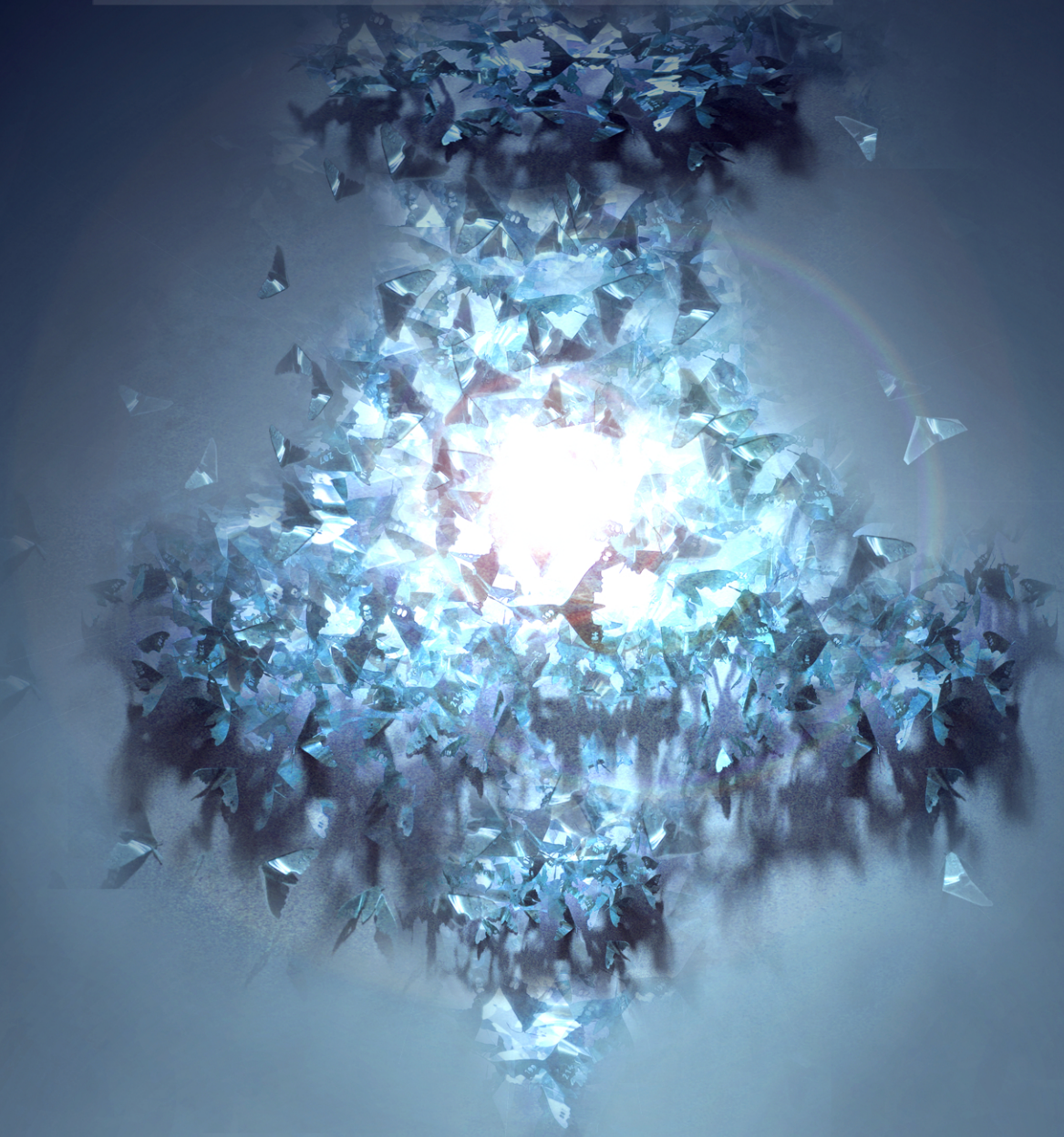


Eindverslag Bachelor opdracht

Experimentele Opstelling Solar Chandelier



in opdracht van Demakers van
Uitgevoerd aan de UNIVERSITEIT TWENTE.

Rik de Konink

s0098434

06-11-2009

Begeleider: Angèle Reinders

Ontwerp experimentele opstelling Solar Chandelier

Rik de Konink

S0098434

Industrieel Ontwerpen

12-11-2009

Examencommissie

Angèle Reinders

Arthur Eger

Kay van Mourik



Voorwoord

Voor u ligt het verslag dat geschreven is in het kader van de afsluitende opdracht van de bachelor fase van de opleiding Industrieel Ontwerpen.

De opdracht kwam van de Rotterdamse ontwerpstudio Demakersvan. Zij hadden een nieuw productidee. De Solar Chandelier, een kroonluchter die binnenshuis licht omzet in energie om zo in zijn eigen energiebehoefte te kunnen voorzien. Om dit te bereiken is er gekozen voor het niet alleen technisch, maar ook esthetisch toepassen van zonnecellen door deze in de vorm van vlinders te laten vormen. Het ontwerp was er al maar de technische uitvoering moest nog ingevuld worden. Hiervoor hebben Demakersvan de Universiteit Twente benaderd en is in samenwerking met de universiteit een drietal bacheloropdrachten uitgeschreven. Eén opdracht was gericht op ontwerpondersteuning, de tweede op simulaties om het gedrag van de Solar Chandelier te kunnen voorspellen en de derde door mijzelf uitgevoerde opdracht betrof het maken van een experimentele opstelling. De resultaten van deze opdracht worden in dit verslag gepresenteerd.

In de eerste plaats wil ik Demakersvan bedanken dat ik aan dit project mocht meewerken. Van Universiteit Twente wil ik in het bijzonder Angèle Reinders bedanken, voor haar begeleiding en advies in technische vragen, en Erik Hop voor zijn ondersteuning. Verder wil ik ook Sebastian Kettler en Anniek Braham bedanken, die de andere twee bacheloropdrachten hebben uitgevoerd en wiens kennis en resultaten ik voor mijn opdracht mocht gebruiken en van wie ik steun mocht ontvangen tijdens het uitvoeren van mijn opdracht.



Inhoudsopgave

Voorwoord.....	3
Samenvatting.....	5
Summary.....	6
Inleiding.....	7
Doelstelling.....	7
Vraagstelling	7
Projectomschrijving.....	8
Type vlinders	8
Theoretische analyse	9
Meetmethode	10
Experimentele opstelling.....	12
Meetresultaten	13
Coating	13
Productietijd vlinders	15
Eerste meting	18
Buitenmeting	19
Eerste meting met testopstelling.....	20
Tweede meting met testopstelling.....	21
Verliestest	22
Efficiëntie meting	23
MaximumPowerPoint.....	25
Invloed Schaduw op enkele vlinder	27
Koppeling meetresultaten en ontwerp	28
Conclusies.....	29



Samenvatting

In dit verslag worden de resultaten van het in het kader van het Solar Chandelier project uitgevoerde bacheloropdracht 'experimentele opstelling' gepresenteerd. Het doel van de opdracht was om de techniek van de Solar Chandelier te testen om inzicht te verwerven in het effect van de vormverandering van de zonnecellen en de manier waarop deze aangesloten worden op de kroonluchter. Door deze experimentele werkzaamheden zijn een aantal belangrijke eigenschappen van de Solar vlinders naar voren gekomen die verwerkt zijn in een ontwerpvoorstel voor de kroonluchter.

