



UNIVERSITETET I AGDER

FAKULTET FOR TEKNOLOGI OG REALFAG

Analyse av Solcelle målinger på UIA

Author:

Bendik Egenes Dyrli
Einar Larsen
Håvard Solberg
Mohamed Bashir Samatar

Supervisor:

Morten Brekke
Arne Wiklund

02.05.2017

ABSTRACT

I denne rapporten er det blitt gjort en statistisk analyse av diverse produksjonsdata fra solcellepanelene som står på taket til UIA. Rapporten skal se på to forskjellige uker på året og sammenlignet disse to mot hverandre for å se på forskjeller i produksjon, temperaturer og solinnstråling. En viktig del i analysen vil være å se sammenhengen mellom disse tre faktorene og finne eventuelle ytelsesforskjeller mellom ukene og i forhold til spesifikasjonene.

I rapporten blir det sett at solinnstrålingen har størst betydning for effektproduksjonen for hver enkelt modul, samt utetemperaturen har liten innvirkning på økningen av modultemperaturene når solinnstrålingen er høy. Det blir også sett stor forskjell i effektproduksjonen av modulene sett opp imot forventet produksjon og modulenes sol flate. Analysen viser at GPV modulen produserer mest effekt tiltrås for en mindre sol flate enn de andre analyserte modulene.

Innhold

Tabelliste	3
1. Innledning.....	4
2. Problemstilling	4
3. Metode og Redegjørelse	4
4. Diskusjon og resultater	4
5. Konklusjon	8

Figurliste

Figur 1 visualisering av relevant soldata for uke 32.....	5
Figur 2 Visualisering av relevant soldata for uke 12.....	6

Tabelliste

Tabell 1 relevante spesifikasjoner for solcellepanelene	5
Tabell 2 viser statistisk data for Sommer uke 32	7
Tabell 3 viser statistisk data for vinter uke12.....	7
Tabell 4 viser differansen mellom uke 32 og uke 12	8

1. Innledning

I denne rapporten er det blitt gjort en statistisk analyse av diverse produksjonsdata fra solcellepanelene som står på taket til UIA. Gruppa har valgt å se på to forskjellige uker på året og sammenlignet disse to mot hverandre for å se på forskjeller i produksjon, temperaturer og solinnstråling. Den viktigste delen i analysen vil være å se sammenhengen mellom disse tre faktorene og finne eventuelle ytelsesforskjeller mellom ukene og i forhold til spesifikasjonene.

Gruppa har fokusert på å behandle data fra et mindre utvalg av panelene og da hentet produksjonsdata fra solcellepanelene for uke 12 i Mars og uke 32 i August fra 2015.

2. Problemstilling

I denne analysen skal vi se på ytelsesforskjellen i effektproduksjon mellom valgte moduler sett i sammenheng med solinnstråling, og utetemperatur samt modul temperatur i uke 12 og 32.

Gruppen vil i tillegg forsøke å identifisere hvilken modul som gir best effekt per kvadratmeter sol flate sett i forhold til spesifikasjonene og analysen.

3. Metode og Redegjørelse

Denne rapporten har blitt basert på solcelle data tildelt av UIA. På grunn av feilaktig dokumentering av data, tar rapporten utgangspunkt i panelene AvanCIS (CIS), Uni-Solar (a.Si) og Gallivare (GPV) som til en viss grad kunne bli identifisert ut i fra datasettene, og utdelt referansedokumentet. Vi antar også av den grunn at panelene vi har valgt til oppgaven tilsvarende tilhørende referansedokument. Det blir analysert solcelle data fra uke 12 og 32, og data analysen er kun fra tirsdag til søndag grunnet manglende data for mandag i uke 12.

Den statistiske analysen er blitt gjort ved hjelp programmeringsspråket R sammen med tilhørende utviklingsverktøy, R-studio. Ved hjelpa av disse verktøyene har gruppa behandlet produksjonsdataen til å lage nyttige tabeller og grafer med statistiske utregninger med utgangspunkt i målingene fra panelene. Det har ikke blitt tatt hensyn til hyppigheten av målingene. Dette er spesielt viktig med tanke på at tabeller og figurer er generert med data per måling.

