålning som når solcellsmodulerna samt modulernas elproduktion. Under studien kommer dessa faktorer att beaktas för att få ett noggrant resultat vid en jämförelse mellan solcellsanläggningarna.

1.2 Mål och Syfte

Målet är att klargöra hur mycket elektricitet Haganässkolans befintliga solcellsmoduler d v s kisel- respektive tunnfilmssolceller kan producera. Båda solcellsmodulerna beaktas för att se vilken av de som producerar mest el i förhållande till modulernas prestanda och påverkande faktorer.

Syftet är att identifiera viktiga skillnader mellan kisel- respektive tunnfilmssolceller genom teoretisk bakgrund och praktisk prövning gällande prestanda och förutsättningar.

1.3 Avgränsningar

Arbetet är avgränsat till mätningar från kisel- respektive tunnfilmssolceller som installerades på Haganässkolan, Älmhult 2016. Tidsintervallet som används till simuleringen begränsas till ett år. Insamling av mätdatan kommer att begränsas mellan den 11:e juli – 31:e augusti 2017.

En teoretisk simulering utförs med hjälp av mjukvaran Polyson som utvecklades av Vela Solaris AG. Simuleringen medför en uppsaktning av sollcellsanläggningarnas energiproduktion med hänsyn till anläggningarnas förutsättningar.

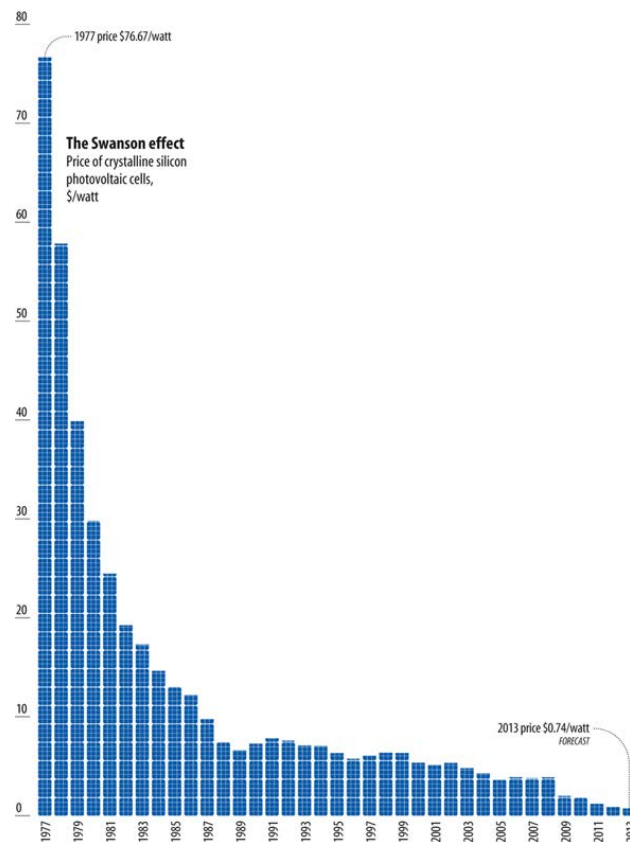
2 Teoretiska utgångspunkter

Solceller (Photovoltaics) är en metod som används för att generera elektrisk effekt genom att omvandla solinstrålning till direkt elektrisk energi (Sultan 2011). Solenergi är utan tvekan den renaste och mest tillförlitliga form av förnybar energi. Processen sker utan något rörliga delar eller något annat förbrukas. Installationer av solceller är lätt att användas och lämpar sig för båda på tak och väggar till byggnader (Energi och Boverket 2005).

2.1 Solcellers utveckling

Solceller är uppbyggda av halvledarematerial vilka uppfann under 60-talet. Under tiden hade kisel- och tunnfilmssolcellsteknik utvecklats för att ge en högre produktionskapacitet vid reducering av materialåtgång och energiinsats i tillverkningsprocessen (Razykov et al. 2011).

Sedan 70-talet har kostnaderna för solcellsmodulerna sjunkit markant. Figur 1 visar den genomsnittliga kostnaden för solceller. Sedan 1977 till 2013 har kostnaden gått från 76,67 till 0,74 USD/watt. Kostnaden har sjunkit mer än 100 gånger under de senaste 40 åren. Ökningen på verkningsvolym och nya tekniker avgör en lägre kostnader vilket i sin tur leder till ett större intresse av solceller.



Figur 1. Den genomsnittliga kostnaden för solceller från 1977 till 2013 (Clean Technica 2014).

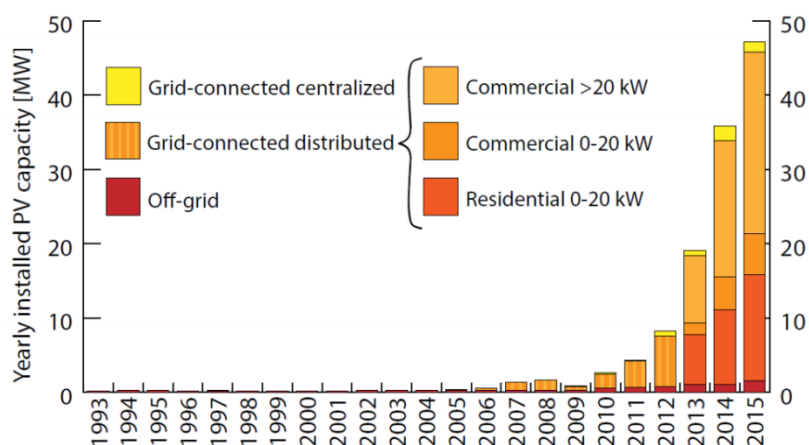
Kostnader att installera solceller har blivit mycket lägre idag. Priset för solcellssystem är cirka en femtedel av priset 2008 (Forskning 2016). Solceller har blivit mer tillgänglig för alla, det merför att marknaden för solceller i världen ökat med 35-40% per år (Razykov et al. 2011).

I Sverige började solceller användas redan på 70-talet av Rikspolisstyrelsen för strömförsörjning av nödtelefoner i fjällen (Green et al. 2002, sid 13). Sedan 2015 har staten gjort en stor instats vid solcellsinstallationer. Regeringen hade beslutat att installation av alla typer av nätanslutna solcellssystem och även solel/solvärmehybridssystem kan få ersättning som investeringstöd. Alla aktörer har kunnat ansöka om stödet sedan 2015. Stödnivån är maximalt 30 procent till företag och 20 procent till offentliga organisationer och privatpersoner (Energimyndigheten 2016).

2.1.1 Solcellers framtid

Problemet med solceller har tidigare varit för höga kostnader för allmän användning. Kostnaderna för att generera elektricitet var mycket högre än den som anläggningen med konventionella metoder kunde producera (Green et al. 2002, sid 14).

Intresset för installationen av solceller har ökat stadigt i Sverige. Figur 2 visar produktionen av solcellsanläggning som installerades i Sverige under 2015 med cirka 47.4 MW. Vid jämförelse av produktionen mellan 2014 vilket motsvarade cirka 36.2 MW och 2015 visar att den svenska solcellsmarknaden har växt med ca 31% (Lindahl 2016).



Figur 2. Den årliga installerade solellskapaciteten i Sverige (Lindahl, J., 2016).

En förklaring till den stadiga tillväxten under de senaste åren är utvecklingen av ny teknik. Det bidrar till en billigare installation av solceller. En annan förklaring är att staten har stöttat både privata företag och myndigheter till att producera el från solen (Energimyndigheten 2016).

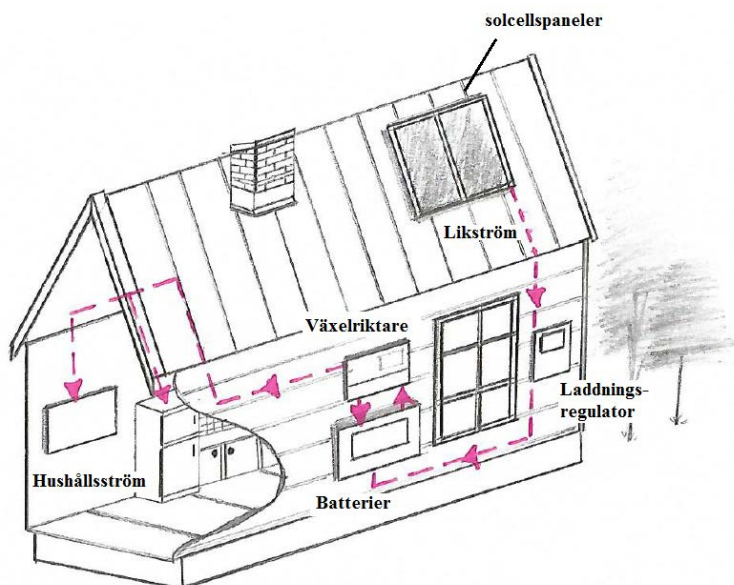
Verkningsgrad för de normala ”kommersiella” solcellsmoduler ligger runt 15% idag. Genom att fortsätta höja effektiviteten d v s verkningsgraden och utveckla nya typer av material bör verkningsgraden kunna bli närmare till 30% (Forskning 2016)

En nackdel med solcellen är att solcellen kan producera el endast under dagtid samt produktionen kan bli mindre under vintertiden (Uppsala universitet 2016). Genom att utveckla energinlagringkapacitet kan bidra till en ökning av intresse på solceller i privata.

2.2 Solcellssystem

2.2.1 Fristående solcellssystem (Off-Grid)

För en solcellsanläggning som ligger långt bort från elnätet kan använda sig av batteri för att lagra det produktionsöverskottet för en senare användning (Bäck 2014). Figur 3 visar ett hus som inte är anslutet till elnätet och är uppbyggd av ett fristående solcellssystem.



Figur 3. ett hus som är uppbyggd av ett fristående solcellssystem.

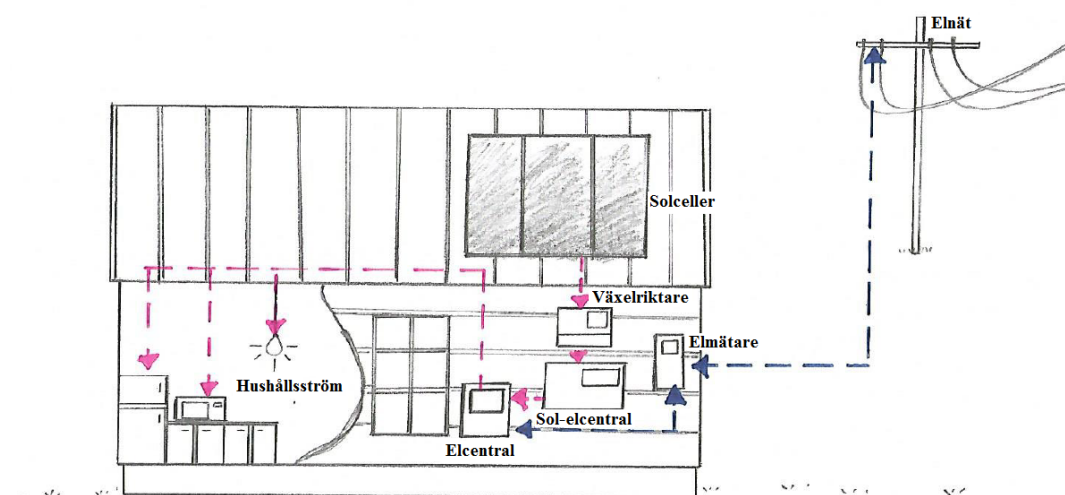
Denna typ av solcellssystemet används mycket för t.ex. husvagnar, båtar, stugor och även jordbruksmaskiner som elnätförsörjning inte når dit. I detta fall finns det inget behov av en växelriktare därför att dessa elektriska apparater kan köra med likström. Likströmmen behöver alltså inte omvandlas till växelström.

Fristående solcellssystem är också en form av säkerhet. Vid strömavbrott på elnätet påverkas inte husets egna elförsörjning. Däremot är batterierna i detta solcellssystem komplicerade, dyra och dessutom minskar den totala

systemeffektiviteten. För att kunna lagra en stor mängd elektricitet krävs stora batterier vilket kostar väldigt mycket pengar. En batteribank (eller generator) måste normalt bytas vart tionde år (Energy Informative 2013).

2.2.2 Nätanslutna solcellssystem (Grid-Tie)

Ett nätanslutet solcellssystem lagrar inget el utan producerar och leverar elproduktionsöverskott till det närmast anslutna elnätet. Figur 4 visar hur ett hus som i ett nätanslutet solcellssystem kan se ut. Solcellspaneller omvandlar solljus (solenergi) till likström. Likströmmen omvandlas i växelriktare till växelström. För att leverera rätt spänning på det anslutna elnätet måste solcellsmodulerna seriekopplas (Bäck 2014). Växelströmmen mäts i kWh (Sultan 2011)



Figur 4. Ett hus som är uppbyggd av ett nätanslutna solcellssystem.

Skillnaden är att det krävs fullt fungerande batterier och annan fristående utrustning på fristående solcellssystemet samt underhållningskostnader. Nätanslutna solcellssystem är därför allmänt billigare och enklare att installera (Energy Informative 2013).

2.3 Solcellsteknik

2.3.1 Halvledare

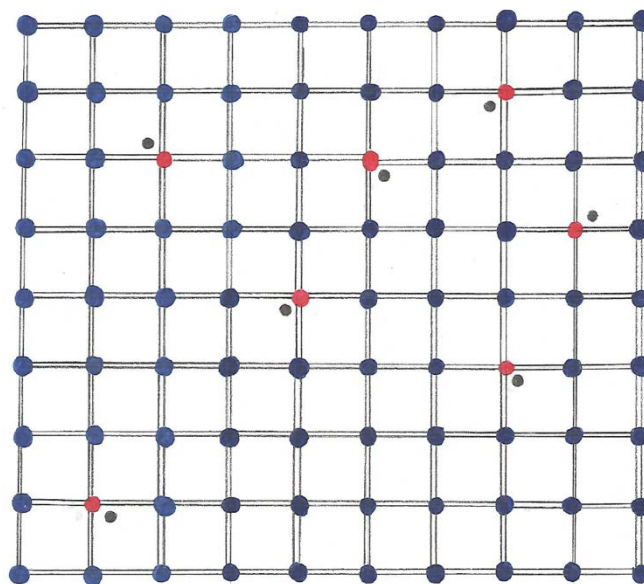
Halvledarematerial kallas ett material där elektiska ledningsförmåga ligger mellan ledare och isolatorer och har framför allt förmåga att omvandla mottagen ljusstrålning till elektriska laddningar. Materialen har bättre egenskaper att leda elektricitet jämfört med andra grundämnen trots att det leder sämre än metaller (Dessus et al. 2000, sid 49). Den vanligaste halvledaren bland grundämnena är kisel (Nationalencyklopedin 2017).

Det finns en viss gräns för absorptionsförmåga hos olika halvledarematerial för en kortare- respektive längre våglängd exempelvis 1,1 μm för kisel (Dessus et al. 2000, sid 49). Kisel är ett grundämne och har atomnummer 14. En kiselatom innehåller 14 elektroner (negativa laddade partiklar). Varje foton har en viss energi som aktiverar elektronerna som rör sig när fotonen träffar kiselatomer, frias en elektron ifrån de fastbunda kiselatomer. Den elektronen är den frigjorda elektrisk energin (Green et al. 2002, sid 20).

2.3.2 Doping

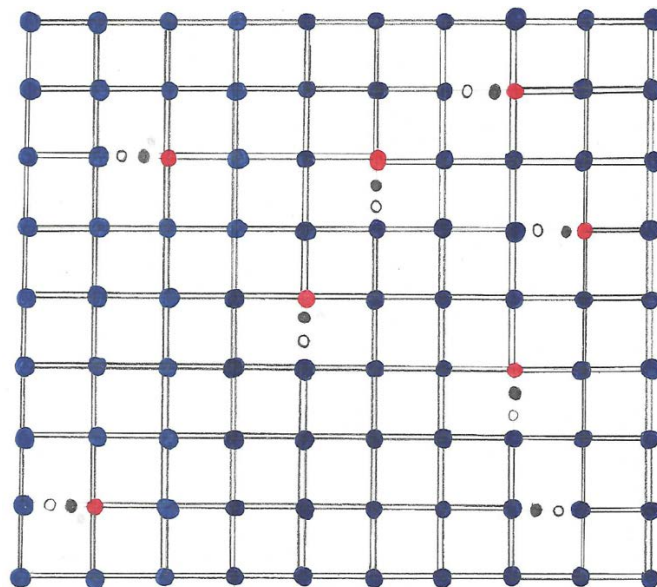
En av de vanligaste teknikerna inom solceller kallas för doping. Doping är tekniken som används för att variera antalet elektroner och hål i halvledare. Ett annat grundämne till exempel fosfor eller bor tillsätts till kiselcellerna. Genom att tillsätta dessa grundämne skapas ett ojämn elektronpar fördelning i det kristallina materialet. Dessa ojämn elektronpar avses som svaga punkter så kallas hål. När en foton träffar en av dessa hål lossnar det svaga bindade elektronparet. Elektronparet är då fritt att röra sig genom materialet (Green et al. 2002, sid 22-23).

N-doping tillsätts ett grundämne som är mer elektronnegativ än kisel exempelvis fosfor eller arsenik i små kvantiteter (Green et al. 2002, sid 22-23). Fosfor och arsenik har vardera fem yttre elektroner, så de är inte på plats när kommer in i kiselgitteret. Den femte elektronen har inget att binda till, då det är fritt att flytta runt. Elektronerna har en negativ laddning, därav namnet N-doping (Brain 2001). Figur 5 visar det N-dopade kiset som tillsätts av fosforatomen. Den femte atomen (svarta prickarna) är fri att röra sig i kiselkristallen.



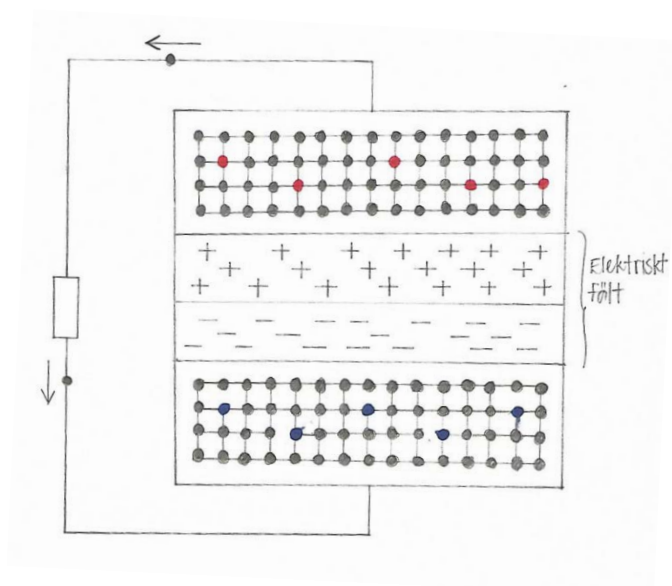
Figur 5 N- doping av kisel.

P-doping är en teknik som ger kisel en annan egenskap. P-doping tillsätter ett grundämne som innehåller mindre löst bundna elektronnegativ än kisel exempelvis bor, aluminium och gallium som har 3 elektroner i sitt yttersta skal (Green et al. 2002, sid 23). När atomerna blandas i kiselgittret bildar de ett hål i gittert där en kiselektron har inget att binda till. Frånvaron av en elektron skapar effekten av en positiv laddning, därav namnet P-doping. Hålet skapar ström. Hålet tar emot en elektron från sin granne och flyttar sig över ett utrymme (Brain 2001). Figur 6 visar det P-dopningkiset som tillsätts av boratomen. Kiselatomerna saknas en elektron och bildas till ett hål.