Eerst is er een literatuuronderzoek gedaan naar de werking van zonnecellen en dat vooral gericht was op de effecten van schaduw op de werking van zonnecellen. Daarna is een meetmethode bedacht om de zonnecellen te kunnen testen in een omgeving die representatief is voor de omgeving waarin de kroonluchter zal komen te hangen. Hieruit bleek het noodzakelijk te zijn om een test- en meetopstelling te bouwen. Dit is gedaan in de vorm van een speciale kist is waarbinnen alle variabelen gecontroleerd kunnen worden, maar ook dat er een grote hoeveelheid zonnecellen in de vorm van vlinders gemaakt en aangesloten diende te worden. Hier zijn de metingen mee verricht. Bij de metingen lag de nadruk zoals eerder gezegd op de invloed van schaduw; wat gebeurt er als één of meerdere vlinders binnen een schakeling geen licht meer vangen, en wat heeft dit voor invloed op de werking van de hele schakeling. De resultaten hiervan zijn geanalyseerd en hebben geleid tot een aantal conclusies en aanbevelingen.



Summary

The research and results presented in this report were done for the final bachelor project 'experimental setup' as a part of the Solar Chandelier project. The goal of this research was to test and optimize the techniques used in the Solar Chandelier project and to analyze the effects of making and connecting solar cells in the shape of a butterfly.

First a literature research was done to find out how solar cells work and how they are affected by shadows. After that a measuring method was developed so the solar cells in the shape of a butterfly could be tested in a surrounding similar to the one where the Solar Chandelier would be installed. It became clear that a special testing facility was needed to perform these tests. After the building came the testing, here the focus lay on the effects of shadows, as said before, and the effects of different ways of linking the butterflies together. The results of these tests were analyzed and have led to a series of conclusions and recommendations.



Inleiding

Doelstelling

Doel van de opdracht is het onderzoeken en bepalen van de juiste zonnepanelen en de manier waarop deze geschakeld dienen te worden om een zo hoog mogelijk rendement op te leveren. De eerste stap is een literatuuronderzoek naar de werking van zonnecellen. De tweede stap is het bouwen van een proefopstelling om de invloed van lichtinval te kunnen meten. De derde stap is het realiseren van een schakeling waardoor de zonnepanelen zo efficiënt mogelijk worden benut. De vierde stap is het bouwen dan wel simuleren van deze schakeling om de werking ervan te kunnen testen. De laatste stap is het uitwerken van een ontwerpvoorstel waarin alle resultaten van de metingen en het literatuuronderzoek worden samengevat.

Vraagstelling

Om de doelstellingen van dit project inzichtelijker te maken zijn er een aantal vragen opgesteld die zullen dienen als leidraad binnen het onderzoek. De vragen zijn opgedeeld in centrale vragen en deelvragen.

Centrale vragen

- 1 Hoeveel energie leveren de individuele vlinders?
- 2 Wat is de invloed van schaduw op de vlinders?
- 3 Hoe kan de output van de vlinders optimaal benut worden?

Deelvragen

- 1.1 hoeveel energie leveren de vlinders bij optimale lichtinval?
Wat is het voltage en amperage van de zonnecellen in vol daglicht?
- 1.2 hoeveel energie leveren de vlinders bij minimale lichtinval?
Wat is het voltage en amperage van de zonnecellen op een winterdag in een donkere kamer?
- 1.3 Wat is de efficiëntie van de vlinders in een binnenruimte?
Wat is het voltage en amperage van de zonnecellen in een binnenruimte, en hoe efficiënt werken deze dan?
- 2.1 Hoe gedragen de vlinders zich als ze geheel in de schaduw zijn?
Hoe verandert het elektrische gedrag van de zonnecellen als ze geheel beschaduwd worden?
- 2.2 Hoe gedragen de vlinders zich als ze gedeeltelijk in de schaduw zijn?
Hoe verandert het elektrische gedrag van de zonnecellen als ze gedeeltelijk beschaduwd worden?
- 3.1 Wat is de beste manier om de vlinders aan elkaar te koppelen?
Hoe is met behulp van een schakeling de problemen die kunnen optreden bij beschaduwde zonnecellen op te lossen?



Projectomschrijving

Met de Solar Chandelier van Demakers van wordt zonne-energie uit zijn normale wereld, de buitenwereld, getrokken en naar binnen gehaald, om meer te zijn dan een milieuvriendelijke manier van energie opwekking, namelijk een esthetisch statement. Door de zonnecellen te bewerken en te gebruiken als zowel functionele als esthetische elementen ontstaat er een spanningsveld tussen kunst en techniek. Om de werking van die techniek te kunnen garanderen moest nog een hoop onderzoek gedaan worden. Om beter inzicht te krijgen in de werking van PV-cellen en PV-systemen moest eerst een grondig literatuuronderzoek worden uitgevoerd. Daarna kon een overzicht gemaakt worden van de te verrichte metingen en kon aan de hand van deze lijst onderzocht worden hoe dit getest moest worden. Uiteindelijk bleek het nodig te zijn om een testopstelling te bouwen zodat de metingen zo uitgevoerd konden worden dat de uitkomsten ervan gebruikt kunnen worden voor de verdere ontwikkeling van de Solar Chandelier.

Type vlinders

Om een duidelijk beeld te geven van de verschillende type vlinders is hieronder een overzicht gegeven met daarin de verschillende types, groottes en met hun bijbehorende oppervlak.

	type	Oppervlakte (m ²)		type	Oppervlakte (m ²)
	1A	0,02036		2B	0,009240
	1B	0,009298		3A	0,01514
	2A	0,01917		4B	0,0063889



Theoretische analyse

Zonnecellen of photovoltaïsche cellen, wekken stroom op doordat ze zijn gemaakt van een stuk halfgeleidend materiaal met een scheidingsvlak tussen p-type en n-type. Door dit scheidingsvlak kan de elektrische stroom maar in een richting lopen. Als er vervolgens licht op de pv-cel valt worden er elektronen los gestoten en zullen ze in de gewenste richting bewegen.

Op het gebied van zonne-energie en specifiek op het gebied van photovoltaïsche systemen word nog steeds veel onderzoek gedaan. Dit onderzoek richt zich vooral op de efficiëntie van zonnecellen en manieren om deze te vergroten. Schaduw is een van de grootste vijanden van een PV-systeem, dit is niet alleen omdat als er geen zonlicht op een cel valt deze geen energie opwekt, maar omdat de cel zich gaat gedragen als een weerstand, en daarmee de efficiëntie van het gehele systeem negatief beïnvloed. Om de negatieve effecten van een beschaduwde zonnecel te omzeilen zijn er een aantal oplossingen gevonden.