I oppgaven er det ikke brukt noen eksterne kilder. Kun dokumenter gitt til oppgaven.

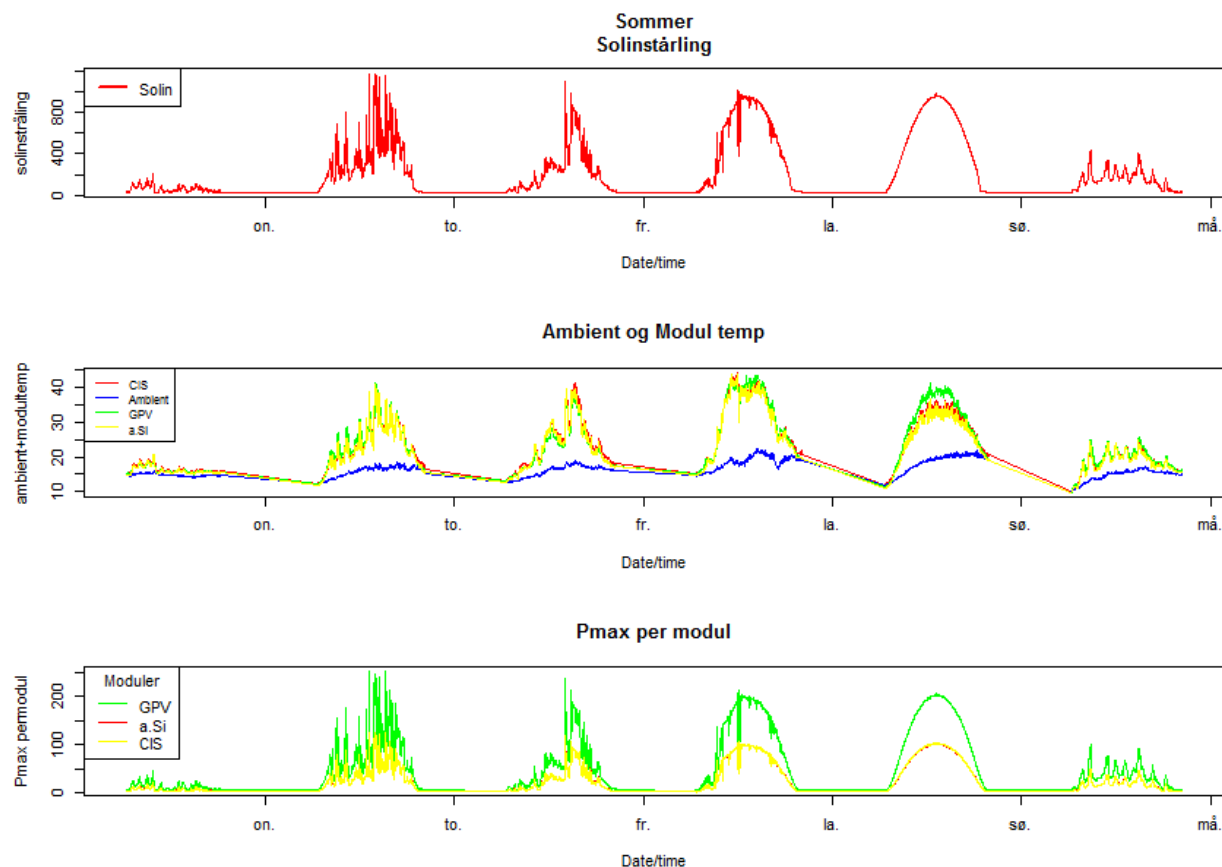
4. Diskusjon og resultater

I våre sammenligninger og drøfting baserer vi plotter og tabeller opp mot panelenes spesifikasjoner funnet i referansedokumentet. Gruppa har samlet de mest relevante punktene fra referansedokumentet for hver modul i en oversiktlig tabell, og antar her at disse spesifikasjonene stemmer overens med modulene oppgaven basere seg på. I *Tabell 1* vises effekten modulene skal produsere under ideelle forhold. Tabellen viser også sol flaten per modul og utregnet effekt per kvadratmeter sol flate.