Figur 6. P-doping av kisel.

Korsning vid N-doping och P-doping kan ge ett väldigt intressant beteende. Det är vad som händer i en PN-övergång (Brain 2001). PN-övergång sker i halvledande ämnen. N- och P-doping används tillsammans parallellt skapas en krets som har en positiv sida och en negativ sida. Figur 7 visar framsidan av en kiselkiva består av N-dopad och baksidan P-dopad. Kontaktnätet täcker en viss del på framsidan och heltäckande metallskikt (bak-kontakt) täcker baksidan. Detta bidrar till en total spänning över kretsen och ger upphov till elektrisk ström med hjälp av fotonrörelseenergin (Green et al. 2002, sid 23).



Figur 7. PN-övergång i solceller.

Enligt figur 7 hål och fria från N- respektive P-doping möts. Elektronerna fyller hålen. Nya hål och elektroner kommer upp för att ta plats och strömmen flyter genom korsningen (Brain 2001). Verkningsgrad för solpanelen med PN-övergång kan veckla upp till 31 procent enligt den teoretiska gränsen (Razykov et al. 2011).

2.4 Solcellstyper

Under de senaste åren har intresset på solet ökat stadigt. Tekniken har utvecklats samtidigt som priset sjunkit. Olika material som används har direkt påverkan till spänning från solcellen. Tillverkning av solceller med material såsom kisel kan kosta mycket energi. Däremot är användningen av andra sällsynta material fortfarande begränsad (Uppsala universitet 2016). Nya tekniker och material behöver ersättas och utvecklas.

Idag finns det två huvudtyper av solceller som är tillgängliga på marknaden d v s kristallina kiselceller och tunnfilmssolceller. Kristallina kiselceller eller PV solceller består av cirka 80-90 procent av den totala solcellprodukter i marknaden. Olika tekniker och verkningsgrad påverkar prisen på solcellsmodulerna (Svensksolenergi).

2.4.1 Kristallina kiselceller

Kristallina kiselcell eller kiselceller är idag den vanligaste solcellen som används i kommersiella solcellsmoduler. Kiselcellen utvinns ur sand och står för cirka 80-90 procent av världens totala soletsproduktion (Jansson

et al. 2016). Förklaringen är att kisel är en av de vanligaste förekommande ämnena som finns i jorden (Uppsala universitet 2016).

Kiselsolceller är gjorda av en tunn skiva av ett halvledarmaterial. Elektrisk ström utvinns genom solljuset som träffar panelen där negativ laddning skapas på framsidan och positiv laddning på baksidan av panelen. Den typiska kristallina kiselsolceller är tillverkade av monokristallint (enkeltkristall) kisel eller poly(flera)kristallina kisel.

2.4.1.1 Monokristallina solceller

Monokristallina solceller är en typ av monokristallint kisel (mono-Si). Figur 9 visar monokristallina solcellsmoduler som kan vara lätt märkbara med sina fyrkantiga celler och sin mörkblå eller ibland nästan helt svarta färg. (Sidén 2015, sid 66). Kiselatomen är ordnade i en symmetrisk struktur. Dessa perfekta symmetrisk struktur utgör en mycket effektiv solcell.



Figur 8. Monokristallina solceller.

Monokristallina solceller tillverkas av cylindriska tackor av kisel och dimensioneras i form av tunna skivor. För verkningsgraden hos standard monokristallina solceller ligger runt 15-20 procent. I förhållande till den höga verkningsgraden kräver installationen en mindre yta. Dessa solmoduler som säljs på marknaden har en lång livslängd och har garanti vanligtvis på 25 år (Jämföresolcell 2016).

2.4.1.2 Polykristallina solceller

I dagsläget har polykristallina solceller lägst pris räknat i kronor per Watt. Poly(flera)kristallina solceller produceras av flera små kiselkristaller i varje cell. Vid tillverkningen har denna solcellsmodul något lägre kostnad och enklare process jämfört med monokristallina. Dock är verkningsgraden i den här typen lägre än monokristallina solceller och kan högst gå upp till 13-16 procent (Jämföresolceller 2016a). Solcellen har en blå mosaikskimrande färg (Sidén 2015, sid 66). Figur 10 visar hur kan polykristallina solcellsmoduler se ut.



Figur 9. Polykristallina solceller (Jämförsolcell 2016)

2.4.2 Tunnfilmssolceller

Med lägre produktionskostnader, användbar storlek har tunnfilmssolcellsteknik varit i stort intresse under de senaste åren. I tunnfilmen är tjockleken mycket mindre än andra solceller är tunnfilmen mindre känslig av skuggning och hög temperatur. Dock är verkningsgraden för tunnfilmssolcellerna mycket lägre jämfört med den konventionella kristallina kiselceller.

Tunnfilmssolceller har låg materialåtgång och tillverkas av ett väldigt tunt material (Svensksolenergi). Modulen konstrueras genom att huvudmaterialet läggs på ett underlag som oftast är glas men andra material som är mer flexibla och formbara kan också användas. Dessa egenskaper öppnar upp modulen för variationer i användningen exempelvis i bilar och båtar med mera.

Verkningsgraden hos tunnfilmssolceller ligger runt 5-12 procent. För att få ut samma effekt som kiselceller kräver tunnfilmssolceller en större yta vid installationer (Jämförsolceller 2016b). Figur 11 visar hur solcellsmoduler av tunnfilm kan se ut.

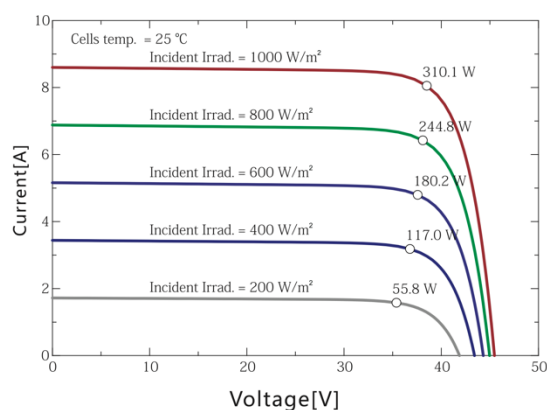


Figur 10. Tunnfilmssolceller (Begnts nya villablogg 2013)

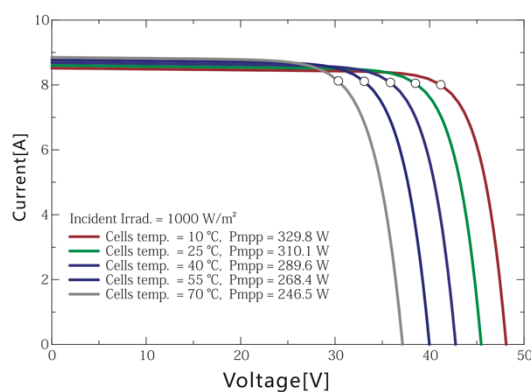
2.5 Solcellens parametrar

Effektiviteten är den vanligaste parametern för att jämföra prestanda från en solcell till en annan. Effektiviteten definieras oftast som andelen av solinstrålning som når panelen och kan utnyttja till energi (Forskning 2016). Solcellens prestanda analyseras under STC (standard test conditions på engelska). Det standardiserande mätförhållandet genomförs i vanligt fall i förhållande till: solinstrålning = 1000 W/m^2 , solcellstemperatur vid $25 \text{ }^\circ\text{C}$ och airmass 1,5. Dessa förhållande uppstår nästan aldrig i verkligheten eftersom metoden inte har tagit hänsyn till de faktiska geografiska och meteorologiska förhållande på installationsplatsen (Assim et al. 2012).

Ett annan handlingsätt för att jämföra prestanda hos en solcell är så kallad MPP (maximum power point), se Figur 12. Denna punkt (P_{max}) representerar den maxiamla effekten som en solcell levererar under STC förutsättningar. I och med att instrålningen är konstant så är MPP direkt beroende av spänningen som kretsen har. Kretsens spänning kan påverkas av en rad olika faktorer, vad det gäller solcellen är temperaturen som cellen utsätts för oftast den dominerande. För att MPP ska vara så högt som möjligt måste spänningen vara så hög som möjligt. På grund av att elektronens egna rörelseenergi (vibrationer) ökar med en ökad temperatur kommer kretsens spänningen att minska om tempereturen stiger. Detta medför att solcellens insulering är en viktigt faktor för att motverka kretsens uppvärmning. (Chikate et al. 2015).



Figur 11. Elektriska kurva avseende cells temperatur. (Perlight Solar 2017).



Figur 12. Elektriska kurva avseende solinstrålning. (Perlight Solar 2017).

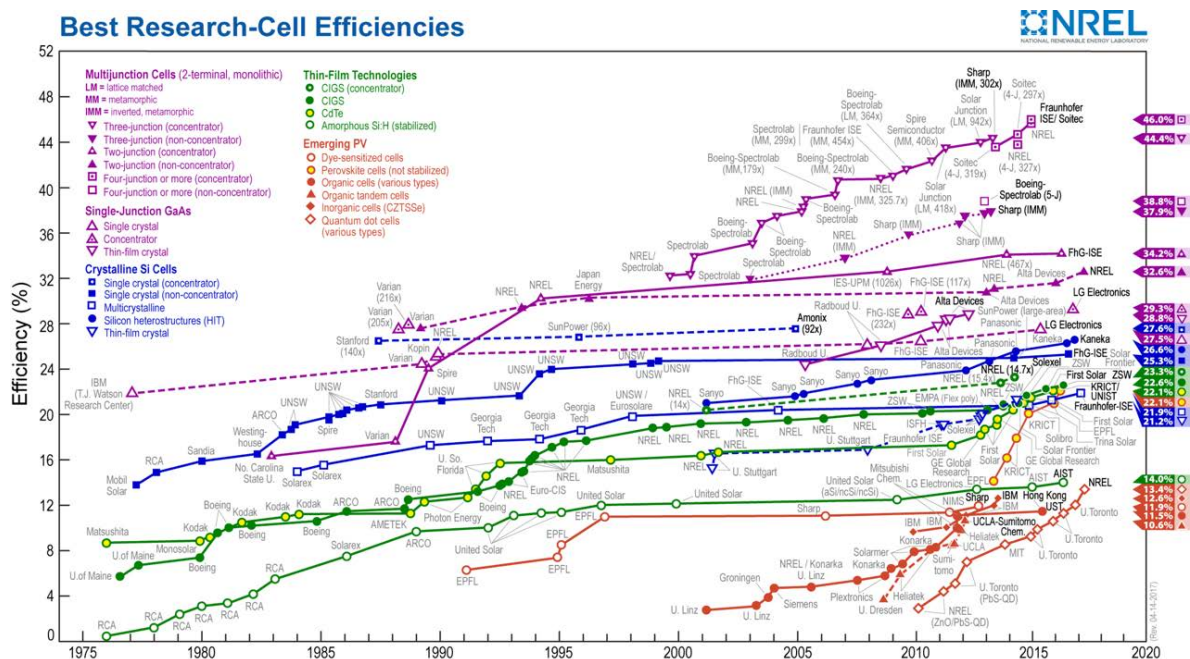
2.6 Verkningsgrad

All energi från solljuset som träffar solcellsmodulen kan inte utnyttjas. Verkningsgrad för en solcell anger hur stor andel av den totala energin som strålar in från solljuset som är användbar energi (Forskning 2016). Det finns olika metoder som tillämpas för att höja verkningsgraden, se 2.3. Det är tänkbart att tillverka solmoduler i höga verkningsgrader men det kan tillkomma en stor kostnad. Verkningsgrad hos standardkommersiella solceller ligger vanligtvis mellan 13-16% (Solarlab Sweden 2016).

Om man bortser från kostnader har verkningsgraden hos de laboratesolcellerna sedan 1970-talet utvecklats till 20-25%, se Figur 14 (National renewable energy laboratory 2017). Det är nästan dubbelt så mycket verkningsgrad som finns hos de standardiserade kommersiella solcellerna idag.

Att ha en effektivare solpanel betyder inte nödvändigtvis att det är bättre utan det betyder att solpanelen kan generera mer energi i ett mindre område. För ett större takutrymme kan det vara mer fördelaktigt att installera ett större antal billigare paneler än att betala en premie för effektivare paneler.

Däremot skall andra faktorer som påverkar solpanels effektivitet och förmåga att omvandla solljus till energi för användning tas hänsyn till.



Figur 13. Verkningsgrad hos solceller har utvecklats stadigt sedan 1976 (National renewable energy laboratory 2017).

2.7 Prestandapåvekan av yttre faktorer

Det finns en rad olika faktorer som kan påverka elproduktionen. Effekten av solmodulen är direkt kopplad till solparametern. Hur mycket el en solanläggning kan producera beror bland annat på solinstrålning, solcellsmoduler orientering/riktning och skuggning med mera. (Svensksolenergi 2011).

2.7.1 Solinstrålning

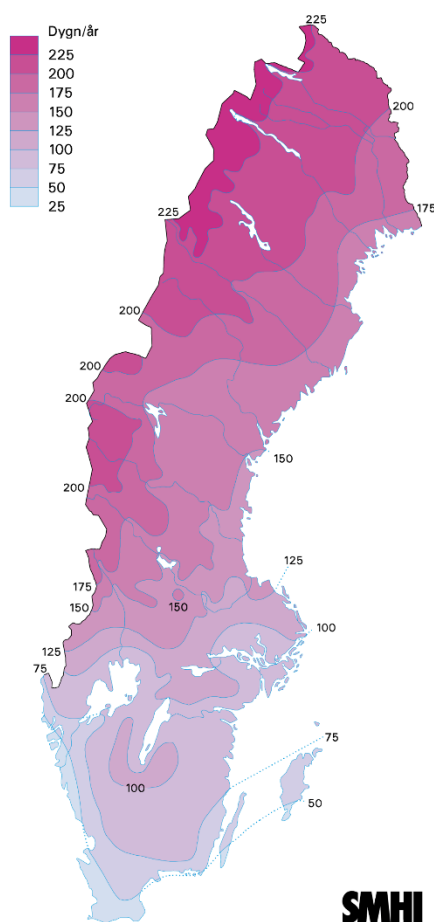
Solinstrålning definieras av den mängd solenergin som sträcker sig till solcellspanelen. Solstrålningens flödena kan påverkas av ett antal olika faktorer bland annat soltimmar och moln (SHMI 2013).

Solelproduktionen kan variera $\pm 10\%$ jämfört med medelsårsproduktion. Under vintertiden är det färre soltimmar och mycket moln samt solens position är låg då producerar anläggningen mindre el. Jämfört med sommar och vår, då solen även har en högre placering på himlen då producerar anläggningen mer el. Enligt Svensksolenergi (Svensksolenergi 2011) producerar anläggningen som mest el under mars-oktober.

Hur mycket solstrålning som träffar solcellsmodulens yta är direkt avgörande för hur mycket elproduktion det fås under en given tidsrymd. Solstrålning som ger energi mäts i kWh/m² per dag eller år.

2.7.2 Tid med snötäckning

Lokalisering och rådande väderlek är faktorer som är svåra att hantera. Ett stort antal med snötäcke är ett av många problemen som sker i Sverige. Mängden snö i Sverige varierar i hög grad. Figur 15 visar normalt antal dygn med snötäcke per år. I norra Sverige ligger medelvärdet på antal dygn med snötäcke på ca 225-150 dygn och i södra på 150-50 dygn per år (SMHI 2017). Snöttäckningen hindrar solinstrålning som når solcellen.

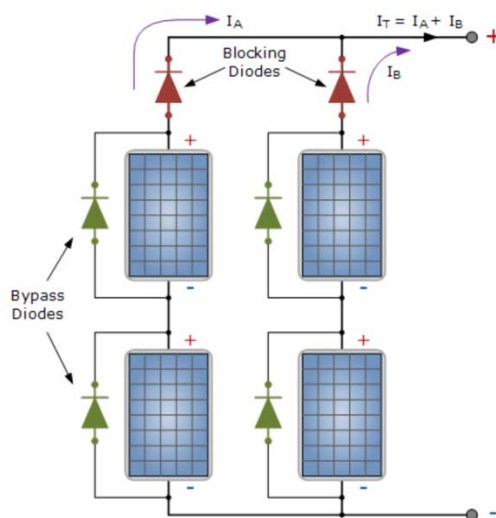


Figur 14. Normalt antal dygn med snötäcke per år (SMHI, 2017).

2.7.3 Skuggning

Skuggning från till exempel andra byggnader, träd och skorstenar med mera är en bland faktorerna som ger kännbara effektförluster. Skuggningen kan vara orsak till en mindre solelproduktion den del av dagen som produktionen kan utnyttja maximal (Eriksson et al. 2013).

Bypassdioder (Baranzahi 2013) är ett alternativ för att minimera skugg effekter. Minst en bypassdiod rekommenderas att användas vid en större anläggning. Solpaneler seriekopplas där bypassdioden kopplas parallellt med solcellen (Civic solar 2011). Strömmen leds genom bypassdioden utan att bli påverkad av andra solpaneler som är i delvis skugga, se Figur 16



Figur 15. Solpaneler med bypassdioder. Strömmen passerar den skuggade solcellen med hjälp av bypassdioden (Civic solar 2011).

Innan montering av solcellsanläggningen bör man studera och ta hänsyn till hur skuggorna faller över anläggningen och hur dioderna är placerade. (Svensksolenergi 2011a).

2.7.4 Väderstreck för installation och solcellsmodulers lutning

Det som påverkar solcellen hela tiden är riktningen och vinkeln mot solen som panelerna sitter på. (Timerdahl et al. 2014) Att placera solcellspanelen vinkelrätt mot solen utviner en maximal energimängd. Solstrålning mot jorden kan variera och beror på var man är på jorden därför är placering av solcellsanläggningen viktig. Det mest optimala för norra delen av Europa är att placera solcellsanläggningen så att den riktas mot söder och lite åt vänster.

Det kan vara svårt att placera modulen horisontellt. För Europa är lutning optimal på 30-40 grader, då solstrålningen träffar solcellspanelen både om solen står lågt och högt i himlen (Green et al. 2002, sid 74-75).

Solcellspanelen som står vertikalt mot söder ger fortfarande 70% av det maximala uttag. Denna metod kan användas endast när solen står lågt på himlen d v s morgnar, kvällar och större delen av vintertiden. Bl a ger solcellsmodulen en mindre elproduktion under sommartid. Solpanelen som

står vertikalt mot öster ger däremot endast 50% av bästa möjliga uttag och fungerar enbart på morgonen respektive kvällen (Green et al. 2002, sid 74).

2.7.5 *Smuts och damm på solceller*

Avsättning av ett luftburet damm på solcellens yta kan minska transmittansen hos modulens glasrutor samt orsaka en försämrad förmåga för solcellen att utnyttja solinstrålningens energi. Nedsmutnings av damm i förhållande till klimat är beroende av hur solcellsmodulen är placerade. Solpanelens lutning, vindriktning exponeringstid samt klimatet spelar roll för instrålningen till cellen. Reduktion av transmittans har en linjärt förhållande med dammens densitet som täcker över solcellen. Ju mer dammen det finns över solcellen desto mindre instrålningen som når cellen (Jiang et al. 2011).