De manier waarop de losse cellen binnen het PV-systeem zijn geschakeld is van invloed op de gevoeligheid voor schaduw. Als alle cellen serieel zijn geschakeld kan een beschaduwde cel er al voor zorgen dat het hele systeem nog nauwelijks werkt, terwijl bij het parallel schakelen van de cellen een enkele beschaduwde cel geen invloed uitoefent op de resterende cellen. Verder is het gebruik van speciale elektrische componenten sterk in opkomst. Door een speciale bypassdiode parallel aan een cel te plaatsen zorgt deze ervoor dat als de cel door schaduw niet meer energie opwekt, de stroomkring via de diode loopt en dus geen last ondervindt van de weerstand van de cel.

Deze bypassdiode kan ook over meerdere cellen die in serie staan geplaatst worden. Op deze manier beschermt de diode meerdere cellen tegelijk, maar zal de output van het hele systeem wel lager worden aangezien ook niet beschaduwde en dus nog energie opwekkende cellen gepasseerd worden. Bypassdiodes hebben wel last van een spanningsval waardoor de output daalt, dit is een nadeel dat in de meeste gevallen opweegt tegen de nadelen die ontstaan bij geen bypassdiode.

In het gedane onderzoek is er gezocht naar antwoord op een aantal vragen; wat is de performance van de cellen bij verminderde lichtintensiteit, wat zijn de effecten van het bewerken van de zonnecellen, wat is het effect van de verschillende manieren van schakelen, wat is het effect van schaduwen op een systeem, zijn bypassdiodes nuttig in de kroonluchter.

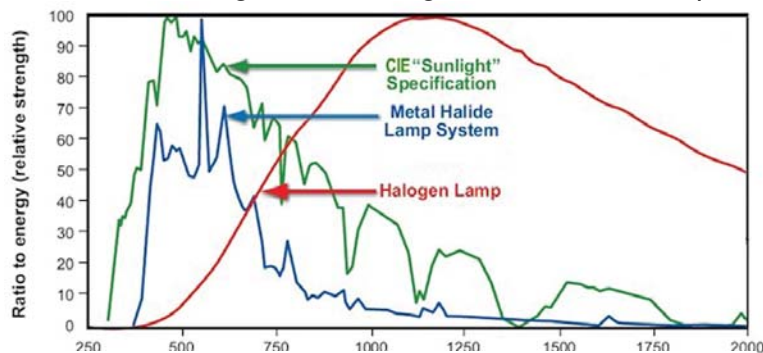
Bronnen: -Kan, S.Y., 2006, "Energy Matching", proefschrift, DfS, Delft, the Netherlands.
-Silvestre, S. Boronat, A. Chouder, A., 2009, "Study on bypass diodes configuration on pv modules", Applied Energy, nr. 86, pp. 1632-1640



Meetmethode

Om de invloeden van de verschillende manieren van schakelen, alsmede de invloeden die het bewerken van de zonnecellen hebben gehad, is een meetopstelling gebouwd. Met deze meetopstelling kunnen alle omstandigheden constant gehouden worden gedurende de metingen. De meetopstelling bestaat uit een kist die de zonnecellen compleet afsluit van omgevingslicht (figuur 5). Aan één kant van de kist een lichtbron geïnstalleerd zodat al het licht tijdens de meting uit een punt komt en dus gelijk is van lichtsterkte.

Deze lichtbron zal de omstandigheden waarin de Solar Chandelier zal komen te werken moeten representatieren en zal dus een stralingsspectrum moeten hebben dat het spectrum van zonlicht benaderd, ook wel aangeduid met de term AM1.5. Gloeilampen en halogeenlampen hebben een dermate afwijkend spectrum dat deze afvallen. Uit onderzoek bleek dat de beste keus voor de lichtbron een high intensity discharge metaal-halide lamp(HID-lamp) is van het type "OSRAM - 4050300784007 - HCI-TS POWERBALL 150W NDL"(zie figuur 1). Deze HID-lamp wordt gevoed door een speciale voeding, de "OSRAM PTi-150/220-240 I", die de 230V wisselspanning omzet in 100V wisselspanning met een frequentie van 165Hz. Een complete datasheet van de lamp en de voeding is te vinden in de bijlages. In figuur 2 is vergelijking te zien tussen zonlicht, halogeenlicht en de gebruikte HID-MH lamp.



Figuur 2



Figuur 1

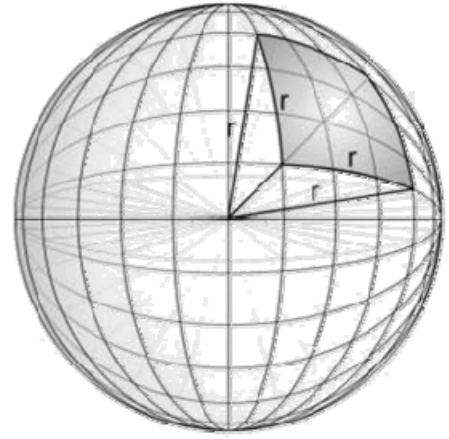
De kist is aan de binnenkant voorzien van een rails waarop een tweede rails zo is bevestigd dat deze kan draaien (figuur 3). Deze tweede rails heeft aan het ene uiteinde een bevestiging voor de pyranometer en aan het andere uiteinde een bevestiging voor de vlinders. Een pyranometer is een type actinometer die gebruikt wordt om zonnestraling op een oppervlak te meten en meet de dichtheid van zonnestraling (in Watt per vierkante meter). De naam pyranometer komt van het Griekse, "pyr" wat "vuur" en "ano" wat "hemel" betekent. Doordat deze rails kan draaien is het mogelijk om met de pyranometer te meten hoeveel lichtintensiteit er op een punt is en daarna op datzelfde punt te meten met de vlinders door simpelweg de rails rond te draaien.



Figuur 3



Om in de proefopstelling er zeker van te kunnen zijn dat alle vlinders evenveel licht krijgen is er door middel van de ruimtehoek (figuur 4) berekend hoeveel de afwijking is als ze zich op anderhalve meter van de lichtbron bevinden. Binnen een oppervlak van 500 bij 500 mm is de maximale afwijking slechts 0,111% of 0,166mm. Als de vlinders zich op een halve meter van de lichtbron bevinden is de afwijking 1,000% of 0,500mm. De complete berekening is te vinden in de bijlages



Figuur 4



Experimentele opstelling

De lichtintensiteit tijdens de metingen is gemeten met een “Kipp&zonen cmp3” pyranometer gekoppeld aan een “Kipp&zonen SOLRAD” data logger. De gebruikte pyranometer heeft een insteltijd van 18s en een nauwkeurigheid van $\pm 5 \text{ }^{\circ}\text{W}/\text{m}^2$. De SOLRAD heeft een afwijking van minder dan 0,1%. De datasheet van de Kipp&Zonen cmp3 is te vinden in de bijlages.