Merke	Modul	Pmax	m ²	w per m ²
AvanCIS	CIS	110w	1,7	64,71
Gallivare GPV51	GPV	51w	0,44	115,91
Uni-Solar US64	a.Si	64w	1,01	63,37

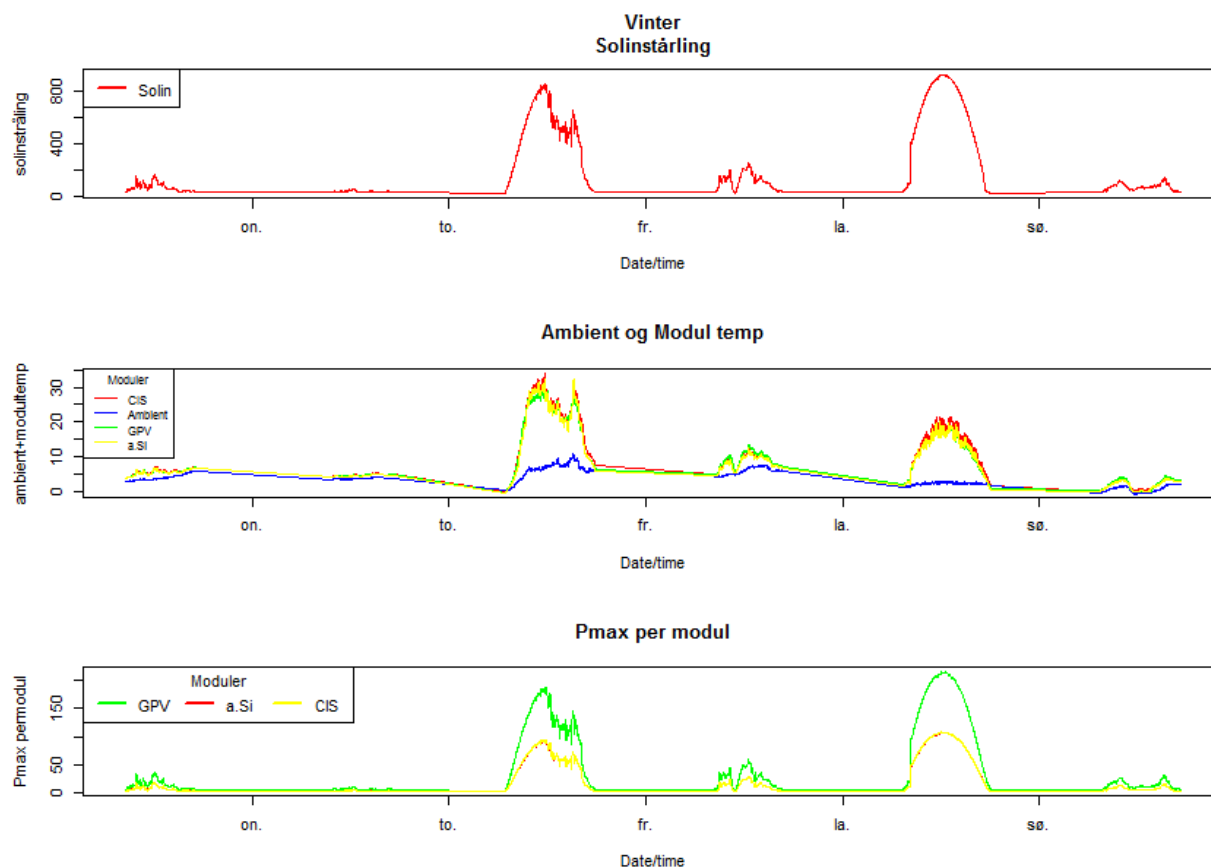
TABELL 1 RELEVANTE SPESIFIKASJONER FOR SOLCELLEPANELENE

Ut i fra datasettene har det blitt laget et sett med plot for hver av ukene. *Figur 1* viser plottene for uke 32, *figur 2* viser plottene for uke 12. Utover i rapporten vil det noen plasser bli referere til uke 32 som 'sommer uke' og uke 12 som 'vinter uke'. Hvert sett med plotter inneholder grafer for solinnstråling, utetemperatur, modultemperatur og effektproduksjon for hver modul,