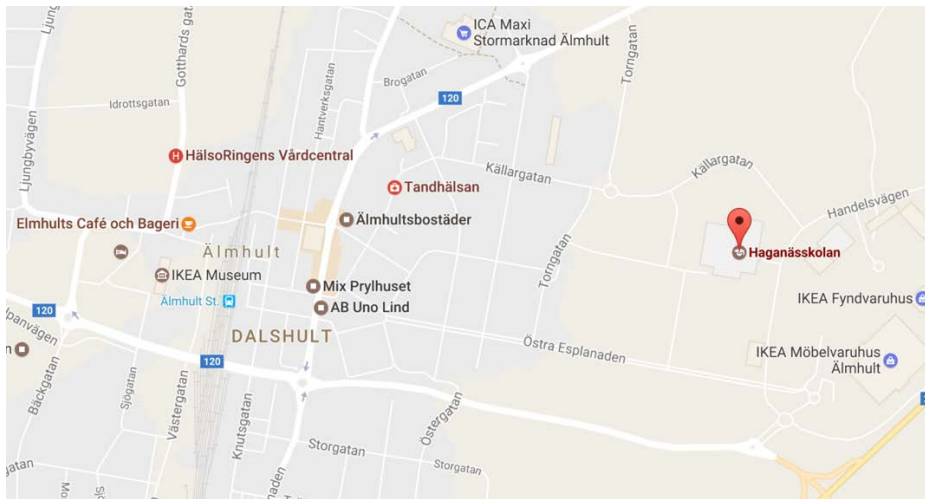
2.7.6 *Växelriktare*

Växelström är den typ av ström som används av de flesta elektriska apparater (Energy Informative 2013). Solceller producerar elektricitet i form av likström. För att kunna koppla till fastighets el behöver därför likströmmen växlas till växelströmmen, det görs med hjälp av en inverter d v s växelriktare.

Växelriktarna är solcellssystemets hjärta och har två viktiga uppgifter i systemet. Den första uppgiften är att omvandla likströmen till växelström på ett mest effektivt sätt. Den andra uppgiften är producera elektricitet på ett mest effektiva sätt där elektriciteten fortfarande ha goda egenskaper. Vid denna processen kan det uppstå förluster. Bra växelriktare medger en större produktion av elenergin (Energimyndigheten 2015a).

3 Objektsbeskrivning

Detta examensarbete syftar till att utreda skillnaden mellan kisel- respektive tunnfilmsmodul med hänseende till respektive moduls prestande och förutsättningar. Båda solcellsanläggningarna installerades redan under 2016 på södra taket av Haganässkolan, Älmhult. Figur 17 visar kartan över Haganässkolan.



Figur 16. Haganässkolan geografisk lokalisering (Google Maps 2017)

Haganässkolan är belägen vid Älmhults handelsplats som ligger på östra sidan om Älmhults centrum. Skolan är ett envåningshus med simhall i källaren. Det finns ett litet skogsområde i närheten av byggnaden men ger inget påverkan på solcellsanläggningarna. Växelriktare som redovisar energiproduktionen, installerades i elcentralen som ligger i närheten av anläggningarna.



Figur 17. Polykristallina kiselsolcellsanläggning som monterades på södra taket av skolbyggnaden.



Figur 18. Tunnfilmssolcellsanläggning som monterades på södra taket av skolbyggnaden.

Figur 18 och Figur 19 visar närbilder av kisel- respektive tunnfilmssolcellsanläggningen på södra taket av Hagnanässkolan. Tunnfilmspanlarna kännetecknas av sin genomsvart färg. Båda anläggningarna är anslutna till växelriktare i modellen Growatt 8000UE (Updated) i elcentralen i närheten av anläggningarna. Figur 20 visar växelriktarna som solcellsanläggningarna är anslutna till.



Figur 19. En närbild av växelriktare som installerades i elcentralen i närheten av solcellsanläggningarna.

För att få fram resultatet krävs ett stor mängd data för kisel- respektive tunnfilmmoduler. Tabell 1 visar nödvändig data som kommer att användas under genomförandedelen. Data hämtas från tillverkarens egna publicerade

handlingar. För mer information, kan handlingarna hittas även i Bilaga 2, 3 och 4.

Tabell 1. Data för kisel- respektive tunnfilmsmodul.

Tecken	Kiselsolceller	Tunnfilmssolceller
Anläggningens yta	1,94 m ²	1,23 m ²
Antala solceller	25 st	48 st
Anläggningens totala yta	48,8 m ²	58,95 m ²
Anläggningens installerade effekt	320 Wp	170 Wp
Anläggnings totala installerade effekt $P_{max,tot}$	8 kWp	8,16 kWp
Placering	Haganässkolans Sydligt tak	Haganässkolans Sydligt tak
Riktning	Söder (= -10°)	Söder (= -10°)
Solcellsmodul modell	PerligtSolar PLM-320P-72	SolarFrontierSF170-S
Växelriktare modell	Growatt 8000UE (Updated)	Growatt 8000UE (Updated)
Skuggande föremål	Inga	Inga

4 Metod

Målet till detta examensarbete är att utreda hur effektiv Haganässkolans befintliga solcellsmoduler är i förhållande till den omgivning som solmodulerna utsätts för. Ett antal mätningar krävs för att få ett noggrant och hög reliabilitet på resultat. Motiveringar till val av metoder redovisas nedan.

4.1 Teoretisk simulering

Eftersom arbetet utförs under en begränsad tid, behöver en teoretisk simulering genomföras. Den teoretiska simuleringen har gett möjlighet till att göra en uppskattning över anläggningarna teoretiska energiproduktion samt av vilken solcellsmodul som passar bäst just för dess omgivning. Simuleringen görs med hjälp av mjukvaran Polysun som utvecklades av Vela Solaris AG, Switzerland.

Mjukvaran skapar även möjlighet till en jämförelse mellan två olika solcellsanläggningar som placeras i olika omgivningar. Genom att placera solanläggningarna i samma placeringen i programmet, kan påverkan av anläggningarnas yttre faktorer bortses. En solcellsmoduls prestationsförmåga kan nu jämföras.

En viss specifik indata behöver anges för att utföra den teoretiska simuleringen. Takriktning, taklutning, position av anläggning och eventuella skuggande föremål är exempel på vad som behöver anges i beräkningsprogrammet. Resultatet av simulerad energiproduktion redovisas och kan följas upp till ett år.

4.2 Insamling av mätdata

Kvantitativa metoder används för arbetet där primärdata erhålls från kisel- respektive tunnfilmsmodulernas energiproduktion. Insamlingen av mätdata görs genom att läsa av hur mycket elektricitet respektive solcellsmodul producerar. Avläsningen kan göras både direkt från växelriktaren som installerades i elcentralen i närheten av anläggningarna och programmet enviShine. Programmet enviShine är ett online program som går att läsa av via web-sida och mobil-app. Datan från mätningssinstrumentet uppdateras var tionde sekund och redovisas i timmen, veckan och månaden.

Mätdata baseras på energiproduktionen efter växelriktaren. Insamling av alla mätvärden dokumenteras i programmet Excel. Programmet används på grund av att det underlättar sifferhanteringen. Upmätta värden samlades in mellan den 11:e juli till den 31:a augusti.

4.3 Beräkning av mätvärden

4.3.1 Teckenförklaring till beräkningsformler

I tabell 1 redovisas tecken och teckenförklaringar som kommer att användas vid beräkningen av mätdatan.

Tabell 2. Teckenförklaring till beräkningsformler

Tecken	Beskrivning
A	Modularea [m ²]
A _{tot.}	Anläggnings totala area [m ²]
B	Solcellsmoduls bredd [m]
L	Solcellsmoduls längd [m]
N	Antal moduler [st]
D	Antal dagar [dagar]
E _d	Daglig elproduktion [kWh]
E _m	Månad elproduktion [kWh]
E _å	Årlig elproduktion [kWh]
E _{d.Atot}	Specifik elproduktion per månad och total area [kWh/m ²]
E _{å.Atot}	Specifik elproduktion per år och total area [kWh/m ²]
E	Procentuell skillnad mellan verkliga mot simulerade elproduktion [%]
E _v	Verkliga elproduktion [kWh]
E _s	Simulerad elproduktion [kWh]

4.3.2 Beräkningsformler

Anläggningens area beräknas enligt Formel 1.

$$A = b * l \quad (1)$$

Anläggningens totala area beräknas enligt Formel 2.

$$A_{tot.} = b * l * n \quad (2)$$

Elproduktion per månad beräknas enligt Formel 3.

$$E_m = \sum_{i=1}^n E_d \quad (3)$$

Årlig elproduktion beräknas enligt Formel 4.

$$E_{\text{å}} = \sum_{i=1}^{12} E_m = \sum_{i=1}^{365} E_d \quad (4)$$

Specifik elproduktion per dag och totala area beräknas enligt Formel 5.

$$E_{d.Atot} = \frac{E_d}{A_{tot.}} \quad (5)$$

Specifik elproduktion per år och totala area beräknas enligt Formel 6.

$$E_{\text{å}.Atot} = \frac{E_{\text{å}}}{A_{tot.}} \quad (6)$$

Specifik elproduktion i snitt per dag beräknas enligt Formel 7.

$$E_d = \frac{E_m}{d} \quad (7)$$

Procentuell skillnad mellan verkliga mot simulerad elproduktion beräknas enligt Formel 8. Simulerade-, E_V , och verkliga elproduktionen, E_S , är produktionen under juli i detta fall.

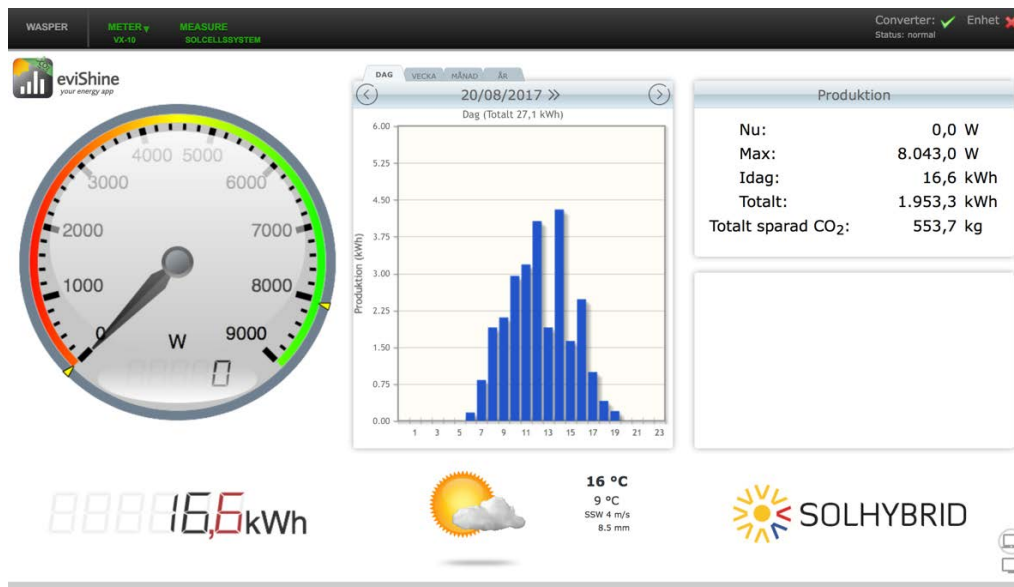
$$E = \frac{E_V}{E_S} * 100 \quad (8)$$

5 Genomförande

För att göra en jämförelse mellan två olika solceller är det nödvändigt att göra en mätning av elproduktion. Mätvärden för kisel- respektive tunnfilmsmodulerna på Haganässkolan kommer att presenteras i resultatdelen och behandlas vidare vid analysen. I följande avsnitt redovisas hur mätvärden gällande energiproduktionen kommer att behandlas under resultatdelen.

5.1 Avläsning och insamling av mätvärden

Den verkliga elproduktionen kan läsas av direkt från respektive växelriktare. Avläsningen kan även göras via webbsidan- och mobilappen enviShine som är kopplad till växelriktarna som installerades på Haganässkolan. Webbsidan och mobilappen redovisar hur mycket el respektive solcellsmodulerna producerar. Produktionen redovisas i kWh per dygn, vecka, månad eller år. Figur 21 redovisar en avläsning av energiproduktion som produceras genom att läsa av mätvärden på webbsidan enviSHine.



Figur 20. Avläsning av energiproduktion på webbsidan enviShine.

5.2 Hantering och beräkning av mätdata

Efter avläsningen av mätvärden dokumenteras alla mätvärden med programmet Excel. Programmet är ett vanligt kalkylprogram som används vid hantering av stora filer med mycket data. Programmet underlättar beräkningen och analysen av data genom grafer.

Totala modulsarean är ett faktum som måste beaktas. Kisel- och tunnfilmssolceller installerade på 48,8 respektive 58,95 m² totalt. Detta kan

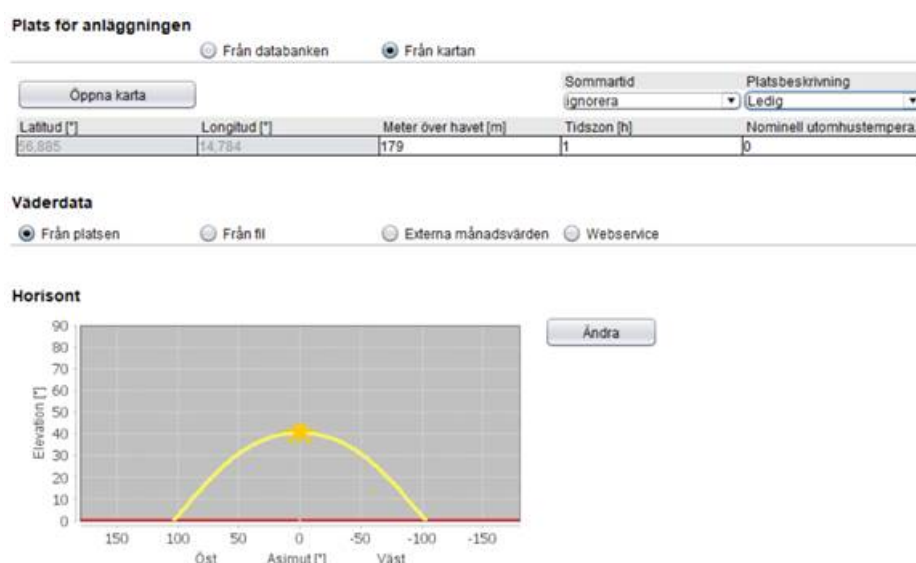
ha en tänkbar påverkan av differensen mellan energiproduktionerna. Den totala modularean för anläggningarna kommer därför att uppmärksammas för att se ett tydligt resultat.

Mätdataperioden under juli är endast 21 dagar. För att kunna jämföra mätdata för juli månad mot den teoretiska energiproduktionen behöver en omberäkning utföras. Omräkningen görs genom att beräkna om mätvärden till 31 dagar.

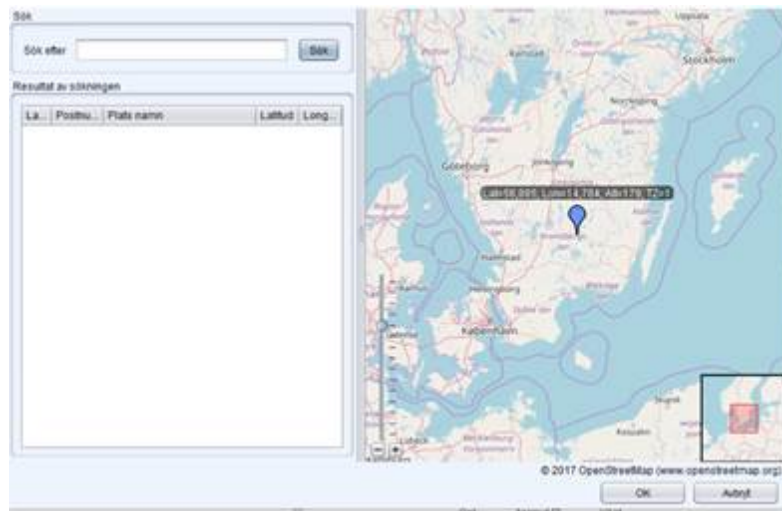
5.3 Simulering av elproduktion

Arbetet utförs under en begränsad tid och vi har icke möjlighet till att samla in alla verkliga mätvärdena för hela året därför behöver simuleringen utföras. Simuleringen av energiproduktionerna görs med hjälp av mjukvaran Polysun. Mjukvaran avses att ta fram installationers dimensionering, beräkning samt analys för energiproduktion.

En vissa specifik indata behöver anges i beräkningsprogrammet Polysun. Takvinkel, taktlutning, antal soltimmar under ett år, solcellsmodul och växelriktare-modulltyp är exempel på vad som behöver anges i mjukvaran. Placering av anläggningen görs genom att ta ut en position från kartan eller från databanken.



Figur 21. Ett alternativ att välja ut lokalisering av solcellsanläggningen på mjukvaran Polysun, är att ta ut en position från kartan.



Figur 22. Lokalisering av solcellsanläggningen väljs ut genom att ta ut en position från kartan.

Figur 21 och Figur 22 visar ett av två alternativ att välja lokalisering av solcellsanläggningen. Lokaliseringen väljs genom att ta ut en position från kartan.

Plats för anläggningen

Från databanken
 Från kartan

Kontinent	Land	Plats för anläggningen	Sommartid	Platsbeskrivning
Europa	Sverige	Borås	ignorera	Ledig
Latitud [°]	Longitud [°]	Meter över havet [m]	Tidszon [h]	Nominell utomhustempera...
57.73	12.92	172	1	-17

Figur 23. Lokalisering av solcellsanläggningen väljs ut genom att ta ut position från databanken.

Figur 23 visar det andra alternativet att välja lokalisering av solcellsanläggningen. Lokaliseringen väljs genom att ta ut en position från databanken.

6 Resultat och analys

Sammanställt resultat av studien behandlas i detta kapitel. Resultatet kommer att presenteras i form av diagram. Diagrammen redovisar resultat från teoretisk simulering samt indata som samlas in under studien.

Det finns ett antal faktorer som kan påverka kvalitet och effektivitet på solceller. Det är bland annat solcellens märkeseffekt. Med märkeseffekt eller verkningsgrad menas i förhållande mellan tillförd energi och utvunnen energi. Ju högre verkningsgraden är, desto större energiproduktionen kan en solcellsmodul producera. En av de vanligaste metoderna för en jämförelse två olika solceller är att analysera solcellens prestanda med varandra enligt standard text conditions ($1\ 000\ \text{W}/\text{m}^2$). Nedan visar en jämförelse av energiproduktion mellan kisel- och tunnfilmspanelerna per installerad effekt.