De output van de vlinders is gemeten met een “Fluke 177” multimeter met een nauwkeurigheid van 0,09%. Vooral de insteltijd van de pyranometer is een belangrijke factor wat betreft nauwkeurigheid van de metingen. Doordat de insteltijd van de cmp3 18 seconden bedraagt, is het niet mogelijk om in de buitenlucht met zonlicht metingen te verrichten. Als er namelijk ook maar een klein beetje bewolking is veranderd de instraling en omdat de pyranometer te traag reageert, is het onmogelijk om goed uit te lezen wat het vermogen van de te meten zonnecel is. Een ander praktisch nadeel van buiten meten is wind, aangezien PV-cellen zeer licht van gewicht zijn kan wind veel moeilijkheden veroorzaken.



Meetresultaten

Coating

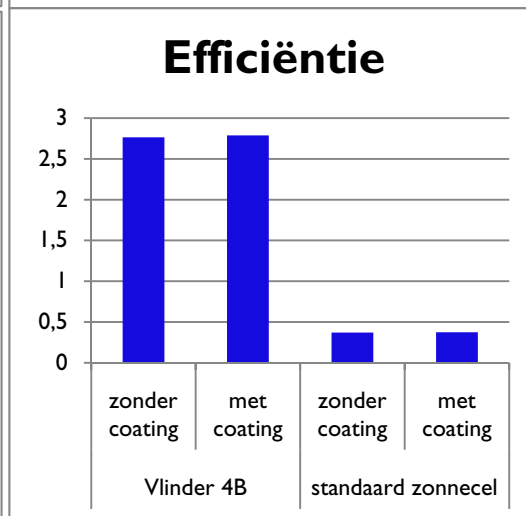
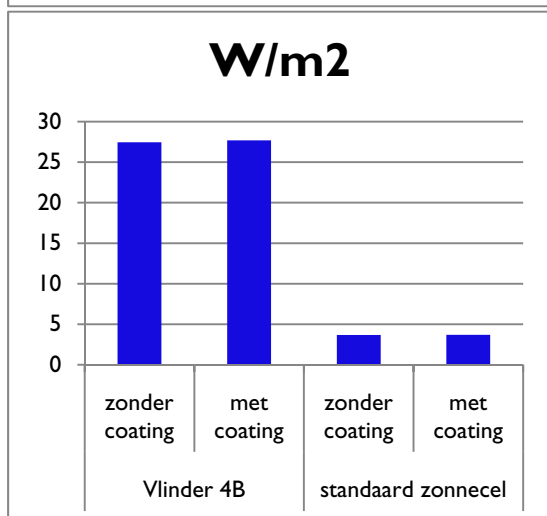
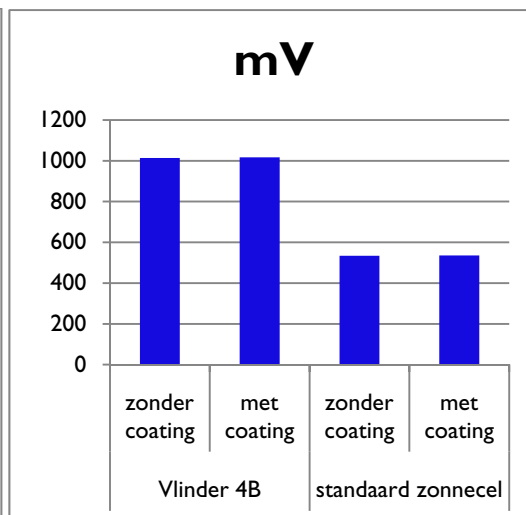
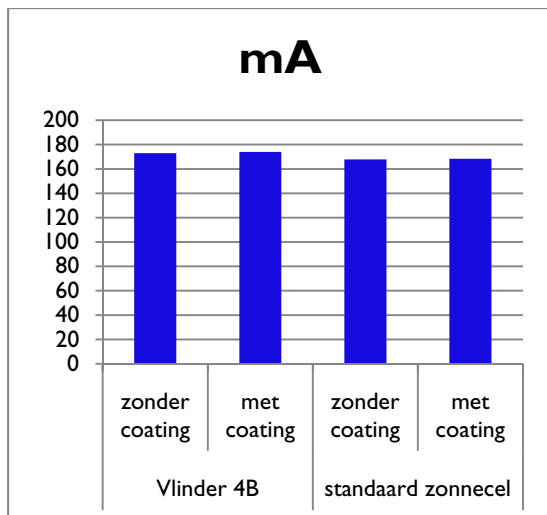
De eerste metingen die zijn verricht maakten gebruik van een reeds bestaande, voor een ander project gebouwde, testopstelling (figuur 7) bestaande uit een verrijdbare stellage waaraan vijf halogeenvlampen waren bevestigd van elk 250 watt. Deze stellage kon vervolgens boven een tafel geplaatst worden en in hoogte aangepast. Om zo dicht mogelijk bij een instraling van 1000 W/m^2 te komen zijn de lampen op een meter boven het te meten oppervlak geplaatst waardoor er bij een instraling van 993 W/m^2 gemeten.



Figuur 7

De eerste meting die is verricht was gericht op het aantonen van de invloed van coating op de werking van de zonnecellen. Voor deze meting is een vlinder van het type 4B gebruikt en een standaard vierkante zonnecel. Eerst is gemeten zonder coating en zijn de I_{cc} en de V_{oc} gemeten. Daarna is er op beide cellen een coating van het type “Dow Corning® I-2577 Low V_{oc} Conformal Coating” aangebracht en is de meting herhaald. Uit de gevonden waarden kwam naar voren dat de coating de werking van de zonnecellen niet nadelig beïnvloed, sterker nog, er was een kleine stijging in de efficiency waar te nemen. Dit is te zien in de tabellen op de volgende pagina waar voor de stroom, de spanning, het vermogen en de efficiëntie een vergelijking is gemaakt.





Productietijd vlinders

Om een inschatting te kunnen maken betreffende de productietijd van een vlinder is er een vlinder van het type 2A gemaakt en is van begin tot eind bijgehouden hoeveel tijd er nodig is. Hieronder een schema met de diverse assemblage handelingen en de tijd die deze duren.

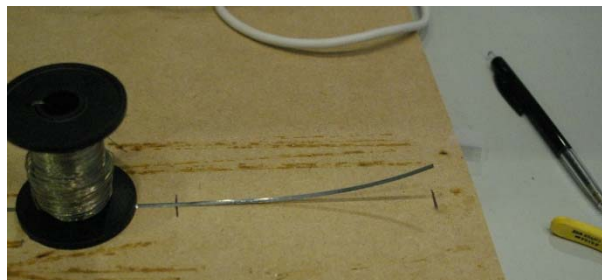
		Tijd (min.)
Solderen per zijde	Met opwarmen & afkoelen	45
	Zonder opwarmen & afkoelen	10
Schoonmaken		2
Drager buigen		3
lijmen	Met drogen	120
	Zonder drogen	5
Coaten	Met drogen	90
	Zonder drogen	5
Aansluiting naar achterzijde		5
Dummy cel achterzijde lijmen	Met drogen	120
	Zonder drogen	5
Coaten achterzijde	Met drogen	90
	Zonder drogen	5
totaal	Met afkoelen & drogen	475
	Zonder afkoelen & drogen	40

De meeste tijd gaat zoals in bovenstaand schema te zien is zitten in het drogen van de lijm en het drogen van de coating. Omdat er voor de uiteindelijke productie van de Solar Chandelier een groot aantal vlinders nodig zijn kan er overgegaan worden op serieproductie. Er is veel tijds winst te behalen door tijdens het drogen van de ene vlinder alvast aan de volgende te beginnen.

om de zonnecellen te solderen is er gekeken naar de beste en snelste methode, hieruit kwamen 3 methodes naar voren.