FIGUR 1 VISUALISERING AV RELEVANT SOLDATA FOR UKE 32

Figur 1 viser merkbart at kurvene for de ulike plottene speiler hverandre. Man kan se at det er høy solinnstråling på dagsbasis bortsett fra Tirsdag. Dette gjenspeiles i grafene for temperatur og effektproduksjon ved at for dagene med høy solinnstråling er det høyere modultemperaturer, effektproduksjon og utetemperatur. Ut i fra dataene kan vi anta at dette er en typisk sommeruke når vi ser tydelig stor frekvens på dager med høy solinnstråling og høy utetemperatur.



FIGUR 2 VISUALISERING AV RELEVANT SOLDATA FOR UKE 12

På *figur 2* er det høy solinnstråling Torsdag og Lørdag, ellers forholdsvis lav solinnstråling resten av uken. Dette ser man at har en gjenspeilende effekt på grafen som viser ambient (utetemperatur) og modul temperatur, samt betydelig høyere effekt produksjon når solinnstrålingen er høy. Dette kan vi anta er en typisk vinteruke ettersom det er lav frekvens med dager som har høy solinnstråling og lav utetemperatur.

Når solinnstrålingen er høy er det merkbart at modulene blir betrakteligere varmere enn når solinnstrålingen er lav, der modul temperaturene er tilnærmet lik ute temperaturen. Dette tilfellet kan observeres både i *figur 1* og *figur 2*. Det kan også se ut som at utetemperatur ikke nødvendigvis har en veldig stor effekt på modultemperatur eller produsert effekt slik som solinnstråling.

Ser man på grafene over effektproduksjon i *figur 1* og *figur 2*, oppdager vi at modulen GPV har en høyere produksjon enn de to andre modulene når solinnstrålingen er høy. Den har også tilnærmet lik produksjonen som de to andre modulene når solinnstrålingen er lav.

I tillegg ser det ut som at grafene til modulene a.Si og CIS ligger nesten oppå hverandre for alle dager, og har tilnærmet helt lik produksjon til enhver tid, noe også *tabell 3* bekrefter når man ser på effekt for de ulike dagene, prosent andeler og summert effekt. Dette stemmer også overens med de forventede spesifikasjonene til modulene listet i *tabell 1*, spesielt effektproduksjon per kvadratmeter.

For hver av ukene er det også laget tabeller som viser effektproduksjonen for hver modul. I disse tabellene har vi avrundet alle tallene til nærmeste heltall. Inkludert i disse tabellene har vi også interessante statistiske utregninger slik som summeringer, gjennomsnitt, standardavvik og prosent andeler av effektproduksjonen.

Sommer: uke 32

Dager	Uni-Solar US64	AvanCIS	Gallivare GPV51	SUM	Gjennomsnitt	Standardavvik
Tirsdag	4604W	4497W	9191W	18292W	6097W	2680W
Onsdag	27885W	27861W	55780W	111526W	37175W	16112W
Torsdag	21535W	21318W	43067W	85920W	28640W	12495W
Fredag	41895W	41946W	83876W	167717W	55906W	24223W
Lørdag	47702W	48185W	95501W	191388W	63796W	27458W
Søndag	14158W	14057W	28292W	56507W	18836W	8190W
SUM	157779W	157864W	315707W	631350W	210450W	91155W
Gjennomsnitt	26297W	26311W	52618W	105225W		
Standardavvik	16399W	16591W	32848W	65837W		
Prosent andel	24,99 %	25,00 %	50,01 %	100,00 %		