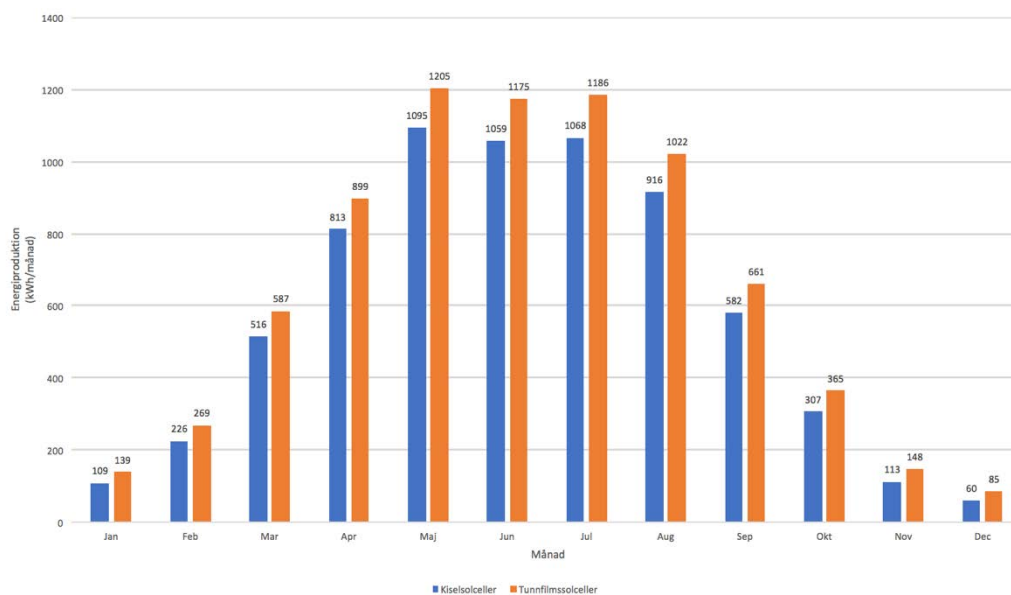
Tabell 3. Jämförelse av energiproduktion mellan kisel- respektive tunnfilmspanelerna per installerad effekt.

Beskrivning	Kiselsanläggning	Tunnfilmsanläggning
Moduls installerade effekt	320 W	170 W
Moduls area	1,94 m ²	1,23 m ²
Elproduktion per kvadratmeter	164,9 W/m ²	138,4 W/m ²
Jämförelse på samma solinstrålning	1 000 W/ m ²	1 000 W/m ²
Verkningsgrad	0,1649	0,1384

Resultatet enligt Tabell 3 visar att kiselpanelerna har större verkningsgrad än tunnfilmspanelerna. Kiselpanelen genererar 16,49 procent medan tunnfilmspanelen genererar 13,84 procent av den solinstrålningens energi. Det innebär att kiselpanelerna har större potential till att generera energi än tunnfilmspanelerna under samma bestämda förutsättningar.

6.1 Simulerad energiproduktion

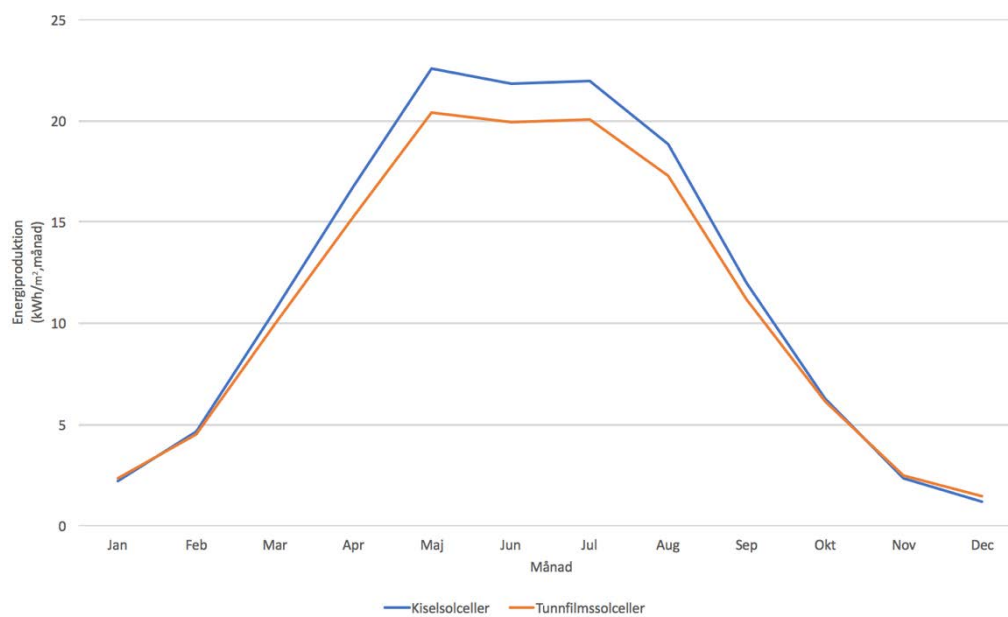
Indatan som nämnde i kapitel 5 används för att göra en teoretisk simulering. Figur 21 redovisar den totala simulerade energiproduktionen för kisel- respektive tunnfilmsmoduler per månad enligt mjukvaran Polysun. Produktionen redovisas i kWh/månad och under ett år.



Figur 24. Total simulerad energiproduktionen per månad för kisel- respektive tunnsolceller enligt mjukvaran Polysun.

Figur 21 visar att energiproduktionen varierar kraftigt över året. Produktionen är större under sommarhalvåret och mindre under vinterhalvåret. Detta resultat är självklart eftersom det är flera soltimmar på sommaren. Dessutom har solpanelerna fått mer solenergi under sommaren där solen står högt på himlen. Detta medför att solinstrålningen generellt ger mer energi per soltäckt yta jämfört med under vintern. Observera att helhetsrapporter för simulerad energiproduktion för kisel- och tunnsolceller hittas i Bilaga 5 respektive Bilaga 6!

Ett annat faktum är att kiselanläggningen har en total area som är betydligt mindre än tunnsolcellanläggningen. Den totala modularea för respektive anläggning måste därför beaktas för att se ett tydligt resultat. Jämförelsen mellan solcellsanläggningarna visas enligt nedan.

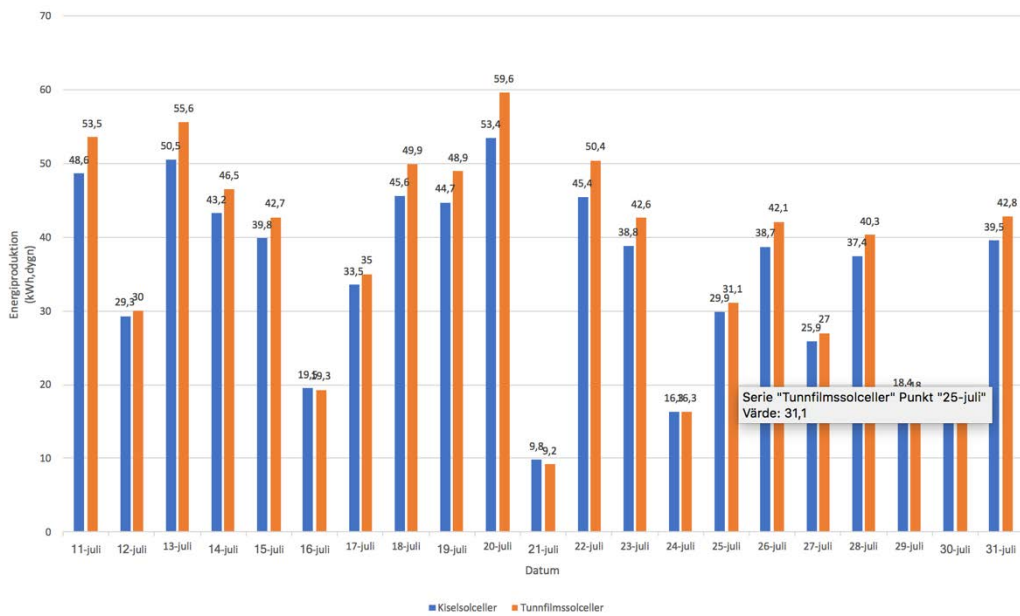


Figur 25. Specifik simulerad energiproduktion per m² och månad för kisel- respektive tunnfilmssolceller enligt mjukvaran Polysun.

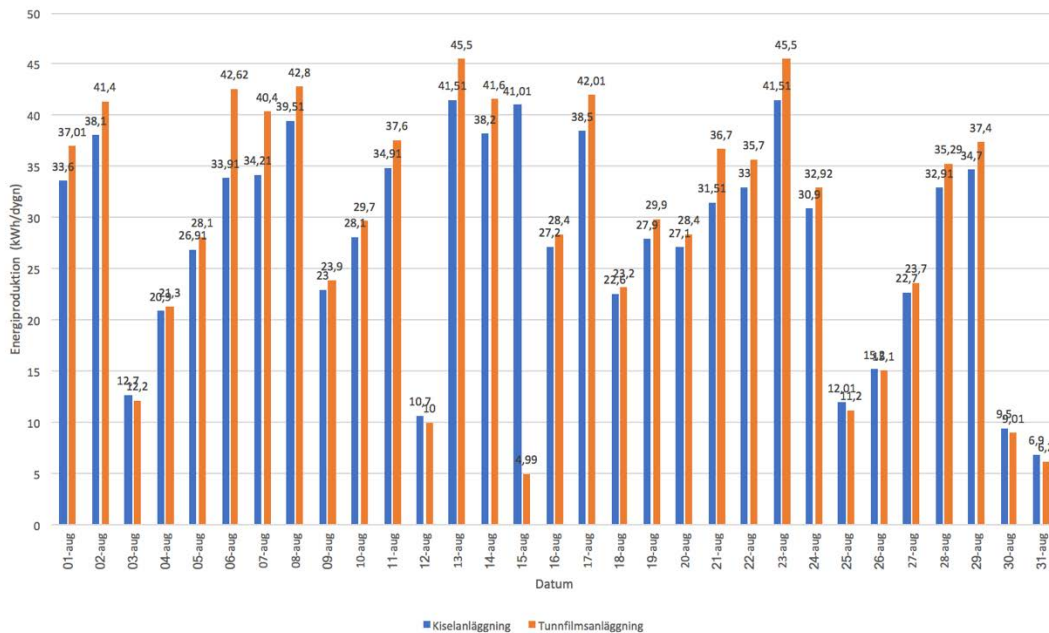
Resultat enligt Figur 22 visar att kiselanläggningen har generellt högre energiproduktion per kvadratmeter än tunnfilmsanläggningen. Under vintermånaderna är produktionsskillnaden väldigt små i marginal. Den stora skillnaden visas mer tydligt under sommaren.

6.2 Verkliga energiproduktion

Den verkliga energiproduktionen samlas och utförs för att kontrollera noggrannheten till den simulerade datan. Figur 23 och Figur 24 visar den verkliga energiproduktionen mellan den 11:e till den 31:a juli och under augusti för kisel- respektive tunnfilmssolceller. Energiproduktionerna redovisas i kWh/dygn.



Figur 26. Verklig energiproduktion per dygn för kisel- respektive tunnfilmssolceller mellan den 11:e till den 31:a juli.



Figur 27. Verklig energiproduktion per dygn för kisel- respektive tunnfilmssolceller under augusti.

Vidare behövde mätdata för energiproduktionen under juli beräknas om till 31 dagar därför att indatan var endast under 21 dagar totalt. Genom omberäkningen av indatan skapar möjlighet till en jämförelse mellan simulerade- och verkliga energiproduktionen under juli.

Tabell 4. Jämförelse mellan simulerad- och verklig energiproduktion under juli.

Beskrivning	Kiselsolceller	Tunnsolceller
Simulerad energiproduktion	1068 kWh	1186 kWh
Verklig energiproduktion mellan 11-31 juli	725 kWh	777,9 kWh
Antal dagar	21 dagar	21 dagar
Verkliga energiproduktion i snitt per dag	34,5 kWh/dag	37,0 kWh/dag
Antal dagar i juli	31 dagar	31 dagar
Verklig energiproduktion beräknad 31 dagar	1070,2 kWh	1148,3 kWh
I jämförelse av verkliga mot simulerade elproduktionen	1,002	0,968

Tabell 4 visar att verkliga energiproduktionen stämmer bra mot den simulerade elproduktionen. Kiselmodulerna levererade cirka 100 procent medan tunnsolcellerna levererade cirka 96,8 procent av det simulerade värdet.

Tabell 5. Jämförelse av energiproduktionen under augusti.

Beskrivning	Kiselsolceller	Tunnsolceller
Simulerad energiproduktion	916 kWh	1022 kWh
Verkliga energiproduktion	871,41 kWh	899,75 kWh
I jämförelse av verkliga mot simulerade elproduktionen	0,951	0,880

Tabell 5 visar att kiselmodulerna producerar cirka 95,1 procent medan tunnsolcellerna producerar 88,0 procent av det som förväntas. Genom mätdata är skillnaden marginell mellan det simulerade- och verkliga värdet. Den teoretiska simuleringen är då pålitliga.

En uppställning utförs för att ge en tydlig bild av modulerna om de hade varit lika stora. Uppställningen görs genom att räkna ut anläggningens totala elproduktion till anläggningens elproduktion per kvadratmeter som sedan omräknar den till samma takyta på 100 m². Uppställningen visas i Tabell 6.

Tabell 6. Jämförelse av simulerad elproduktion i samma totala arean.

	Kiselanläggning	Tunnfilmsanläggning
Anläggningens produktion	6 864 kWh/år	7 741 kWh/år
Anläggnings totala area	48,76 m ²	58,95 m ²
Anläggningens produktion per kvadratmeter	140,8 kWh/m ² ,år	131,3 kWh/m ² ,år
Jämförelse samma takyta d v s 100 m ²	14 080 kWh/år	13 130 kWh/år

Tabell 6 visar en jämförelse mellan energiproduktion av kisel- och tunnfilmssolceller. Resultatet visar att kiselceller producerar mer än tunnfilmssolceller per kvadratmeter. Vid jämförelse för samma takyta kan kisel- och tunnfilmsanläggningen producera 14 080 respektive 13 130 kWh/år. Det innebär att kiselanläggningen har förmåga att producera 7,2 procent mer än tunnfilmsanläggningen. Resultatet tydliggör att kiselpanelerna har större verkningsgrad än tunnfilmspanelerna.

Genom mätdatan, se Bilaga 1, visar det sig att energiproduktionen från kiselpanelerna är jämna med tunnfilmssolpanelerna fram till kl 09:00 och även sen kväll. Kiselanläggningen levererar mer under dagtid än tunnfilmsanläggningen under molniga och regniga dagar. Detta faktum är självklart eftersom kiselmodulerna har större verkningsgrad vilket innebär att kiselmodulen kan producera mer el jämfört med tunnfilmsmodulen.

7 Diskussion

7.1 Metoddiskussion

Valet av att använda en primär data d v s verkliga mätdata, har gjort det möjligt att data blir anpassad efter undersökningens ändamål. Metodvalet gav resultat i sifferform vilket även ger utredaren möjlighet att följa resultaten och få en uppfattning om viktiga skillnader mellan kisel- och tunnfilmssolcellen. Nackdelen till det här valet är att det tar längre tid att samla in all data.

Ett antal mätvärden som hade varit önskvärda för att få ett mer reliabelt resultat saknas. Solcellsanläggningarna installerades i 2016 och startade i mitten av juli 2017, vilket innebär att insamling av flera mätresultat inte kunde utföras. En följd av detta är att den verkliga energiproduktionen under de andra årstiderna inte kunde mätas vilket heller inte har jämförts mot simuleringen. Alternativt skulle mätvärden från olika årstider under ett år ge en bättre insikt i hur solcellers effektivitet varierar i förhållande till väder. För en vidare undersökning skulle insamling av mätdata under flera år varit det optimala.

Teoretiska simuleringen har varit användbar då uppskattning av vilken solcellsmodul som passar bäst just för Haganässkolan kunnat utföras. Simuleringen har även gett möjlighet till att följa energiproduktionerna under ett år. Möjligheten har bidragit till att energiproduktionen vid olika årstider kunde beaktas.

Liksom har programmet enviShine varit hjälpsamt då avläsning av energiproduktionen kunnat göras. Daglig energiproduktion har gjort det möjligt att se en tydlig differens över produktionen mellan kisel- och tunnfilmssolceller. Elproduktion per månad har gett intrycket att solinstrålning kan skilja sig mellan olika årstider.

Genom att placera båda solcellsmodulerna i samma riktning och lutning, bidrar detta till en underlättande jämförelsen av energiproduktionen. Solcellernas prestanda kunde jämföras utan påverkan av yttre faktorer. Arbetet har även valt att bortse förluster i samband med växelriktarna. Båda solcellsanläggningarna har samma växelriktare-modul, därför är det möjligt fel marginal lika stor i båda fall.

7.2 Resultatdiskussion

Det finns skillnader mellan den simulerade och verkliga energiproduktionen för kisel- respektive tunnfilmsmodulerna men den är obetydlig. En tänkbar anledning till skillnaden kan vara att indata för solinstrålning som användes i simuleringen är av äldre datum. Indata baserade på den genomsnittliga datan

för soltimmar mellan år 1981-2010, vilket den verkliga väderstreckan är antagligen lik men icke exakt samma år från år. Detta kan möjligtvis vara anledningen till att värden från simuleringen kan skilja något mot verkligheten.

Totalt sett visade resultat att energiproduktionen för tunnfilmssolceller är större än kiselceller. Resultatet har inte tagit hänsyn till faktorer som berörde produktionen. Resultatet efter behandlingen och omberäkningen visade det sig att det blev logiskt och som förväntat.

Efter behandlingen och omberäkningen visade det sig att kiselanläggningen producerade mer el per areaenhet, i detta fall kvadratmeter, än tunnfilmsanläggningen. Detta är självklart eftersom kiselmodulerna har större verkningsgrad jämfört med tunnfilmspanelnerna vilket innebär att kiselmodulerna har större förmåga till att generera solenergi än tunnfilmsmodulerna under samma förbestämda förutsättningar.

Under vinterhalvåret producerades väldigt lite energi och differensen mellan energiproduktionenvärdena är i obetydligt grad. Det leder till olika resultat under dessa månader. Insamling av flera mätvärden under ett år hade varit gynnsamt för att förstå hur årstider kan påverka solcellsmodulerna.

8 Slutsatser

Undersökningen har gett inblick i om solceller kan vara ett bra alternativ för minskning av energiproduktion med fossila bränslen. Det finns stora möjligheter för skolan och även allmänna byggnader att kunna producera sin egen el i samband med tillgängligheten av taksarea.

Solcellers effektivitet i samband med kostnadsfaktorer och lönsamhet kan vara en annan relevant undersökning i framtiden. Undersökningen kan utgå ifrån den praktiska- och även teoretiska prövningarna inom solcellers effektivitet som redan utförts i det här arbetet, för att utvärdera en framtids investering.

Till skillnaden mellan kisel- och tunnfilmssolceller kan tillverkningen av kiselpanelen vara något högre i kostnad och mer komplicerad process jämfört med tunnfilmspanelen. Dock är effektivitet hos kiselpanelerna högre än tunnfilmspanelerna.

I den här undersökningen visade det sig att modulens märkeffekt har haft en stor påverkan på energiproduktion av solceller. Modulernas installerade effekt avgör hur mycket en modul kan generera el ifrån solinstrålning. För kiselsmodulerna har större verkningsgrad är det som väntat att kiselanläggning kan producera mer el. Likaså är kiselcellerna ett bättre val då tillgängligheten av area än en begränsande faktor.

Idag finns det möjlighet att simulera detta med hjälp av mjukvaran Polysun som hjälper till att räkna ut hur mycket elenergi en solcell kan producera. Genom att ange bestämd information såsom solpaneler och lokalisering av installation med mera, förklarar simuleringsprogrammet vilken solcellsmodul som passar bäst just för dessa omgivningarna. Med referens till tidigare solinstrålningen kan ett pålitligt resultatet för simulerad energiproduktion redovisas upp till ett år.

Referenser

Assim, Qusay. Al-Naser, Hanna. Mohammed, Noorah. Al-barghooth, Ahmed. Ahmed Salman Al-Ali, Noor. 2012. *The Effect of Temperature Variations on Solar Cell Efficiency*. International Journal of Engineering, Business and Enterprise Applications (IJEBA).