Methode I

Stap 1 Het opmeten van de benodigde hoeveelheid tabband.



Stap 2 Het aanbrengen van extra tin op de tabband.



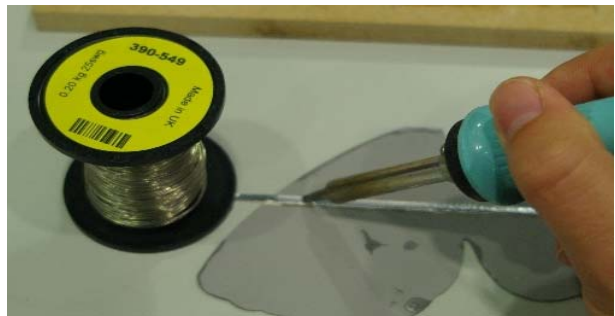
Stap 3 Het aanbrengen flux vloeistof.



Stap 4 Uitlijnen van de tabband.



Stap 5 De tabband fixeren met de soldeerbout.



Methode 2

Stap 1 De zonnecel op een warmhoudplaatje en laat Leggen en goed op temperatuur laten komen.



Stap 2 De tabband uitlijnen en met gewichten op zijn plaats houden.



Stap 3 De tabband fixeren met soldeerbout.

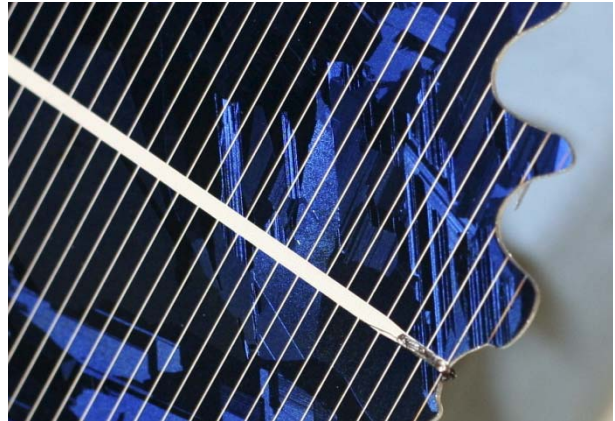


Methode 3

De derde methode is de methode die gebruikt zal worden in het uiteindelijke product.

In plaats van een tabband over de gehele cel , wordt er onderaan de voorkant een draadje op de aansluiting gesoldeerd. De tabband hoeft namelijk niet over de gehele lengte van de zonnecel aangesloten te worden aangezien het grid ook geleidend is en er dus op elk punt van het grid een aansluiting gemaakt kan worden.

De zonnecel moet wel eerst voorverwarmd worden aangezien je heel lokaal soldeert en er anders kleine haarscheurtjes oftewel microcracks kunnen ontstaan.



Eerste meting

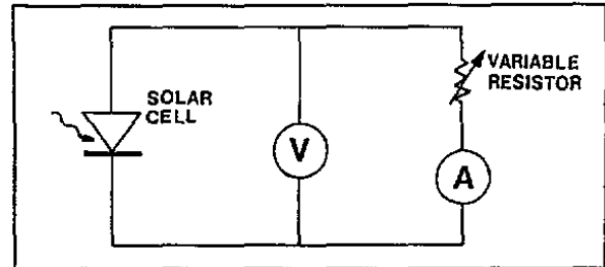
De volgende stap was het maken van een IV-curve. Hiervoor maak je gebruik van schakeling met daarin een variabele weerstand, een voltmeter en een ampèremeter (figuur 8). Door de weerstand steeds hoger te maken veranderen de spanning en de stroom. Door dit in een aantal stappen te doen kun je de IV-curve plotten.

IV-curve;

Een IV curve is een grafiek waarin de stroom tegen het voltage wordt uitgezet en waarin te zien is hoeveel stroom een zonnecel levert bij een bepaald voltage.

PV-curve;

Een PV curve is een grafiek waarin het vermogen tegen het voltage wordt uitgezet en waarin te zien is hoeveel vermogen een zonnecel levert bij een bepaald voltage.

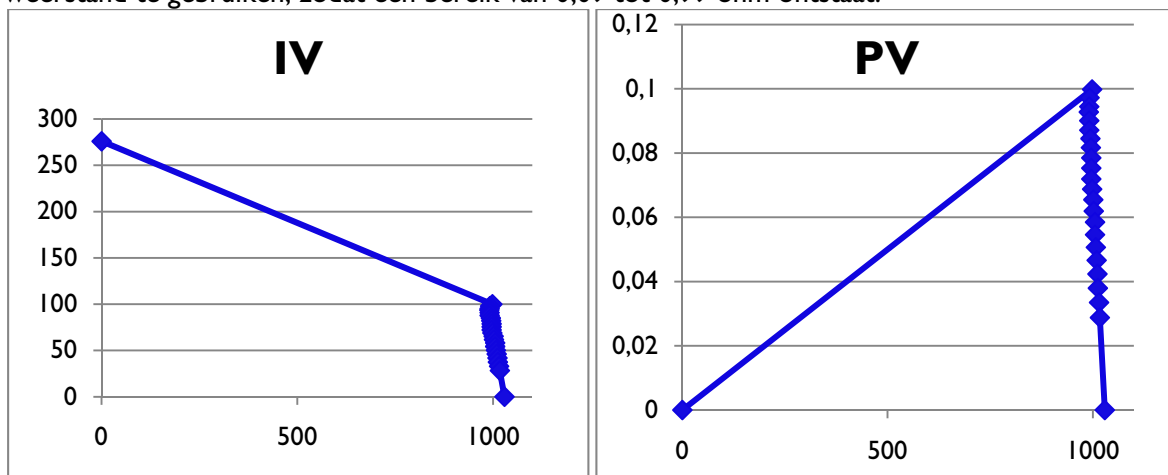


Figuur 8

De eerste meting was echter geen succes omdat de gebruikte variabele weerstand een bereik had van 130 tot 211000 ohm. De laagste waarde hiervan was al veel te groot om een goede meting te kunnen verrichten.

Bij de tweede meting is een andere weerstand gebruikt; door een grote hoeveelheid weerstanden parallel te schakelen is een bereik van 7,04 tot 33 ohm gerealiseerd. De grafiek hieronder van deze meting lijkt al een stuk meer op een normale IV-curve maar is nog niet precies genoeg.

Voor de volgende metingen is gekozen om een aantal speciale weerstanden met een hele lage weerstand te gebruiken, zodat een bereik van 0,09 tot 0,99 ohm ontstaat.