TABELL 2 VISER STATISTISK DATA FOR SOMMER UKE 32

Dager	Uni-Solar US64	AvanCIS	Gallivare GPV51	SUM	Gjennomsnitt	Standardavvik
Tirsdag	3662W	3610W	7310W	14582W	4861W	2121W
Onsdag	851W	825W	1697W	3373W	1124W	496W
Torsdag	33801W	34089W	67638W	135528W	45176W	19453W
Fredag	6340W	6349W	12665W	25354W	8451W	3649W
Lørdag	43563W	43846W	87204W	174613W	58204W	25115W
Søndag	4143W	4105W	8268W	16516W	5505W	2393W
SUM	92360W	92824W	184782W	369966W	123322W	53226W
Gjennomsnitt	15393W	15471W	30797W	61661W		
Standardavvik	18385W	18544W	36807W	73736W		
Prosent andel	24,96 %	25,09 %	49,95 %	100,00 %		

TABELL 3 VISER STATISTISK DATA FOR VINTER UKE12

Ut i fra *tabell 2* og *tabell 3* ser vi at a.Si og CIS har nesten helt lik data med kun marginer forskjell. Modulene a.Si, og CIS står for om lag ~25% hver av effektproduksjonen for både uke 12 og uke 32, men GPV derimot, står for resterende ~50% av effektproduksjonen for samme periode. Standardavviket for modul a.Si og CIS viser at spredningen av målingene igjen gjenspeiles og er veldig likt. Dette ser man også på grafene over effektproduksjon i *figur 1* og *figur 2*.

Fra dataen samlet i *tabell 2* og *tabell 3* er det laget ny tabell som viser differansen mellom uke 32 og uke 12. *Tabell 4* viser differansen på dags- og modulbasis.

Differanse effektproduksjon (Sommer – Vinter)

Dager	Uni-Solar US64	AvanCIS	Gallivare GPV51	SUM
Tirsdag	942W	887W	1881W	3710W
Onsdag	27034W	27036W	54083W	108153W
Torsdag	-12266W	-12771W	-24571W	-49608W
Fredag	35555W	35597W	71211W	142363W
Lørdag	4139W	4339W	8297W	16775W
Søndag	10015W	9952W	20024W	39991W
SUM	65419W	65040W	130925W	261384W
Prosent andel	25,03 %	24,88 %	50,09 %	100,00 %

TABELL 4 VISER DIFFERANSEN MELLOM UKE 32 OG UKE 12

I *tabell 4* ser man at torsdag i vinter uken skiller seg ut med hele 49,608W totalt mer effekt produsert enn i sommeruken. Ut i fra *figur 2*, grafen for vinteruken ser man at det er en større kontinuerlig effekt produksjon samt større kontinuitet av solinnstråling enn for samme dag i sommeruken. Det er tydelig at siden modulene er avhengig av solinnstråling at perioder med soldager er viktigere enn tider på året der utetemperaturen er lavere eller høyere. Man ser også at sommeruken har betraktning større effektproduksjon enn i vinteruken.

5. Konklusjon

Når vi ser på figurene over produksjonsdataen er det tydelig at solinnstrålingen er den største faktoren som påvirker temperatur og effektproduksjon. Både for uke 32 og uke 12 speiler grafene i *figur 1* og *figur 2* seg etter solinnstrålingen. På disse grafene ser det også ut som utetemperatur har liten innvirkning på modultemperatur.

Ut ifra *tabell 1* er det oppgitt at modulen GPV skal ha størst effektproduksjon per kvadratmeter sol flate med tilnærmet ~116W per kvadratmeter, mens modulene CIS og a.Si skal produsere omtrent likt, med rundt ~64W per kvadratmeter sol flate. Grafene i *figur 1* og *2*, samt dataen i tabellene *tabell 2*, *3* og *4* bekrefter at GPV modulen produserer absolutt mest effekt over de analyserte ukene som forventet med tanke på effekt per kvadratmeter. Derimot, modulene CIS og a.Si produserer omtrent like mye effekt som også står til forventningene ut i fra *tabell 1*. Men *tabell 1* viser også at CIS og a.Si har en større sol flate enn GPV modulen som burde resultert i en produksjon større enn GPV til tross for effektproduksjon per kvadratmeter.