Baranzahi, Amir. 2013. *Patiell skuggning*.
<http://solarlab.se/solpanel/datablad/partiell-skuggning.pdf> (Hämtad 4 maj 2017)

Begnys nya villablogg, 2013. *Smart Grid Gotland – solcellsanläggningarna är i drift*. <http://bengtsvillablogg.info/2013/10/12/smart-grid-gotland-solcellsanlaggningarna-ar-i-drift/> (Hämtad 20 april 2017)

Brain, Marshall. 2001. *How semiconductors work*.
<http://electronics.howstuffworks.com/diode1.htm> (Hämtad 2 maj 2017)

Bäck, Viktor. 2014. *Byggnadsintegrerade solcellssystem*. Examensarbete i byggnadsteknik. Institutionen för Byggteknik: Uppsala. Uppsala Universitet.

Chikate, Bhalchandra V. och Y.A., Sadawarte. 2015. *The Factors Affecting the Performance of Solar Cell*. International Journal of Computer Applications.

Choudhury, Saniat Ahmen och Chowdhury, Mustafa Habib. 2016. *Use of plasmonic metal nanoparticles to increase the light absorption efficiency of thin-film solar cells*. Bangladesh. Independent University.

Civic solar. 2011. What is a bypass diode?.
<https://www.civicsolar.com/support/installer/questions/what-bypass-diode>. (Hämtad 10 maj 2017)

Clean Technica, 2014. *13 Charts On Solar Panel Cost & Growth Trends*.
<https://cleantechnica.com/2014/09/04/solar-panel-cost-trends-10-charts/> (Hämtad 1 Maj 2017)

Dessus, Benjamin och Pharabod, Francois. 2000. *Solenergi*. Alhambra.

Electrotec energi. Olika typer av solceller. <http://electrotecenergy.se/typer-av-solceller/> (Hämtad 3 april 2017)

Energikontoret Sverige. 2015. Solenergi.
http://www.solardays.se/Solenergibroschyren_2015.pdf (Hämtad 14 april 2017)

Energimyndigheten. 2015a. Solceller växelriktare.
<http://www.energimyndigheten.se/tester/tester-a-o/solceller-vaxelriktare/>
(Hämtad 6 april 2017)

Energimyndigheten. 2016. Stöd till solceller.
<http://www.energimyndigheten.se/fornybart/solenergi/solceller/stod-till-solceller/> (Hämtad 10 april 2017)

Energimyndigheten och Boverket. 2005. Solceller i byggnader – nya möjligheter.
<https://www.kristianstad.se/contentassets/3421946e7e4b4ece8151b2402cc4df75/elda-ratt-broschyr.pdf> (Hämtad 10 april 2017)

Ekonomifakta. 2016. Energitillförsel – internationellt.
<http://www.ekonomifakta.se/Fakta/Energi/Energibalans-internationellt/Energitillforseln/> (Hämtad 25 mars 2017)

Ekonomifakta. 2017. Elanvändning.
<http://www.ekonomifakta.se/Fakta/Energi/Energibalans-i-Sverige/Elanvandning/> (Hämtad 25 mars 2017)

Ekonomifakta. 2017a. Energitillförsel.
<http://www.ekonomifakta.se/Fakta/Energi/Energibalans-i-Sverige/Energitillforsel/> (Hämtad 25 mars 2017)

Eriksson, Kristina och Persson, Henrik. 2013. *Energi- och ekonomipotential för solceller i Hållbara Järva*. Examensarbete i energiteknik. Stockholm. Kungliga Tekniska Högskolan.

Forskning. 2016. Solenergi – favorit på framarsch.
<http://www.forskning.se/2016/01/15/solenergi-favorit-pa-frammarsch/>
(Hämtad 31 mars 2017)

Google Maps. *Haganässkolan, Älmhult*.
<https://www.google.se/maps/place/Haganässkolan/@56.55243,14.1545151,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x465134bb96de9157:0xfaa1411edc9e4d6b!8m2!3d56.55243!4d14.1567038>. (Hämtad 22 april 2017)

Green, Martin. Andersson, Mats och Hedström, Jonas. 2002. *Solceller - från solljus till elektricitet*. Stockholm: Svensk byggtjänst.

International Energy Agency. 2016. Key World Energy Statistics.
<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/key-world-energy-statistics.htm> (Hämtad 2 april 2017)

Jansson, Jonna och Johansson, Frida. 2016. *Jämförelse av solcellsanläggningar*. Examensarbete i byggt teknik. Institutionen för Byggt teknik: Växjö. Linnéuniversitet.

Jiang, Hai. Lu, Lin och Sun, ke. 2011. *Experimental investigation of the impact of airborne dust deposition on the performance of solar photovoltaic (PV) modules*. Atmospheric Environment, 45. Hong Kong. The Hong Kong Polytechnic University.

Jämförsolceller. 2016. Monokristallina solceller..
<http://jamforsolceller.se/tekniken/solceller/> (Hämtad 12 april 2017)

Jämförsolceller. 2016a. Polykristallina solceller.
<http://jamforsolceller.se/tekniken/polykristallina-solceller/> (Hämtad 12 april 2017)

Jämförsolceller, 2016b. Tunnfilmssolceller.
<http://jamforsolceller.se/tekniken/tunnfilmssolceller/> (Hämtad 13 april 2017)

Lindahl, Johan. 2016. *National survey report of PV power applications in Sweden 2015*. IEA - International Energy Agency.

Nationalencyklopedin. 2017. Halvledare.
<http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/halvledare>
(Hämtad 30 mars 2017)

National renewable energy laboratory, 2017. Best research-cell efficiencies.
<https://www.nrel.gov/pv/assets/images/efficiency-chart.png> (Hämtad 2 maj 2017)

Naturvårdsverket. 2016. Fossila bränslen.
<http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Energi/Fossila-branslen/> (Hämtad 2 april 2017)

Perligt Solar. 2017. PLM-310P 72 Series. Polycrystalline silicon solar module. <http://www.perlight.com/wp-content/uploads/2016/12/PLM-310P-72-72-Cells-Poly-Module-300-330W.pdf>. (Hämtad 10 maj 2017)

Razykov, T. M.. Ferekides, C.S.. Morel, D.. Stefanakos, E.. Ullal, H.S. och Upadhayaya, H.M.. 2011. *Solar photovoltaic electricity: Current status and future prospects*.

Sharma, Vikrant och Chandel, S.S.. 2013. *Performance and degradation analysis for long term reliability of solar photovoltaic systems: A review*. India. Centre for Energy and Environment, National Institute of Technology, Hampipur.

Sidén, Göran. 2015 cop. 2008. *Förnybar energi*. Lund : studentlitteratur AB.

SHMI. 2017. Normal antal dygn per snötäcke per år.
<http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/sno/normalt-antal-dygn-med-snotacke-per-ar-1.7937> (Hämtad 29 mars 2017)

- SHMI. 2013. Solinstrålning.
<https://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/solstralning-1.4186>
(Hämtad 4 april 2017)
- Solarlab Sweden, 2016. *Solcellsfakta*. <http://solarlab.se/solpanel/solcell-fakta> (Hämtad 2 maj 2017)
- Ssolar. Solinstrålning.
<http://www.ssolar.com/Solenergi2010/EnergifaktaDEL1brSolenFramtidensbasenergi/Solinstr%C3%A5lning/tabid/608/Default.aspx> (Hämtad 4 april 2017)
- Sultan, Ali. 2011. Projekt Solaris – The design of a solar powered UAV. Västerås. Mälardalens högskola.
- Svea Renewable Solar AB. 2013. Så fungerar tekniken.
<http://www.sveasolar.se/sa-fungerar-tekniken.html> (Hämtad 17 april 2017)
- Svensksolenergi. Solcellens funktion. <http://www.svensksolenergi.se/fakta-om-solenergi/Solel/solcellens-funktion> (Hämtad 12 april 2017)
- Svensksolenergi, 2011. Solceller-snabbt guide för den intresserade (Elforsk 2011). <http://www.svensksolenergi.se/upload/pdf/Solceller-snabbguide-rev20110503.pdf> (Hämtad 28 mars 2017)
- Svensksolenergi. 2011a. Installationsguide solceller.
<http://www.svensksolenergi.se/upload/pdf/installationsguidesolceller07.pdf>
(Hämtad 4 april 2017)
- Tatsuo, Saga. 2010. *Advances in crystalline silicon solar cell technology for industrial mass production*. Japan.
- Timerdahl, Alexander och Walding, Sara. 2014. *Solcellsanläggningar*. Examensarbete i energiteknik. Stockholm. Kungliga Tekniska Högskolan.
- Uppsala universitet. 2016. *Tunnfilmsolceller*. <http://www.teknik.uu.se/fast-tillstandets-elektronik/forskningsomraden/tunnfilmssolceller/faq/> (Hämtad 3 april 2017)
- Wenham, Stuart R. & Green, Martin A., 1988. *Buried contact solar cell*.

Bilagor

Bilaga 1: Energiproduktion från kisel- respektive tunnfilmsmoduler

Bilaga 2: PLM-310P-72 Series. Polycrystalline Silicon Solar Module

Bilaga 3: Product Data Sheet SF170-S

Bilaga 4: Växelriktare i modell Growatt 8000UE

Bilaga 5: Helhetsrapport för simulerad energiproduktion för kiselmoduler

Bilaga 6: Helhetsrapport för simulerad energiproduktion för tunnfilmsmoduler

BILAGA 1: Enerigproduktion från kisel- respektive tunnfilmsmoduler

Datum	Timme	Kiselmoduler		Tunnfilmsmoduler	
		kWh	kWh/m ²	kWh	kWh/m ²
2017-07-11	00:00	0	0	0	0
	01:00	0	0	0	0
	02:00	0	0	0	0
	03:00	0	0	0	0
	04:00	0	0	0	0
	05:00	0,10	0,00	0	0
	06:00	0,40	0,01	0,40	0,01
	07:00	2,20	0,05	2,20	0,04
	08:00	2,78	0,06	3,00	0,05
	09:00	4,02	0,09	4,40	0,08
	10:00	4,90	0,11	5,45	0,10
	11:00	5,40	0,12	6,15	0,11
	12:00	5,70	0,13	6,50	0,12
	13:00	5,12	0,11	5,82	0,11
	14:00	5,49	0,12	6,28	0,11
	15:00	4,89	0,11	5,40	0,10
	16:00	2,77	0,06	3,00	0,05
	17:00	2,03	0,04	2,10	0,04
	18:00	2,20	0,05	2,30	0,04
	19:00	0,60	0,01	0,50	0,01
	20:00	0	0	0	0
	21:00	0	0	0	0
	22:00	0	0	0	0
	23:00	0	0	0	0
	Summa	48,60	1,07	53,50	0,97
2017-07-12	00:00	0	0,00	0,00	0,00
	01:00	0	0,00	0,00	0,00
	02:00	0	0,00	0,00	0,00
	03:00	0	0,00	0,00	0,00
	04:00	0	0,00	0,00	0,00
	05:00	0,40	0,01	0,40	0,01
	06:00	0,70	0,02	0,70	0,01
	07:00	1,00	0,02	0,90	0,02
	08:00	1,60	0,04	1,60	0,03
	09:00	3,50	0,08	3,70	0,07
	10:00	2,40	0,05	2,59	0,05
	11:00	3,98	0,09	4,31	0,08
	12:00	2,32	0,05	2,40	0,04
	13:00	2,30	0,05	2,40	0,04
	14:00	1,60	0,04	1,60	0,03
	15:00	2,00	0,04	1,97	0,04
	16:00	2,00	0,04	2,13	0,04
	17:00	2,11	0,05	2,10	0,04
	18:00	1,99	0,04	1,90	0,03
	19:00	1,10	0,02	1,10	0,02
	20:00	0,30	0,01	0,20	0,00
	21:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	22:00	0	0,00	0,00	0,00
	23:00	0	0,00	0,00	0,00

	Summa	29,30	0,64	30,00	0,55
2017-07-13	00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	01:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	02:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	03:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	04:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	05:00	0,10	0,00	0,00	0,00
	06:00	0,70	0,02	0,77	0,01
	07:00	1,93	0,04	2,03	0,04
	08:00	3,17	0,07	3,30	0,06
	09:00	4,20	0,09	4,70	0,09
	10:00	5,00	0,11	5,59	0,10
	11:00	5,50	0,12	6,21	0,11
	12:00	5,60	0,12	6,24	0,11
	13:00	5,20	0,11	5,86	0,11
	14:00	4,37	0,10	4,84	0,09
	15:00	3,23	0,07	3,56	0,06
	16:00	4,10	0,09	4,60	0,08
	17:00	3,10	0,07	3,40	0,06
	18:00	2,60	0,06	2,70	0,05
	19:00	1,40	0,03	1,50	0,03
	20:00	0,30	0,01	0,20	0,00
	21:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	22:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	23:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Summa	50,50	1,11	55,50	1,01
2017-07-14	00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	01:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	02:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	03:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	04:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	05:00	0,00	0,00	0,20	0,00
	06:00	0,20	0,00	0,80	0,01
	07:00	0,80	0,02	1,80	0,03
	08:00	1,80	0,04	2,70	0,05
	09:00	2,60	0,06	3,90	0,07
	10:00	3,60	0,08	4,70	0,09
	11:00	4,30	0,09	4,60	0,08
	12:00	4,11	0,09	4,81	0,09
	13:00	4,39	0,10	4,69	0,09
	14:00	4,20	0,09	5,40	0,10
	15:00	4,90	0,11	3,00	0,05
	16:00	2,80	0,06	2,40	0,04
	17:00	2,30	0,05	3,84	0,07
	18:00	3,50	0,08	1,96	0,04
	19:00	1,90	0,04	1,40	0,03
	20:00	1,50	0,03	0,30	0,01
	21:00	0,30	0,01	0,00	0,00
	22:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	23:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Summa	43,20	0,95	46,50	0,85
2017-07-15	00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	01:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	02:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	03:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	04:00	0,00	0,00	0,00	0,00

	05:00	0,10	0,00	0,00	0,00
	06:00	0,70	0,02	0,70	0,01
	07:00	1,80	0,04	1,89	0,03
	08:00	3,00	0,07	3,11	0,06
	09:00	4,10	0,09	4,50	0,08
	10:00	4,80	0,11	5,44	0,10
	11:00	4,60	0,10	5,16	0,09
	12:00	2,40	0,05	2,50	0,05
	13:00	2,70	0,06	2,90	0,05
	14:00	2,60	0,06	2,70	0,05
	15:00	3,44	0,08	3,80	0,07
	16:00	3,16	0,07	3,40	0,06
	17:00	2,60	0,06	2,70	0,05
	18:00	2,10	0,05	2,30	0,04
	19:00	1,40	0,03	1,40	0,03
	20:00	0,30	0,01	0,20	0,00
	21:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	22:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	23:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Summa	39,80	0,87	42,70	0,78
2017-07-16	00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	01:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	02:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	03:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	04:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	05:00	0,00	0,00	0,10	0,00
	06:00	0,10	0,00	0,90	0,02
	07:00	0,90	0,02	1,60	0,03
	08:00	1,70	0,04	2,70	0,05
	09:00	2,60	0,06	2,70	0,05
	10:00	2,50	0,05	2,50	0,05
	11:00	2,50	0,05	2,07	0,04
	12:00	1,95	0,04	1,93	0,04
	13:00	1,86	0,04	1,70	0,03
	14:00	1,74	0,04	1,30	0,02
	15:00	1,37	0,03	0,80	0,01
	16:00	0,90	0,02	0,70	0,01
	17:00	0,70	0,02	0,20	0,00
	18:00	0,40	0,01	0,10	0,00
	19:00	0,10	0,00	0,00	0,00
	20:00	0,20	0,00	0,00	0,00
	21:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	22:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	23:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Summa	19,52	0,43	19,30	0,35
2017-07-17	00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	01:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	02:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	03:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	04:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	05:00	0,10	0,00	0,10	0,00
	06:00	0,70	0,02	0,70	0,01
	07:00	1,88	0,04	1,90	0,03
	08:00	3,02	0,07	3,22	0,06
	09:00	4,28	0,09	4,71	0,09
	10:00	4,29	0,09	4,69	0,09
	11:00	2,95	0,06	3,24	0,06

	12:00	3,18	0,07	3,23	0,06
	13:00	3,02	0,07	3,17	0,06
	14:00	1,64	0,04	1,54	0,03
	15:00	1,54	0,03	1,59	0,03
	16:00	1,20	0,03	1,10	0,02
	17:00	3,20	0,07	3,50	0,06
	18:00	1,40	0,03	1,40	0,03
	19:00	0,80	0,02	0,70	0,01
	20:00	0,30	0,01	0,20	0,00
	21:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	22:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	23:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Summa	33,50	0,74	34,99	0,64
2017-07-18	00:00	0	0,00	0,00	0,00
	01:00	0	0,00	0,00	0,00
	02:00	0	0,00	0,00	0,00
	03:00	0	0,00	0,00	0,00
	04:00	0	0,00	0,00	0,00
	05:00	0,1	0,00	0,10	0,00
	06:00	0,6	0,01	0,66	0,01
	07:00	1,9	0,04	1,84	0,03
	08:00	2	0,04	2,09	0,04
	09:00	2,4	0,05	2,41	0,04
	10:00	3,5	0,08	3,90	0,07
	11:00	4,2	0,09	4,60	0,08
	12:00	4,7	0,10	5,20	0,09
	13:00	5,51	0,12	6,30	0,11
	14:00	5,09	0,11	5,70	0,10
	15:00	5,16	0,11	5,90	0,11
	16:00	3,84	0,08	4,22	0,08
	17:00	3	0,07	3,28	0,06
	18:00	2,1	0,05	2,20	0,04
	19:00	1,3	0,03	1,30	0,02
	20:00	0,2	0,00	0,20	0,00
	21:00	0	0,00	0,00	0,00
	22:00	0	0,00	0,00	0,00
	23:00	0	0,00	0,00	0,00
	Summa	45,60	1,00	49,90	0,91
2017-07-19	00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	01:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	02:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	03:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	04:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	05:00	0,10	0,00	0,00	0,00
	06:00	0,70	0,02	0,70	0,01
	07:00	1,80	0,04	1,80	0,03
	08:00	2,90	0,06	3,01	0,05
	09:00	4,00	0,09	4,39	0,08
	10:00	4,40	0,10	4,90	0,09
	11:00	5,10	0,11	5,80	0,11
	12:00	4,90	0,11	5,61	0,10
	13:00	5,08	0,11	5,79	0,11
	14:00	4,52	0,10	5,10	0,09
	15:00	1,70	0,04	1,70	0,03
	16:00	3,30	0,07	3,70	0,07
	17:00	2,70	0,06	2,88	0,05
	18:00	2,20	0,05	2,32	0,04