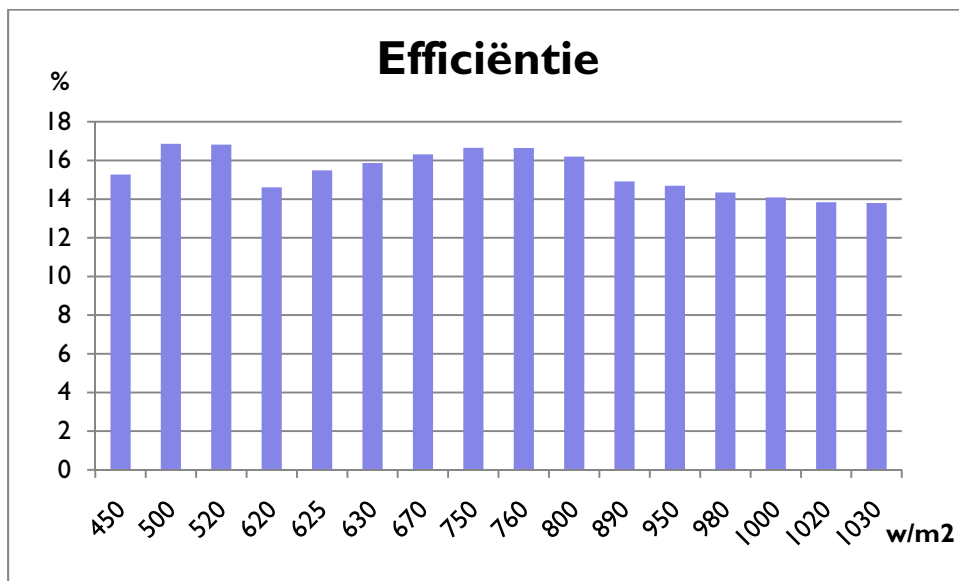
Bijlage: 20090612 – Eerste meetresultaten



Buitenmeting

Om een beter beeld te krijgen wat de efficiëntie van de vlinders bij zonlicht is, is er op 14 juli om 13:00 een meting gedaan in de buitenlucht met zonlicht. Het was een vrij zonnige dag met slechts enkele flarden wolkjes. Het resultaat was een aantal metingen waarbij de instraling rond de 1000 W/m^2 lag. Bij deze waarde worden zonnecellen doorgaans gespecificeerd en kan er dus een vergelijking gemaakt worden met de gegevens uit de datasheet. De datasheet van de zonnecellen is te vinden in de bijlage.

Voor deze meting is gebruik gemaakt van een vlinder van het type 2A met coating. Met de pyranometer is telkens de lichtintensiteit gemeten en vervolgens is de output van de vlinder gemeten. De uitkomsten van de metingen zijn niet 100% betrouwbaar, dit door de insteltijd van de pyranometer, hierom is er voor gekozen om naar het gemiddelde van alle metingen te kijken. Met behulp van deze gegevens is de efficiëntie uitgerekend, die op een gemiddelde van 15,1% uitkwam. Dit efficiëntie percentage komt overeen met het door de fabrikant opgegeven percentage en betekend dus dat de zonnecellen geen verlies van efficiëntie hebben ondervonden van het snijden.



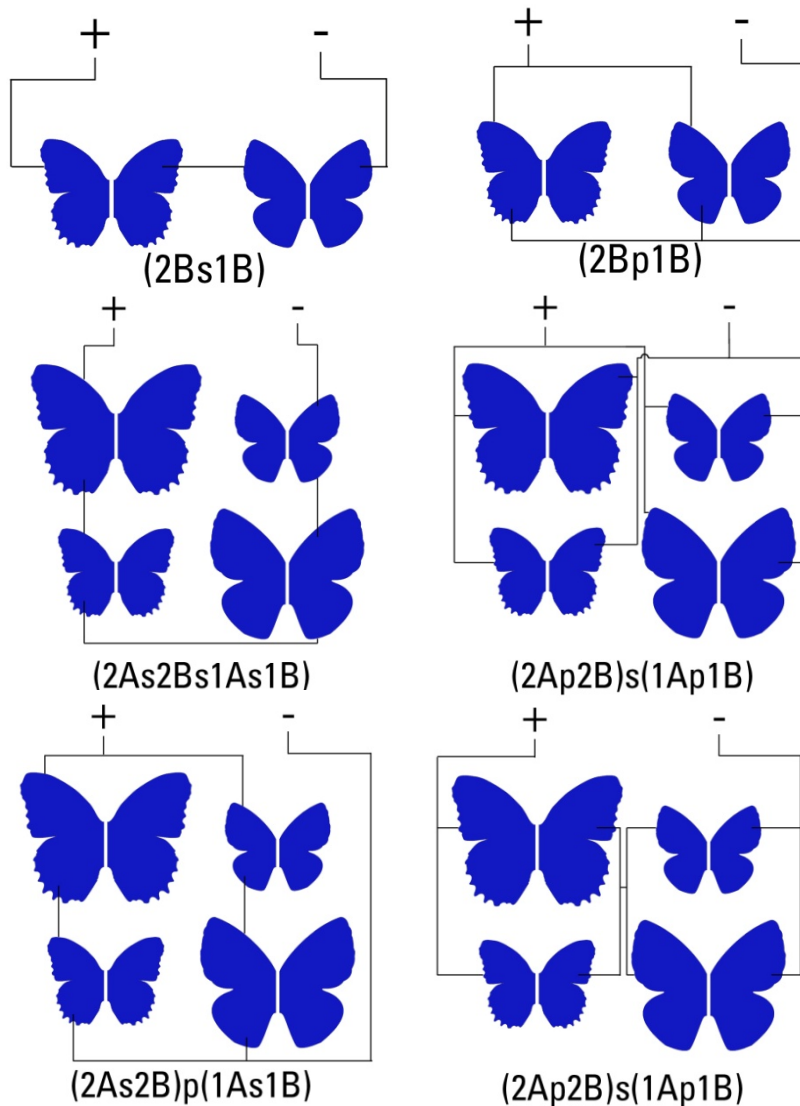
Bijlage: 20090714 – Buitenmeting



Eerste meting met testopstelling

Nadat de testopstelling gebouwd was en ook de lamp op de correcte wijze was aangesloten kon er gemeten worden. Voor deze eerste meting is gebruik gemaakt van vlinders van de types 1A, 1B, 2A, 2B.

Deze zijn op de volgende manieren aangesloten. Waarbij s staat voor serieel en p voor parallel.



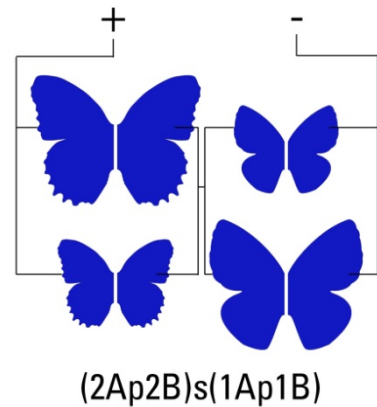
Bij deze meting is alleen gekeken naar opbrengst en efficiëntieverschillen tussen de verschillende manieren van schakelen. Er is nog geen onderzoek gedaan naar de invloed van schaduw op de werking van een van de schakelingen. Uit het onderzoek kwam naar voren dat het grootste verschil in efficiëntie optreedt tussen (1As1Bs2As2B) en (1Ap1Bp2Ap2B). Ook werd het duidelijk dat parallel aansluiten van de vlinders voor meer vermogen per vierkante meter zorgt.