2017-07-20	19:00	1,00	0,02	1,00	0,02
	20:00	0,30	0,01	0,20	0,00
	21:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	22:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	23:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Summa	44,70	0,98	48,90	0,89
	00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	01:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	02:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	03:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	04:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	05:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	06:00	0,00	0,00	0,70	0,01
	07:00	0,70	0,02	1,90	0,03
	08:00	1,80	0,04	3,20	0,06
	09:00	3,00	0,07	4,50	0,08
	10:00	4,10	0,09	5,40	0,10
	11:00	4,80	0,11	6,10	0,11
	12:00	5,31	0,12	6,60	0,12
	13:00	5,74	0,13	6,71	0,12
	14:00	5,85	0,13	6,31	0,11
	15:00	5,51	0,12	5,89	0,11
	16:00	5,10	0,11	4,70	0,09
	17:00	4,20	0,09	3,90	0,07
18:00	3,52	0,08	2,40	0,04	
19:00	2,28	0,05	1,30	0,02	
20:00	1,30	0,03	0,00	0,00	
21:00	0,20	0,00	0,00	0,00	
22:00	0,00	0,00	0,00	0,00	
23:00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Summa	53,41	1,17	59,61	1,08	
2017-07-21	00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	01:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	02:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	03:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	04:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	05:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	06:00	0,00	0,00	0,10	0,00
	07:00	0,40	0,01	0,20	0,00
	08:00	0,40	0,01	0,40	0,01
	09:00	0,40	0,01	0,30	0,01
	10:00	0,30	0,01	0,30	0,01
	11:00	0,60	0,01	0,60	0,01
	12:00	0,80	0,02	0,70	0,01
	13:00	1,70	0,04	1,70	0,03
	14:00	1,70	0,04	1,80	0,03
	15:00	1,70	0,04	1,60	0,03
	16:00	0,90	0,02	0,90	0,02
	17:00	0,50	0,01	0,40	0,01
	18:00	0,30	0,01	0,20	0,00
	19:00	0,10	0,00	0,00	0,00
	20:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	21:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	22:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	23:00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summa	9,80	0,22	9,20	0,17	

2017-07-22	00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	01:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	02:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	03:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	04:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	05:00	0,10	0,00	0,10	0,00
	06:00	0,70	0,02	0,70	0,01
	07:00	1,50	0,03	1,40	0,03
	08:00	2,68	0,06	2,90	0,05
	09:00	3,82	0,08	4,26	0,08
	10:00	4,70	0,10	5,39	0,10
	11:00	5,30	0,12	6,05	0,11
	12:00	5,39	0,12	6,21	0,11
	13:00	5,74	0,13	6,69	0,12
	14:00	4,47	0,10	5,10	0,09
	15:00	3,40	0,07	3,80	0,07
	16:00	2,40	0,05	2,50	0,05
	17:00	2,60	0,06	2,90	0,05
	18:00	1,70	0,04	1,60	0,03
	19:00	0,70	0,02	0,70	0,01
	20:00	0,20	0,00	0,10	0,00
	21:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	22:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	23:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Summa	45,40	1,00	50,40	0,92
2017-07-23	00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	01:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	02:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	03:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	04:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	05:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	06:00	0,75	0,02	0,70	0,01
	07:00	1,86	0,04	1,90	0,03
	08:00	2,60	0,06	2,73	0,05
	09:00	3,00	0,07	3,27	0,06
	10:00	4,70	0,10	5,30	0,10
	11:00	2,90	0,06	3,24	0,06
	12:00	3,77	0,08	4,17	0,08
	13:00	5,83	0,13	6,70	0,12
	14:00	5,50	0,12	6,40	0,12
	15:00	3,80	0,08	4,30	0,08
	16:00	1,70	0,04	1,70	0,03
	17:00	1,10	0,02	1,10	0,02
	18:00	0,90	0,02	0,90	0,02
	19:00	0,40	0,01	0,20	0,00
	20:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	21:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	22:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	23:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Summa	38,81	0,85	42,61	0,78
2017-07-24	00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	01:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	02:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	03:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	04:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	05:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	06:00	0,00	0,00	0,00	0,00

	07:00	0,20	0,00	0,20	0,00
	08:00	0,60	0,01	0,50	0,01
	09:00	0,30	0,01	0,20	0,00
	10:00	0,90	0,02	0,90	0,02
	11:00	1,00	0,02	1,00	0,02
	12:00	1,80	0,04	1,80	0,03
	13:00	1,30	0,03	1,20	0,02
	14:00	2,24	0,05	2,42	0,04
	15:00	2,57	0,06	2,78	0,05
	16:00	2,30	0,05	2,30	0,04
	17:00	2,00	0,04	2,00	0,04
	18:00	0,80	0,02	0,80	0,01
	19:00	0,30	0,01	0,20	0,00
	20:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	21:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	22:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	23:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Summa	16,31	0,36	16,30	0,30
2017-07-25	00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	01:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	02:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	03:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	04:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	05:00	0,10	0,00	0,00	0,00
	06:00	0,60	0,01	0,60	0,01
	07:00	1,10	0,02	1,10	0,02
	08:00	1,60	0,04	1,50	0,03
	09:00	2,40	0,05	2,52	0,05
	10:00	3,52	0,08	3,88	0,07
	11:00	4,98	0,11	5,67	0,10
	12:00	3,70	0,08	4,14	0,08
	13:00	2,70	0,06	2,90	0,05
	14:00	2,20	0,05	2,20	0,04
	15:00	1,80	0,04	1,90	0,03
	16:00	1,90	0,04	1,80	0,03
	17:00	1,70	0,04	1,70	0,03
	18:00	1,00	0,02	0,90	0,02
	19:00	0,50	0,01	0,50	0,01
	20:00	0,10	0,00	0,00	0,00
	21:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	22:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	23:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Summa	29,90	0,66	31,31	0,57
2017-07-26	00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	01:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	02:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	03:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	04:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	05:00	0,10	0,00	0,00	0,00
	06:00	0,40	0,01	0,50	0,01
	07:00	0,90	0,02	0,90	0,02
	08:00	1,90	0,04	1,80	0,03
	09:00	2,52	0,06	2,66	0,05
	10:00	3,08	0,07	3,34	0,06
	11:00	3,40	0,07	3,75	0,07
	12:00	5,00	0,11	5,75	0,10
	13:00	5,10	0,11	5,71	0,10

		14:00	3,58	0,08	3,99	0,07
		15:00	3,72	0,08	4,20	0,08
		16:00	2,50	0,05	2,70	0,05
		17:00	2,80	0,06	3,00	0,05
		18:00	2,50	0,05	2,70	0,05
		19:00	1,10	0,02	1,10	0,02
		20:00	0,10	0,00	0,00	0,00
		21:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		22:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		23:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Summa		38,70	0,85	42,10	0,77
2017-07-27		00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		01:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		02:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		03:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		04:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		05:00	0,10	0,00	0,00	0,00
		06:00	0,40	0,01	0,50	0,01
		07:00	1,10	0,02	1,00	0,02
		08:00	2,10	0,05	2,14	0,04
		09:00	2,32	0,05	2,37	0,04
		10:00	2,63	0,06	2,79	0,05
		11:00	2,36	0,05	2,50	0,05
		12:00	2,30	0,05	2,30	0,04
		13:00	2,20	0,05	2,40	0,04
		14:00	2,30	0,05	2,30	0,04
		15:00	3,60	0,08	4,00	0,07
		16:00	3,20	0,07	3,60	0,07
		17:00	0,20	0,00	0,10	0,00
		18:00	0,40	0,01	0,40	0,01
		19:00	0,60	0,01	0,60	0,01
		20:00	0,10	0,00	0,00	0,00
		21:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		22:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		23:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Summa		25,91	0,57	27,00	0,49
2017-07-28		00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		01:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		02:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		03:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		04:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		05:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		06:00	0,40	0,01	0,40	0,01
		07:00	1,49	0,03	1,40	0,03
		08:00	2,41	0,05	2,50	0,05
		09:00	3,40	0,07	3,70	0,07
		10:00	3,90	0,09	4,30	0,08
		11:00	2,70	0,06	2,97	0,05
		12:00	5,00	0,11	5,59	0,10
		13:00	5,50	0,12	6,15	0,11
		14:00	3,20	0,07	3,50	0,06
		15:00	2,70	0,06	2,90	0,05
		16:00	2,00	0,04	2,00	0,04
		17:00	2,00	0,04	2,20	0,04
		18:00	1,60	0,04	1,60	0,03
		19:00	1,00	0,02	1,00	0,02
		20:00	0,10	0,00	0,10	0,00

		21:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		22:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		23:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Summa	37,40	0,82	40,31	0,73
2017-07-29		00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		01:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		02:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		03:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		04:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		05:00	0,10	0,00	0,00	0,00
		06:00	0,50	0,01	0,50	0,01
		07:00	1,50	0,03	1,50	0,03
		08:00	2,97	0,07	3,15	0,06
		09:00	2,40	0,05	2,51	0,05
		10:00	2,62	0,06	2,85	0,05
		11:00	1,40	0,03	1,40	0,03
		12:00	1,80	0,04	1,70	0,03
		13:00	1,00	0,02	1,00	0,02
		14:00	1,20	0,03	1,10	0,02
		15:00	0,90	0,02	0,80	0,01
		16:00	0,40	0,01	0,30	0,01
		17:00	0,60	0,01	0,50	0,01
		18:00	0,60	0,01	0,50	0,01
		19:00	0,30	0,01	0,20	0,00
		20:00	0,10	0,00	0,00	0,00
		21:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		22:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		23:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Summa	18,39	0,40	18,01	0,33
2017-07-30		00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		01:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		02:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		03:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		04:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		05:00	0,10	0,00	0,10	0,00
		06:00	0,20	0,00	0,20	0,00
		07:00	0,20	0,00	0,10	0,00
		08:00	0,70	0,02	0,70	0,01
		09:00	1,80	0,04	1,85	0,03
		10:00	3,00	0,07	3,16	0,06
		11:00	2,20	0,05	2,40	0,04
		12:00	2,60	0,06	2,70	0,05
		13:00	1,30	0,03	1,30	0,02
		14:00	1,97	0,04	2,00	0,04
		15:00	0,03	0,00	0,00	0,00
		16:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		17:00	0,20	0,00	0,20	0,00
		18:00	1,40	0,03	1,30	0,02
		19:00	1,00	0,02	1,00	0,02
		20:00	0,10	0,00	0,10	0,00
		21:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		22:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		23:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Summa	16,80	0,37	17,11	0,31
2017-07-31		00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		01:00	0,00	0,00	0,00	0,00

	02:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	03:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	04:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	05:00	0,10	0,00	0,00	0,00
	06:00	0,45	0,01	0,50	0,01
	07:00	1,55	0,03	1,50	0,03
	08:00	2,10	0,05	2,27	0,04
	09:00	3,10	0,07	3,23	0,06
	10:00	3,70	0,08	4,14	0,08
	11:00	5,40	0,12	6,16	0,11
	12:00	3,80	0,08	4,17	0,08
	13:00	3,31	0,07	3,54	0,06
	14:00	3,21	0,07	3,50	0,06
	15:00	4,09	0,09	4,60	0,08
	16:00	4,40	0,10	4,90	0,09
	17:00	1,60	0,04	1,67	0,03
	18:00	2,20	0,05	2,33	0,04
	19:00	0,40	0,01	0,30	0,01
	20:00	0,10	0,00	0,00	0,00
	21:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	22:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	23:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Summa	39,51	0,87	42,81	0,78
2017-08-01	00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	01:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	02:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	03:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	04:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	05:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	06:00	0,10	0,00	0,10	0,00
	07:00	0,40	0,01	0,31	0,01
	08:00	1,20	0,03	1,19	0,02
	09:00	1,70	0,04	1,70	0,03
	10:00	3,40	0,07	3,70	0,07
	11:00	4,40	0,10	4,92	0,09
	12:00	5,34	0,12	6,18	0,11
	13:00	4,96	0,11	5,70	0,10
	14:00	4,50	0,10	5,20	0,09
	15:00	3,15	0,07	3,46	0,06
	16:00	2,75	0,06	2,97	0,05
	17:00	1,37	0,03	1,38	0,03
	18:00	0,33	0,01	0,20	0,00
	19:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	20:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	21:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	22:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	23:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Summa	33,60	0,74	37,01	0,67
2017-08-02	00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	01:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	02:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	03:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	04:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	05:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	06:00	0,50	0,01	0,40	0,01
	07:00	1,00	0,02	1,00	0,02
	08:00	1,40	0,03	1,30	0,02

	09:00	3,10	0,07	3,40	0,06
	10:00	3,50	0,08	3,80	0,07
	11:00	4,50	0,10	5,00	0,09
	12:00	5,10	0,11	5,81	0,11
	13:00	5,00	0,11	5,69	0,10
	14:00	4,90	0,11	5,42	0,10
	15:00	2,80	0,06	3,03	0,06
	16:00	1,90	0,04	1,95	0,04
	17:00	2,50	0,05	2,80	0,05
	18:00	1,30	0,03	1,30	0,02
	19:00	0,60	0,01	0,50	0,01
	20:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	21:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	22:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	23:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Summa	38,10	0,84	41,40	0,75
2017-08-03	00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	01:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	02:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	03:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	04:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	05:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	06:00	0,40	0,01	0,40	0,01
	07:00	1,60	0,04	1,50	0,03
	08:00	2,60	0,06	2,80	0,05
	09:00	1,50	0,03	1,50	0,03
	10:00	1,30	0,03	1,20	0,02
	11:00	0,90	0,02	0,80	0,01
	12:00	0,90	0,02	0,90	0,02
	13:00	1,00	0,02	1,00	0,02
	14:00	0,80	0,02	0,70	0,01
	15:00	0,60	0,01	0,60	0,01
	16:00	0,50	0,01	0,40	0,01
	17:00	0,20	0,00	0,20	0,00
	18:00	0,40	0,01	0,20	0,00
	19:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	20:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	21:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	22:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	23:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Summa	12,70	0,28	12,20	0,22
2017-08-04	00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	01:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	02:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	03:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	04:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	05:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	06:00	0,30	0,01	0,20	0,00
	07:00	0,70	0,02	0,80	0,01
	08:00	1,00	0,02	0,90	0,02
	09:00	1,60	0,04	1,60	0,03
	10:00	2,80	0,06	3,00	0,05
	11:00	2,74	0,06	2,90	0,05
	12:00	2,56	0,06	2,60	0,05
	13:00	2,92	0,06	3,18	0,06
	14:00	2,78	0,06	2,92	0,05
	15:00	0,60	0,01	0,60	0,01

2017-08-05	16:00	1,30	0,03	1,30	0,02
	17:00	0,70	0,02	0,60	0,01
	18:00	0,10	0,00	0,10	0,00
	19:00	0,70	0,02	0,60	0,01
	20:00	0,10	0,00	0,00	0,00
	21:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	22:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	23:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Summa	20,90	0,46	21,30	0,39
	00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	01:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	02:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	03:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	04:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	05:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	06:00	0,10	0,00	0,20	0,00
	07:00	0,40	0,01	0,30	0,01
	08:00	0,90	0,02	0,80	0,01
	09:00	1,20	0,03	1,10	0,02
	10:00	1,30	0,03	1,30	0,02
	11:00	2,50	0,05	2,60	0,05
	12:00	3,50	0,08	3,80	0,07
	13:00	3,40	0,07	3,54	0,06
	14:00	4,00	0,09	4,42	0,08
15:00	2,62	0,06	2,84	0,05	
16:00	2,79	0,06	2,90	0,05	
17:00	2,60	0,06	2,80	0,05	
18:00	0,80	0,02	0,80	0,01	
19:00	0,70	0,02	0,70	0,01	
20:00	0,10	0,00	0,00	0,00	
21:00	0,00	0,00	0,00	0,00	
22:00	0,00	0,00	0,00	0,00	
23:00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Summa	26,91	0,59	28,10	0,51	
2017-08-06	00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	01:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	02:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	03:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	04:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	05:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	06:00	0,30	0,01	0,30	0,01
	07:00	1,49	0,03	1,40	0,03
	08:00	2,31	0,05	2,43	0,04
	09:00	3,00	0,07	3,30	0,06
	10:00	3,30	0,07	3,68	0,07
	11:00	3,60	0,08	3,85	0,07
	12:00	3,70	0,08	3,98	0,07
	13:00	4,51	0,10	5,08	0,09
	14:00	3,41	0,07	3,70	0,07
	15:00	5,09	0,11	5,70	0,10
	16:00	3,00	0,07	3,33	0,06
	17:00	2,90	0,06	3,17	0,06
	18:00	1,80	0,04	1,80	0,03
	19:00	0,90	0,02	0,90	0,02
	20:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	21:00	0,00	0,00	0,00	0,00
22:00	0,00	0,00	0,00	0,00	

		23:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Summa		39,31	0,86	42,62	0,78
2017-08-07		00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		01:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		02:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		03:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		04:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		05:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		06:00	0,30	0,01	0,30	0,01
		07:00	1,40	0,03	1,50	0,03
		08:00	2,47	0,05	2,50	0,05
		09:00	3,13	0,07	3,50	0,06
		10:00	3,33	0,07	4,71	0,09
		11:00	3,37	0,07	4,99	0,09
		12:00	3,38	0,07	4,80	0,09
		13:00	3,83	0,08	4,30	0,08
		14:00	2,11	0,05	2,20	0,04
		15:00	2,94	0,06	3,13	0,06
		16:00	3,65	0,08	4,07	0,07
		17:00	2,10	0,05	2,20	0,04
		18:00	1,30	0,03	1,26	0,02
		19:00	0,80	0,02	0,84	0,02
		20:00	0,10	0,00	0,10	0,00
		21:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		22:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		23:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Summa		34,21	0,75	40,40	0,74
2017-08-08		00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		01:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		02:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		03:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		04:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		05:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		06:00	0,50	0,01	0,40	0,01
		07:00	1,10	0,02	1,10	0,02
		08:00	2,30	0,05	2,30	0,04
		09:00	3,60	0,08	3,88	0,07
		10:00	4,59	0,10	5,12	0,09
		11:00	4,54	0,10	5,10	0,09
		12:00	4,18	0,09	4,70	0,09
		13:00	3,98	0,09	4,36	0,08
		14:00	4,52	0,10	5,04	0,09
		15:00	3,70	0,08	4,20	0,08
		16:00	2,80	0,06	3,00	0,05
		17:00	2,00	0,04	2,00	0,04
		18:00	1,20	0,03	1,20	0,02
		19:00	0,40	0,01	0,30	0,01
		20:00	0,10	0,00	0,10	0,00
		21:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		22:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		23:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Summa		39,51	0,87	42,80	0,78
2017-08-09		00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		01:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		02:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		03:00	0,00	0,00	0,00	0,00

	04:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	05:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	06:00	0,10	0,00	0,00	0,00
	07:00	0,40	0,01	0,40	0,01
	08:00	0,40	0,01	0,40	0,01
	09:00	0,60	0,01	0,40	0,01
	10:00	0,40	0,01	0,50	0,01
	11:00	1,00	0,02	0,90	0,02
	12:00	2,20	0,05	2,10	0,04
	13:00	1,90	0,04	2,00	0,04
	14:00	4,00	0,09	4,47	0,08
	15:00	4,20	0,09	4,63	0,08
	16:00	3,20	0,07	3,50	0,06
	17:00	2,35	0,05	2,50	0,05
	18:00	1,55	0,03	1,50	0,03
	19:00	0,60	0,01	0,60	0,01
	20:00	0,10	0,00	0,00	0,00
	21:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	22:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	23:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Summa	23,00	0,51	23,90	0,43
2017-08-10	00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	01:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	02:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	03:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	04:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	05:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	06:00	0,20	0,00	0,20	0,00
	07:00	1,10	0,02	1,10	0,02
	08:00	2,50	0,05	2,60	0,05
	09:00	2,50	0,05	2,58	0,05
	10:00	2,30	0,05	2,32	0,04
	11:00	1,90	0,04	1,90	0,03
	12:00	3,40	0,07	3,60	0,07
	13:00	2,38	0,05	2,50	0,05
	14:00	2,52	0,06	2,70	0,05
	15:00	3,10	0,07	3,39	0,06
	16:00	2,10	0,05	2,11	0,04
	17:00	2,20	0,05	2,80	0,05
	18:00	1,40	0,03	1,40	0,03
	19:00	0,50	0,01	0,50	0,01
	20:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	21:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	22:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	23:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Summa	28,10	0,62	29,70	0,54
2017-08-11	00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	01:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	02:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	03:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	04:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	05:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	06:00	0,40	0,01	0,40	0,01
	07:00	1,40	0,03	1,40	0,03
	08:00	2,50	0,05	2,50	0,05
	09:00	2,85	0,06	3,00	0,05
	10:00	4,35	0,10	4,80	0,09

		11:00	4,70	0,10	5,40	0,10
		12:00	4,75	0,10	5,40	0,10
		13:00	4,25	0,09	4,90	0,09
		14:00	1,70	0,04	1,60	0,03
		15:00	2,80	0,06	3,00	0,05
		16:00	1,98	0,04	2,00	0,04
		17:00	1,72	0,04	1,90	0,03
		18:00	1,05	0,02	1,00	0,02
		19:00	0,46	0,01	0,30	0,01
		20:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		21:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		22:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		23:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Summa	34,91	0,77	37,60	0,68
2017-08-12		00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		01:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		02:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		03:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		04:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		05:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		06:00	0,10	0,00	0,10	0,00
		07:00	0,23	0,01	0,10	0,00
		08:00	0,77	0,02	0,70	0,01
		09:00	1,50	0,03	1,40	0,03
		10:00	1,10	0,02	1,10	0,02
		11:00	1,20	0,03	1,20	0,02
		12:00	0,70	0,02	0,60	0,01
		13:00	0,70	0,02	0,70	0,01
		14:00	1,00	0,02	0,90	0,02
		15:00	0,80	0,02	0,70	0,01
		16:00	0,70	0,02	0,70	0,01
		17:00	0,70	0,02	0,70	0,01
		18:00	1,00	0,02	1,00	0,02
		19:00	0,20	0,00	0,10	0,00
		20:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		21:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		22:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		23:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Summa	10,70	0,24	10,00	0,18
2017-08-13		00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		01:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		02:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		03:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		04:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		05:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		06:00	0,20	0,00	0,20	0,00
		07:00	1,23	0,03	1,20	0,02
		08:00	2,37	0,05	2,40	0,04
		09:00	1,70	0,04	1,70	0,03
		10:00	2,71	0,06	2,90	0,05
		11:00	4,19	0,09	4,60	0,08
		12:00	5,10	0,11	5,70	0,10
		13:00	5,26	0,12	5,94	0,11
		14:00	5,02	0,11	5,66	0,10
		15:00	4,42	0,10	5,30	0,10
		16:00	4,00	0,09	4,38	0,08
		17:00	2,80	0,06	3,02	0,05

2017-08-14	18:00	1,84	0,04	1,90	0,03
	19:00	0,67	0,01	0,60	0,01
	20:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	21:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	22:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	23:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Summa	41,51	0,91	45,50	0,83
	00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	01:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	02:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	03:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	04:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	05:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	06:00	0,20	0,00	0,20	0,00
	07:00	1,20	0,03	1,30	0,02
	08:00	2,50	0,05	2,50	0,05
	09:00	3,06	0,07	3,30	0,06
	10:00	4,24	0,09	4,70	0,09
	11:00	2,40	0,05	2,40	0,04
	12:00	3,80	0,08	4,20	0,08
	13:00	3,83	0,08	4,23	0,08
	14:00	5,37	0,12	6,07	0,11
	15:00	4,20	0,09	4,74	0,09
	16:00	3,28	0,07	3,64	0,07
17:00	2,32	0,05	2,42	0,04	
18:00	1,40	0,03	1,60	0,03	
19:00	0,40	0,01	0,30	0,01	
20:00	0,00	0,00	0,00	0,00	
21:00	0,00	0,00	0,00	0,00	
22:00	0,00	0,00	0,00	0,00	
23:00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Summa	38,20	0,84	41,60	0,76	
2017-08-15	00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	01:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	02:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	03:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	04:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	05:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	06:00	0,30	0,01	0,20	0,00
	07:00	1,10	0,02	1,10	0,02
	08:00	2,60	0,06	2,70	0,05
	09:00	3,33	0,07	3,52	0,06
	10:00	3,87	0,09	4,33	0,08
	11:00	3,30	0,07	3,55	0,06
	12:00	4,53	0,10	5,11	0,09
	13:00	4,81	0,11	5,49	0,10
	14:00	4,57	0,10	5,17	0,09
	15:00	4,98	0,11	5,69	0,10
	16:00	3,32	0,07	3,63	0,07
	17:00	2,50	0,05	2,70	0,05
	18:00	1,40	0,03	1,50	0,03
	19:00	0,40	0,01	0,30	0,01
	20:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	21:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	22:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	23:00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summa	41,01	0,90	44,99	0,82	

2017-08-16	00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	01:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	02:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	03:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	04:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	05:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	06:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	07:00	0,40	0,01	0,40	0,01
	08:00	1,40	0,03	1,41	0,03
	09:00	1,94	0,04	1,89	0,03
	10:00	1,66	0,04	1,70	0,03
	11:00	2,30	0,05	2,30	0,04
	12:00	2,60	0,06	2,71	0,05
	13:00	2,80	0,06	2,99	0,05
	14:00	3,90	0,09	4,40	0,08
	15:00	2,80	0,06	3,00	0,05
	16:00	3,00	0,07	3,09	0,06
	17:00	2,20	0,05	2,31	0,04
	18:00	1,70	0,04	1,80	0,03
	19:00	0,50	0,01	0,40	0,01
	20:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	21:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	22:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	23:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Summa	27,20	0,60	28,40	0,52
2017-08-17	00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	01:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	02:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	03:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	04:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	05:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	06:00	0,20	0,00	0,20	0,00
	07:00	1,20	0,03	1,26	0,02
	08:00	2,40	0,05	2,44	0,04
	09:00	3,58	0,08	3,90	0,07
	10:00	4,34	0,10	4,83	0,09
	11:00	4,08	0,09	4,47	0,08
	12:00	4,30	0,09	4,82	0,09
	13:00	4,91	0,11	5,71	0,10
	14:00	4,77	0,10	5,37	0,10
	15:00	2,75	0,06	2,90	0,05
	16:00	2,37	0,05	2,50	0,05
	17:00	2,30	0,05	2,46	0,04
	18:00	1,10	0,02	1,05	0,02
	19:00	0,20	0,00	0,10	0,00
	20:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	21:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	22:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	23:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Summa	38,50	0,85	42,01	0,76
2017-08-18	00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	01:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	02:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	03:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	04:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	05:00	0,00	0,00	0,00	0,00

	06:00	0,00	0,00	0,10	0,00
	07:00	0,22	0,00	0,50	0,01
	08:00	1,28	0,03	1,60	0,03
	09:00	1,60	0,04	2,60	0,05
	10:00	1,80	0,04	3,48	0,06
	11:00	1,76	0,04	1,52	0,03
	12:00	3,04	0,07	5,00	0,09
	13:00	2,90	0,06	3,70	0,07
	14:00	2,90	0,06	4,00	0,07
	15:00	3,10	0,07	3,60	0,07
	16:00	2,10	0,05	2,70	0,05
	17:00	1,30	0,03	0,50	0,01
	18:00	0,50	0,01	0,60	0,01
	19:00	0,10	0,00	0,00	0,00
	20:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	21:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	22:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	23:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Summa	22,60	0,50	29,90	0,54
2017-08-19	00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	01:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	02:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	03:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	04:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	05:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	06:00	0,10	0,00	0,00	0,00
	07:00	0,60	0,01	0,20	0,00
	08:00	1,60	0,04	1,20	0,02
	09:00	2,53	0,06	1,60	0,03
	10:00	3,17	0,07	1,80	0,03
	11:00	1,50	0,03	1,70	0,03
	12:00	4,50	0,10	3,22	0,06
	13:00	3,30	0,07	3,11	0,06
	14:00	3,60	0,08	3,07	0,06
	15:00	3,30	0,07	3,30	0,06
	16:00	2,50	0,05	2,20	0,04
	17:00	0,50	0,01	1,30	0,02
	18:00	0,70	0,02	0,50	0,01
	19:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	20:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	21:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	22:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	23:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Summa	27,90	0,61	23,20	0,42
2017-08-20	00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	01:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	02:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	03:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	04:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	05:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	06:00	0,17	0,00	0,10	0,00
	07:00	0,83	0,02	0,80	0,01
	08:00	1,90	0,04	1,80	0,03
	09:00	2,10	0,05	2,20	0,04
	10:00	2,95	0,06	3,20	0,06
	11:00	3,18	0,07	3,50	0,06
	12:00	4,06	0,09	4,50	0,08

	13:00	1,90	0,04	1,90	0,03
	14:00	4,30	0,09	4,70	0,09
	15:00	1,63	0,04	1,70	0,03
	16:00	2,48	0,05	2,70	0,05
	17:00	0,99	0,02	0,87	0,02
	18:00	0,41	0,01	0,43	0,01
	19:00	0,20	0,00	0,00	0,00
	20:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	21:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	22:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	23:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Summa	27,10	0,60	28,40	0,52
2017-08-21	00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	01:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	02:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	03:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	04:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	05:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	06:00	0,00	0,00	0,10	0,00
	07:00	0,70	0,02	0,70	0,01
	08:00	1,60	0,04	1,50	0,03
	09:00	1,60	0,04	1,60	0,03
	10:00	3,80	0,08	4,15	0,08
	11:00	4,02	0,09	4,56	0,08
	12:00	5,28	0,12	5,99	0,11
	13:00	5,28	0,12	6,10	0,11
	14:00	3,97	0,09	4,42	0,08
	15:00	3,26	0,07	3,58	0,07
	16:00	1,60	0,04	1,70	0,03
	17:00	1,20	0,03	1,20	0,02
	18:00	1,00	0,02	0,90	0,02
	19:00	0,20	0,00	0,20	0,00
	20:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	21:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	22:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	23:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Summa	33,51	0,74	36,70	0,67
2017-08-22	00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	01:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	02:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	03:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	04:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	05:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	06:00	0,10	0,00	0,00	0,00
	07:00	0,30	0,01	0,23	0,00
	08:00	1,01	0,02	1,07	0,02
	09:00	2,09	0,05	2,10	0,04
	10:00	3,80	0,08	4,07	0,07
	11:00	4,80	0,11	5,53	0,10
	12:00	4,10	0,09	4,48	0,08
	13:00	3,90	0,09	4,42	0,08
	14:00	3,82	0,08	4,09	0,07
	15:00	3,68	0,08	4,11	0,07
	16:00	2,90	0,06	3,10	0,06
	17:00	1,50	0,03	1,50	0,03
	18:00	0,70	0,02	0,60	0,01
	19:00	0,30	0,01	0,40	0,01

		20:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		21:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		22:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		23:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Summa	33,00	0,73	35,70	0,65
2017-08-23		00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		01:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		02:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		03:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		04:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		05:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		06:00	0,20	0,00	0,10	0,00
		07:00	1,06	0,02	1,10	0,02
		08:00	2,04	0,04	2,06	0,04
		09:00	3,40	0,07	3,64	0,07
		10:00	4,30	0,09	4,70	0,09
		11:00	4,95	0,11	5,54	0,10
		12:00	5,18	0,11	5,96	0,11
		13:00	3,38	0,07	3,60	0,07
		14:00	4,80	0,11	5,50	0,10
		15:00	4,90	0,11	5,52	0,10
		16:00	3,80	0,08	4,28	0,08
		17:00	1,80	0,04	1,90	0,03
		18:00	1,40	0,03	1,40	0,03
		19:00	0,30	0,01	0,20	0,00
		20:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		21:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		22:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		23:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Summa	41,51	0,91	45,50	0,83
2017-08-24		00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		01:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		02:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		03:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		04:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		05:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		06:00	0,20	0,00	0,11	0,00
		07:00	0,99	0,02	0,99	0,02
		08:00	2,03	0,04	2,10	0,04
		09:00	3,08	0,07	3,20	0,06
		10:00	3,80	0,08	4,17	0,08
		11:00	4,56	0,10	5,13	0,09
		12:00	4,14	0,09	4,60	0,08
		13:00	2,60	0,06	2,70	0,05
		14:00	3,20	0,07	3,44	0,06
		15:00	3,10	0,07	3,37	0,06
		16:00	2,10	0,05	2,25	0,04
		17:00	0,75	0,02	0,66	0,01
		18:00	0,35	0,01	0,20	0,00
		19:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		20:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		21:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		22:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		23:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Summa	30,90	0,68	32,92	0,60
2017-08-25		00:00	0,00	0,00	0,00	0,00

		01:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		02:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		03:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		04:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		05:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		06:00	0,20	0,00	0,20	0,00
		07:00	0,40	0,01	0,30	0,01
		08:00	0,80	0,02	0,80	0,01
		09:00	1,30	0,03	1,20	0,02
		10:00	1,00	0,02	0,92	0,02
		11:00	0,80	0,02	0,78	0,01
		12:00	0,90	0,02	0,90	0,02
		13:00	1,50	0,03	1,40	0,03
		14:00	1,00	0,02	0,91	0,02
		15:00	1,00	0,02	0,89	0,02
		16:00	1,00	0,02	1,03	0,02
		17:00	1,34	0,03	1,27	0,02
		18:00	0,67	0,01	0,60	0,01
		19:00	0,10	0,00	0,00	0,00
		20:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		21:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		22:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		23:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Summa	12,01	0,26	11,20	0,20
	2017-08-26	00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		01:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		02:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		03:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		04:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		05:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		06:00	0,10	0,00	0,20	0,00
		07:00	0,30	0,01	0,10	0,00
		08:00	0,40	0,01	0,40	0,01
		09:00	0,90	0,02	0,90	0,02
		10:00	1,60	0,04	1,57	0,03
		11:00	1,90	0,04	1,83	0,03
		12:00	1,90	0,04	2,00	0,04
		13:00	2,00	0,04	2,10	0,04
		14:00	1,50	0,03	1,40	0,03
		15:00	1,80	0,04	1,90	0,03
		16:00	1,50	0,03	1,50	0,03
		17:00	0,90	0,02	0,90	0,02
		18:00	0,40	0,01	0,30	0,01
		19:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		20:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		21:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		22:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		23:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Summa	15,20	0,33	15,10	0,27
	2017-08-27	00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		01:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		02:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		03:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		04:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		05:00	0,00	0,00	0,00	0,00
		06:00	0,10	0,00	0,00	0,00
		07:00	1,10	0,02	1,20	0,02

	08:00	2,10	0,05	2,10	0,04
	09:00	1,60	0,04	1,60	0,03
	10:00	1,90	0,04	1,90	0,03
	11:00	2,40	0,05	2,60	0,05
	12:00	1,80	0,04	1,89	0,03
	13:00	4,43	0,10	5,01	0,09
	14:00	1,27	0,03	1,20	0,02
	15:00	1,30	0,03	1,30	0,02
	16:00	1,40	0,03	1,40	0,03
	17:00	2,30	0,05	2,50	0,05
	18:00	0,80	0,02	0,80	0,01
	19:00	0,20	0,00	0,20	0,00
	20:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	21:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	22:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	23:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Summa	22,70	0,50	23,70	0,43
2017-08-28	00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	01:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	02:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	03:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	04:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	05:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	06:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	07:00	1,00	0,02	0,90	0,02
	08:00	1,70	0,04	1,70	0,03
	09:00	3,15	0,07	3,30	0,06
	10:00	4,09	0,09	4,53	0,08
	11:00	3,87	0,09	4,27	0,08
	12:00	3,60	0,08	3,94	0,07
	13:00	3,41	0,07	3,66	0,07
	14:00	3,29	0,07	3,59	0,07
	15:00	4,10	0,09	4,60	0,08
	16:00	2,90	0,06	3,10	0,06
	17:00	1,20	0,03	1,20	0,02
	18:00	0,50	0,01	0,50	0,01
	19:00	0,10	0,00	0,00	0,00
	20:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	21:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	22:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	23:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Summa	32,91	0,72	35,29	0,64
2017-08-29	00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	01:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	02:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	03:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	04:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	05:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	06:00	0,10	0,00	0,00	0,00
	07:00	0,50	0,01	0,50	0,01
	08:00	1,70	0,04	1,64	0,03
	09:00	2,60	0,06	2,76	0,05
	10:00	3,30	0,07	3,50	0,06
	11:00	4,20	0,09	4,70	0,09
	12:00	4,26	0,09	4,74	0,09
	13:00	5,10	0,11	5,81	0,11
	14:00	3,52	0,08	3,85	0,07

	15:00	3,43	0,08	3,80	0,07
	16:00	2,87	0,06	3,10	0,06
	17:00	2,02	0,04	2,10	0,04
	18:00	0,90	0,02	0,80	0,01
	19:00	0,20	0,00	0,10	0,00
	20:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	21:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	22:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	23:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Summa	34,70	0,76	37,40	0,68
2017-08-30	00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	01:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	02:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	03:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	04:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	05:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	06:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	07:00	0,10	0,00	0,10	0,00
	08:00	0,90	0,02	0,90	0,02
	09:00	1,00	0,02	0,96	0,02
	10:00	1,40	0,03	1,34	0,02
	11:00	1,10	0,02	1,16	0,02
	12:00	2,20	0,05	2,25	0,04
	13:00	0,67	0,01	0,60	0,01
	14:00	1,03	0,02	1,00	0,02
	15:00	0,20	0,00	0,20	0,00
	16:00	0,40	0,01	0,30	0,01
	17:00	0,40	0,01	0,20	0,00
	18:00	0,10	0,00	0,00	0,00
	19:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	20:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	21:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	22:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	23:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Summa	9,50	0,21	9,01	0,16
2017-08-31	00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	01:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	02:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	03:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	04:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	05:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	06:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	07:00	0,20	0,00	0,20	0,00
	08:00	0,40	0,01	0,40	0,01
	09:00	0,80	0,02	0,70	0,01
	10:00	0,50	0,01	0,50	0,01
	11:00	0,90	0,02	0,80	0,01
	12:00	1,20	0,03	1,10	0,02
	13:00	0,60	0,01	0,60	0,01
	14:00	0,40	0,01	0,30	0,01
	15:00	0,40	0,01	0,40	0,01
	16:00	0,40	0,01	0,30	0,01
	17:00	0,40	0,01	0,30	0,01
	18:00	0,50	0,01	0,50	0,01
	19:00	0,20	0,00	0,10	0,00
	20:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	21:00	0,00	0,00	0,00	0,00

	22:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	23:00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Summa	6,90	0,15	6,20	0,11

Bilaga 2: PLM-310P-72 Series. Polycrystalline Silicon Solar Module

PERLIGHTSOLAR



PERLIGHT
Powering Possibilities



PLM-310P-72 SERIES
Polycrystalline Silicon Solar Module

PERLIGHT SOLAR

Founded in 2006, Perlight is a Global Solar Energy provider with a presence in more than 80 countries around the world. More than 1.5GW of Perlight modules have been used in residential, commercial and off-grid systems around the world. Perlight's success has been built on proven product performance and reliability, state of the art technology and long term partnerships with key customers.