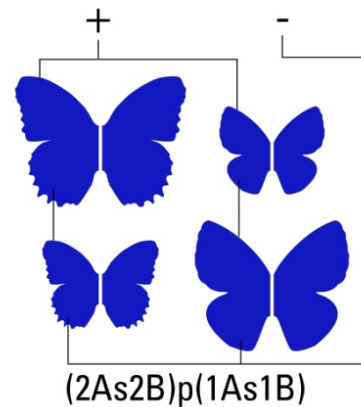
Tweede meting met testopstelling

In meting twee is gekeken naar de invloed van schaduw op de vlinders. In theorie gaat een zonnecel die niet beschenen wordt zich gedragen als weerstand waardoor deze de andere zonnecellen beïnvloed. Om dit effect te kunnen meten zijn vier zonnecellen aangesloten.

De eerste test is met twee vlinders parallel in serie met twee andere parallel geschakelde vlinders. Daarvan is 1 vlinder beschaduwd. Daarna is de test nog een keer uitgevoerd, dit maal met 2 vlinders beschaduwd. Als er binnen de parallelle schakeling 1 vlinder wordt beschaduwd daalt het vermogen drastisch namelijk met 84,19%, terwijl als er binnen de parallelle schakeling 2 vlinders beschaduwd worden het vermogen maar met 0,93% daalt.



Als de parallel en de serie verbinding worden omgedraaid, dus twee vlinders in serie parallel aan twee andere in serie geschakelde vlinders. Bij deze schakeling is het effect dat het beschaduwten van een of twee vlinders heeft op het vermogen nagenoeg even groot, 68,97% & 68,74%.

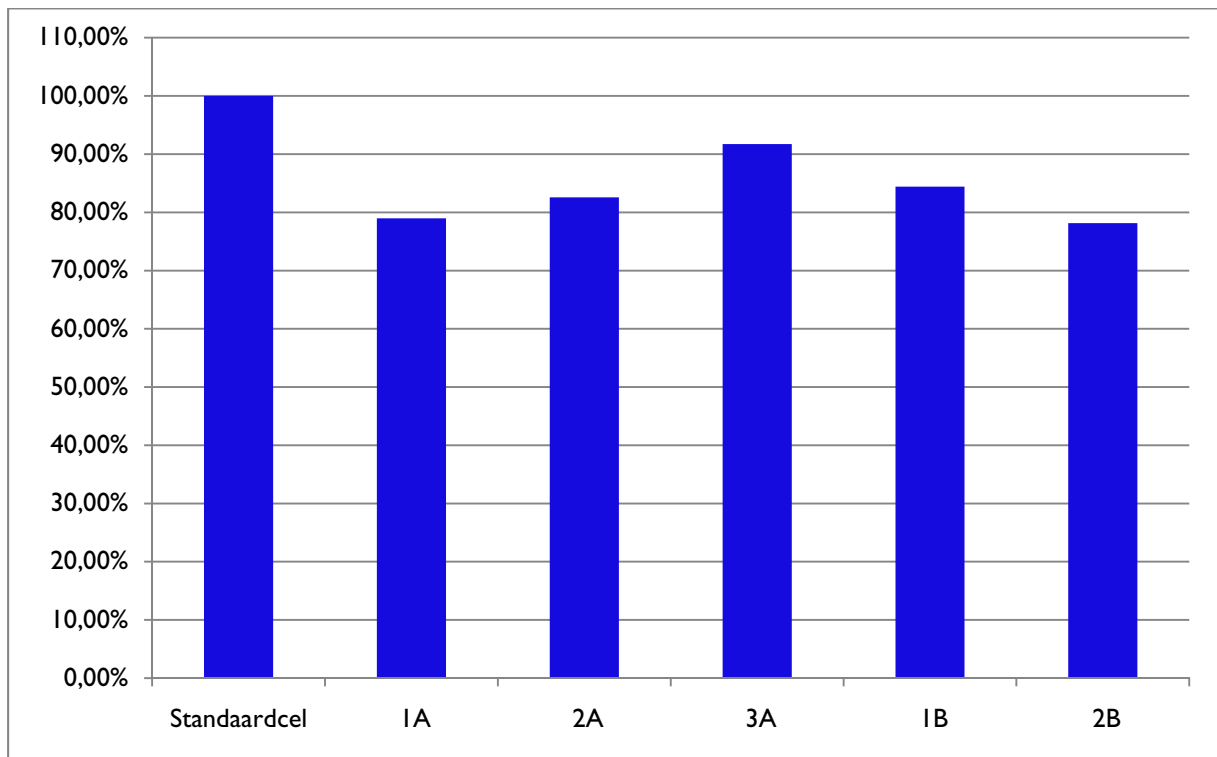


Verliestest

In deze test is gekeken naar de efficiëntie van de vlinders in verhouding tot een standaard zonnecel van hetzelfde type. Dit is gedaan om de invloeden van het snijden van de zonnecellen in de vorm van vlinders in kaart te kunnen brengen. De standaardcel en de vlinders zijn na elkaar op exact dezelfde plek vanaf de lichtbron en met dezelfde instraling gemeten. Vervolgens is het geleverde vermogen van de vlinders gecorrigeerd naar het oppervlak van elke vlinder om zo een betere vergelijking te kunnen maken tussen de verschillende types.

Bij een open circuit zijn de volgende waarden gevonden.

Type	Vermogen (w)	Voltage (V)	Efficiëntie (%)	Percentage (%)
Standaardcel	0,119	0,512	15,253	100
1A	0,079	0,470	12,047	78,98
2A	0,073	0,485	12,60	82,58
3A	0,068	0,474	13,99	91,72
1B	0,038	0,473	12,88	84,42
2B	0,031	0,449	11,92	78,15