17.4% -19.2% CELL EFFICIENCY	 Performance High output and efficiency even under low light conditions
12 YEARS PRODUCT WARRANTY	 Versatility Salt mist corrosion tested, perfect for harsh climatic conditions
0 -3% POWER TOLERANCE	 Reliability Durable and reliable solar panels due to stringent quality control measures, testing and strict selection of raw materials and components. PID free (TUV certified)
POWER WARRANTY <ul style="list-style-type: none"> 80% Power Output Warranty 90% Power Output Warranty Material & Workmanship Warranty	 Design and Innovation Perlight is committed to innovation and constantly working to provide the next breakthrough in solar technology: the new All Black panel is an example of this commitment.

POLYCRYSTALLINE, 72-CELL SERIES

ELECTRICAL PERFORMANCE

Module type	PLM-310P-72								
Power output	P_{max}	W	300	305	310	315	320	325	330
Power output tolerances	ΔP_{max}	%	0 - 3						
Voltage at Pmax	V_{mp}	V	36.41	36.71	37	37.28	37.56	37.8	38.07
Current at Pmax	I_{mp}	A	8.24	8.31	8.38	8.45	8.52	8.6	8.67
Open-circuit voltage	V_{oc}	V	45.2	45.35	45.45	45.6	45.82	46.08	46.41
Short-circuit current	I_{sc}	A	8.73	8.79	8.85	8.91	9.03	9.08	9.13
Solar Module Efficiency	η_{eff}	%	15.46	15.72	15.98	16.23	16.49	16.75	17.01

STC: 1000W/m² irradiance, 25°C cell temperature, AM 1.5g spectrum according to EN 60904-3.

THERMAL CHARACTERISTICS

Nominal operating cell temperature	NOCT	°C	45±2
Temperature coefficient of Pmax	α	%/°C	-0.40
Temperature coefficient of Voc	β_{voc}	%/°C	-0.30
Temperature coefficient of Isc	α_{isc}	%/°C	0.06
Temperature coefficient of Vmp	β_{vmp}	%/°C	-0.35

OPERATING CONDITIONS

Max. system voltage	1000Vdc
Limiting reverse current	15A
Operating temperature range	-40°C to 85°C
Max. static load front (e.g., snow)	5400Pa
Max. static load back (e.g., wind)	2400Pa
Max. hailstone impact (diameter / velocity)	25mm / 23m/s

MECHANICAL CHARACTERISTICS

Front cover (material / thickness)	low-iron tempered glass / 3.2mm
Backsheet (color)	white
Cell (quantity / material / dimensions)	72 / polycrystalline silicon / 156 x 156mm
Frame (material / color)	anodized aluminum alloy / silver
Junction box (protection degree)	≥IP67
Cables & Plug connectors	900mm / 4mm ² & MC4 compatible / IP67
Module Dimensions (L / W / H)	1956mm x 992mm x 40mm
Module Weight	21.6kg

PACKING DETAILS

Container	20'GP	40'HQ
Pieces per pallet	52	58
Pallets per container	5	11
Pieces per container	260	638



PERLIGHT
Powering Possibilities

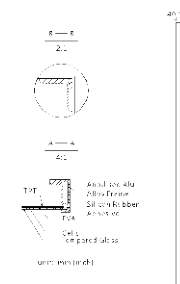
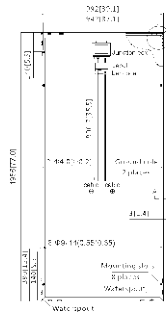
Perlight Partners

QUALIFICATIONS & CERTIFICATIONS

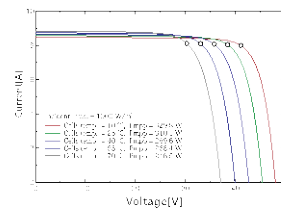
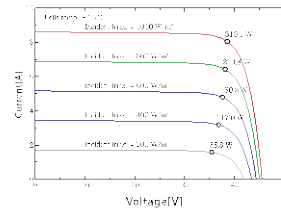
IEC 61215, IEC 61730, CE, IEC 62801 (FD Free), UL 1705, PV CYCLE, IEC/EN 61701, IEC 62716



Module Diagram:



Electrical Curves:



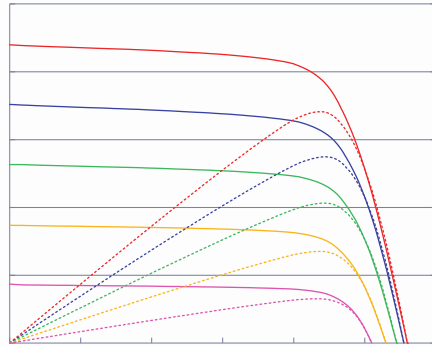
Manufacturer Base: Perlight Solar Co., Ltd. +86-576-86477290 enquiry@perlight.com www.perlight.com 2016, All rights reserved

Bilaga 3: Product Data Sheet SF170-S



+10% / -5%
*2 Nominal Operating Cell Temperature Conditions: Module operating temperature at 800 W/m² irradiance, air temperature 20 °C, wind speed 1 m/s and open circuit condition.

Typical I-V Characteristics at STC



Thermal Characteristics

NOCT	47 °C
Temperature coefficient of Isc	+0.01 %/K
Temperature coefficient of Voc	-0.30 %/K
Temperature coefficient of Pmax	-0.31 %/K

These thermal characteristics are typical data.

Characteristics by Temperature
Model: SF170-S
Condition: AM 1.5 / 1,000 W/m²

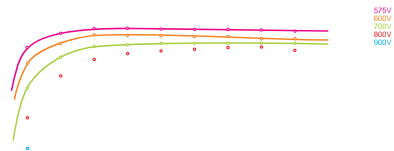




odule. Accordingly, 2,400 Pa (50.1 lbs /ft²) is loaded to test the 1,600 Pa (33.4 lbs /ft²) UL design load.

Bilaga 4: Växerriktare i modell Growatt 8000UE

Growatt 7000UE/8000UE/9000UE



Datasheet

	Growatt 7000UE	Growatt 8000UE	Growatt 9000UE
Input Data			
Max. DC power	7300W	8350W	9500W
Max DC voltage	1000V	1000V	1000V
Start Voltage	350V	350V	350V
PV voltage range	180V - 1000V	180V - 1000V	180V - 1000V
MPP voltage range / DC nominal voltage	300V - 1000V / 600V	300V - 1000V / 600V	300V - 1000V / 600V
Max. input current	15A / 15A	15A / 15A	15A / 15A
Max. input current per string	15A	15A	15A
Number of independent MPP trackers/strings per MPP tracker	2/2	2/2	2/2
Output (AC)			
Rated AC output power	7KW	8KW	9KW
Max. AC power	7.0KVA	8.0KVA	9.0KVA
Max. output current	11.7A	13.3A	15A
AC voltage range; range	3/N/PE, 230V/400V 184 - 275V	3/N/PE, 230V/400V 184 - 275V	3/N/PE, 230V/400V 184 - 275V
AC grid frequency ; range	50/60Hz; 44-55Hz/54-65Hz	50/60Hz; 44-55Hz/54-65Hz	50/60Hz; 44-55Hz/54-65Hz
Adjustable displacement power factor	0.8 leading -0.8laging	0.8 leading -0.8laging	0.8 leading -0.8laging
THDI	<3%	<3%	<3%
AC connection	Three phase	Three phase	Three phase
Efficiency			
Max. efficiency	98%	98%	98%
Euro - eta	97.5%	97.5%	97.5%
MPPT efficiency	99.5%	99.5%	99.5%
Protection Devices			
DC reverse polarity protection	yes	yes	yes
DC switch for each MPPT	yes	yes	yes
Output AC overcurrent protection	yes	yes	yes
Output AC overvoltage Protection - Varistor	yes	yes	yes
Ground fault monitoring	yes	yes	yes
Grid monitoring	yes	yes	yes
Integrated all-pole sensitive leakage current monitoring unit	yes	yes	yes
General Data			
Dimensions (W / H / D) in mm	740/440/235	740/440/235	740/520/235
Weight	41kg/90.4lb	41kg/90.4lb	41kg/90.4lb
Operating temperature range	-25 °C ... +60 °C	-25 °C ... +60 °C	-25 °C ... +60 °C
Noise emission (typical)	≤ 55 dB(A)	≤ 55 dB(A)	≤ 55 dB(A)
Altitude	< 0.5W	< 0.5W	< 0.5W
Self-consumption night	Transformerless	Transformerless	Transformerless
Topology	Smart cooling	Smart cooling	Smart cooling
Cooling concept	IP 65	IP 65	IP 65
Environmental Protection Rating	0-95%	0-95%	0-95%
Relative Humidity			
Features			
DC connection	H4/MC4(opt)	H4/MC4(opt)	H4/MC4(opt)
AC connection	Screw terminal	Screw terminal	Screw terminal
Display	LCD	LCD	LCD
Interfaces: RS232/R485/Bluetooth/R/Wi-Fi	yes / yes / opt / opt / opt	yes / yes / opt / opt / opt	yes / yes / opt / opt / opt
Warranty: 5 years / 10 years	yes / opt	yes / opt	yes / opt
Certificates and Approvals			

VDE-AR-N4105, CEI 0-21, CE, VDE 0126-1-1, IEC 62109, RD 1663/2000, G59/2, EN50438, AS4777, AS/NZS 3100

Professionell rapport

The resource of this report item is not reachable.

minell frekvens	Hz	50
Inmatning		ja
Begränsning för inmatad aktiv effekt		nej

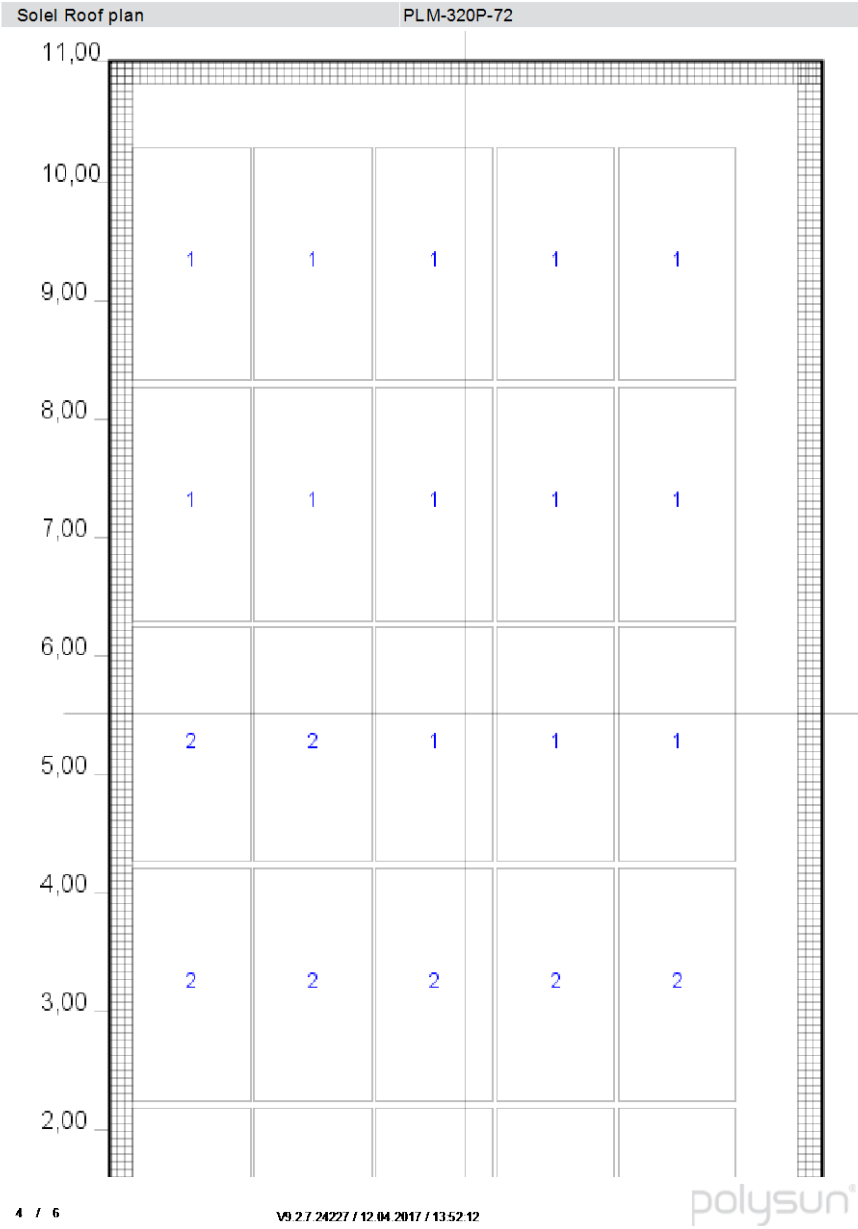
Professionell rapport

The resource of this report item is not reachable.

ster beroende på derating [Qder]

kWh

0

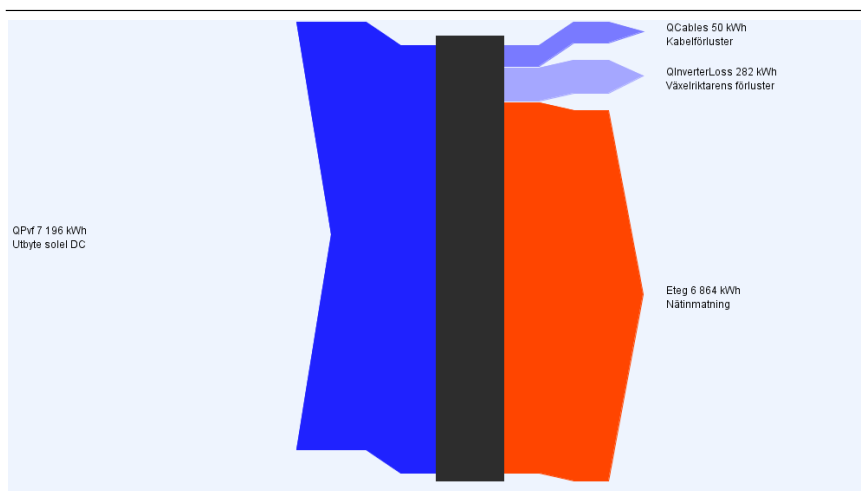


Professionell rapport

The resource of this report item is
not reachable.

Professionell rapport

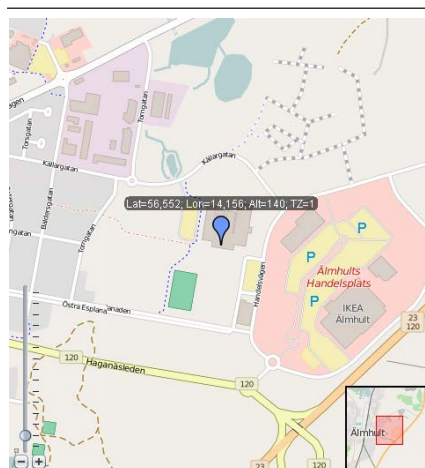
The resource of this report item is not reachable.



Bilaga 6: Helthetrapport för simulerad energiproduktion för tunnfilmsmoduler

Professionell rapport

The resource of this report item is not reachable.



Professionell rapport

The resource of this report item is not reachable.

minell frekvens	Hz	50
Inmatning		ja
Begränsning för inmatad aktiv effekt		nej

Professionell rapport

The resource of this report item is not reachable.

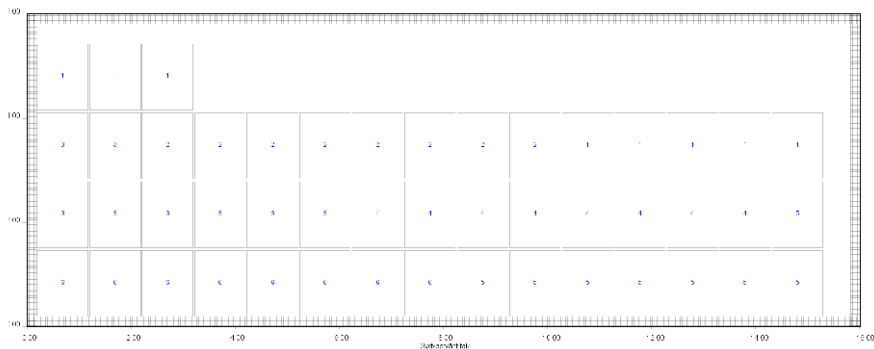
erating [Qder]	kWh	0
----------------	-----	---

Professionell rapport

The resource of this report item is not reachable.

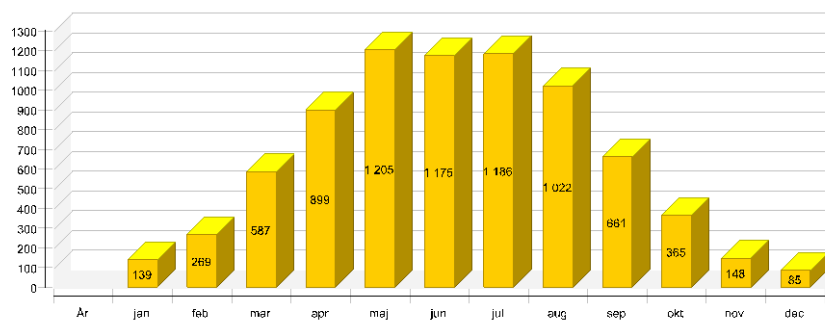
Solel Roof plan

SF170-S



Utbyte solel AC [Qinv]

kWh



År	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	
Utbyte solel DC [Qpv]													
kWh	8096	154	288	615	934	1249	1220	1230	1061	692	389	165	99
Strålning på modulplanet [Esol PV]													
kWh	60353	1015	1978	4375	6916	9470	9304	9490	8156	5166	2764	1092	628
Utbyte solel AC [Qinv]													
kWh	7742	139	269	587	899	1205	1175	1186	1022	661	365	148	85

4 / 5

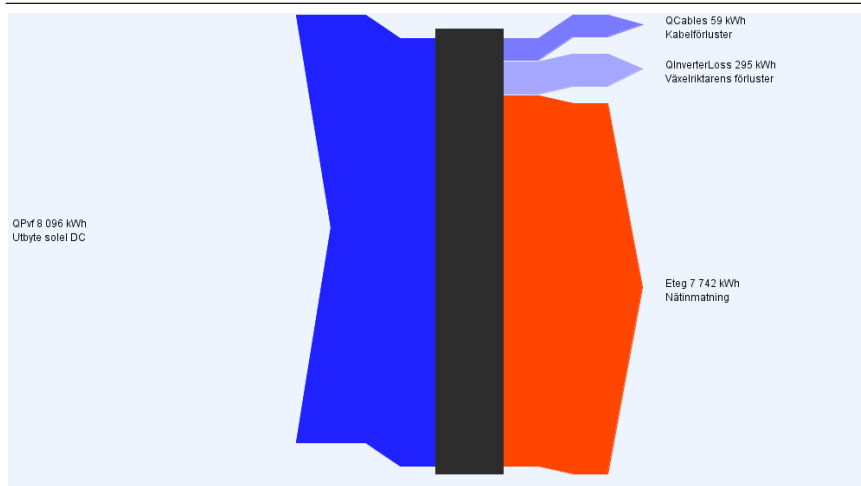
V9.2.1.24221 / 12.04.2017 / 13:58:23

polysun®

Vela Solaris AG, deras leverantörer och distributionspartners tar inget ansvar för riktigheten i uppgifterna och resultaten.

Professionell rapport

The resource of this report item is not reachable.



Linnéuniversitetet

Kalmar Växjö

Fakulteten för teknik
391 82 Kalmar | 351 95 Växjö
Tel 0772-28 80 00
teknik@lnu.se
Lnu.se/fakulteten-for-teknik