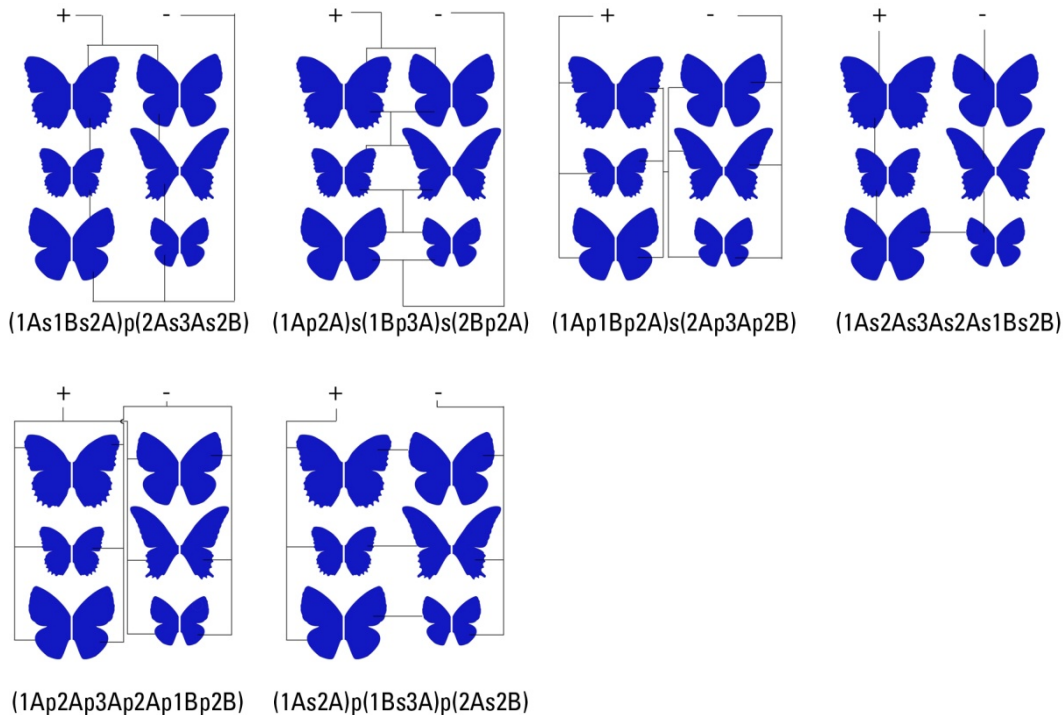


Uit deze gegevens komt naar voren dat vlinder type 3A tegen alle verwachting in het efficiëntst is, terwijl deze het meest ongunstige verdeelde grid heeft.

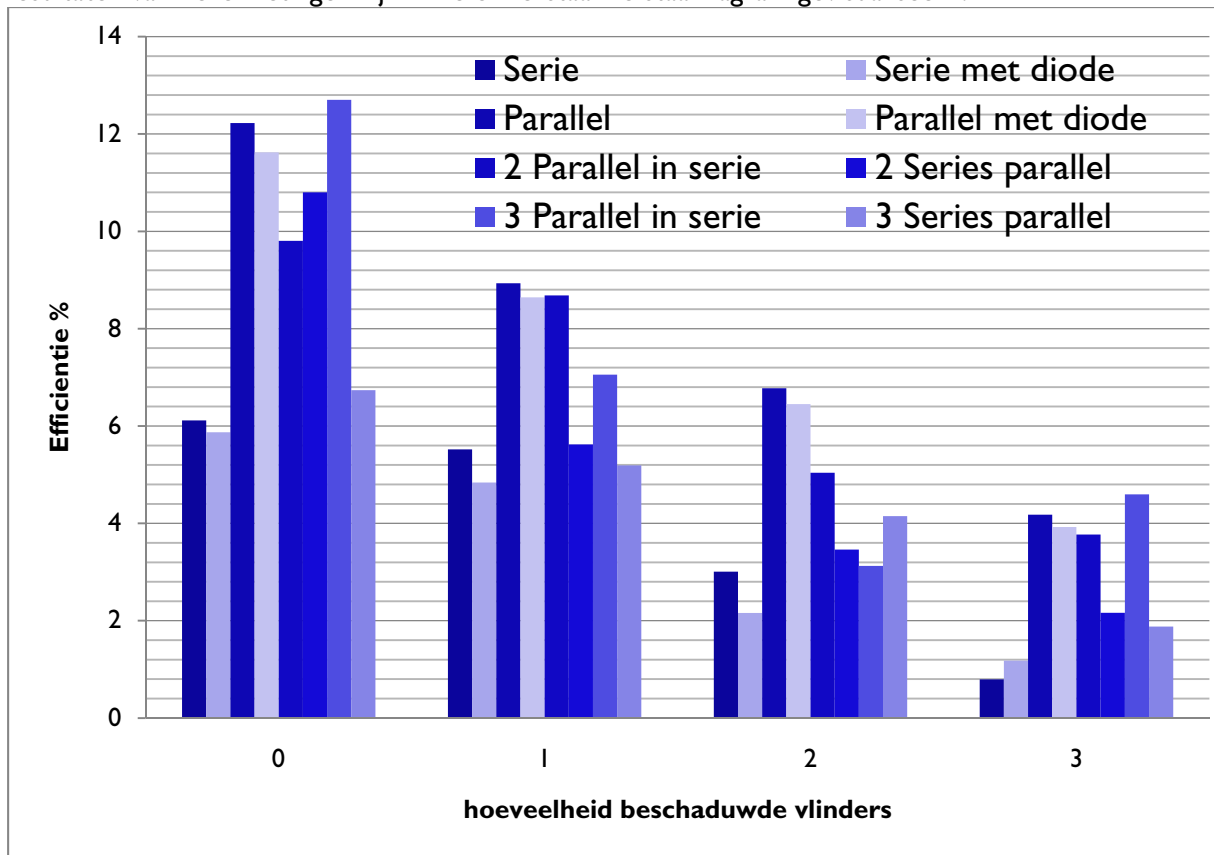


Efficiëntie meting

Om de invloeden van schaduw nog beter in kaart te kunnen brengen is er gemeten met zes vlinders in verschillende schakelingen, waarbij steeds een, dan twee en daarna drie vlinders volledig bedekt werden om zo schaduw te simuleren. De vlinders zijn op de volgende manieren aangesloten.



Hiernaast zijn de parallel en de serie schakeling ook gemeten met één bypass diode per vlinder. De resultaten van deze metingen zijn in de onderstaande staafdiagram gevisualiseerd.

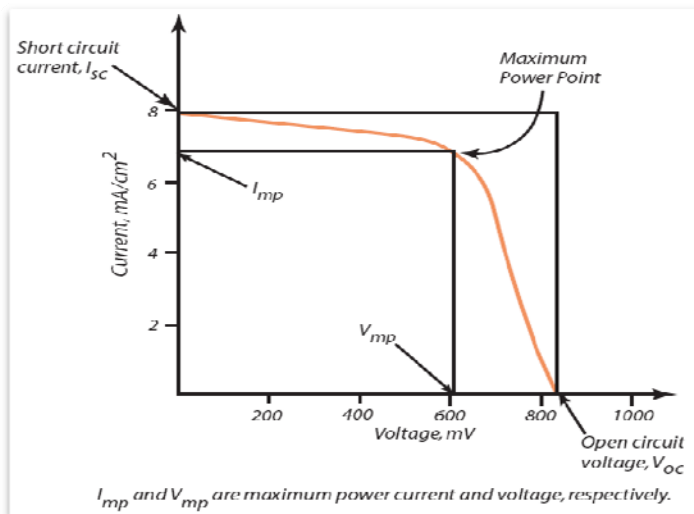


Uit deze metingen komen een aantal interessante dingen naar voren. Ten eerste blijkt dat parallel schakelen veel beter bestand is tegen schaduw. Ten tweede blijkt dat de toegevoegde diodes eigenlijk alleen negatief effect hebben op de efficiëntie van het systeem in plaats van een positief effect.



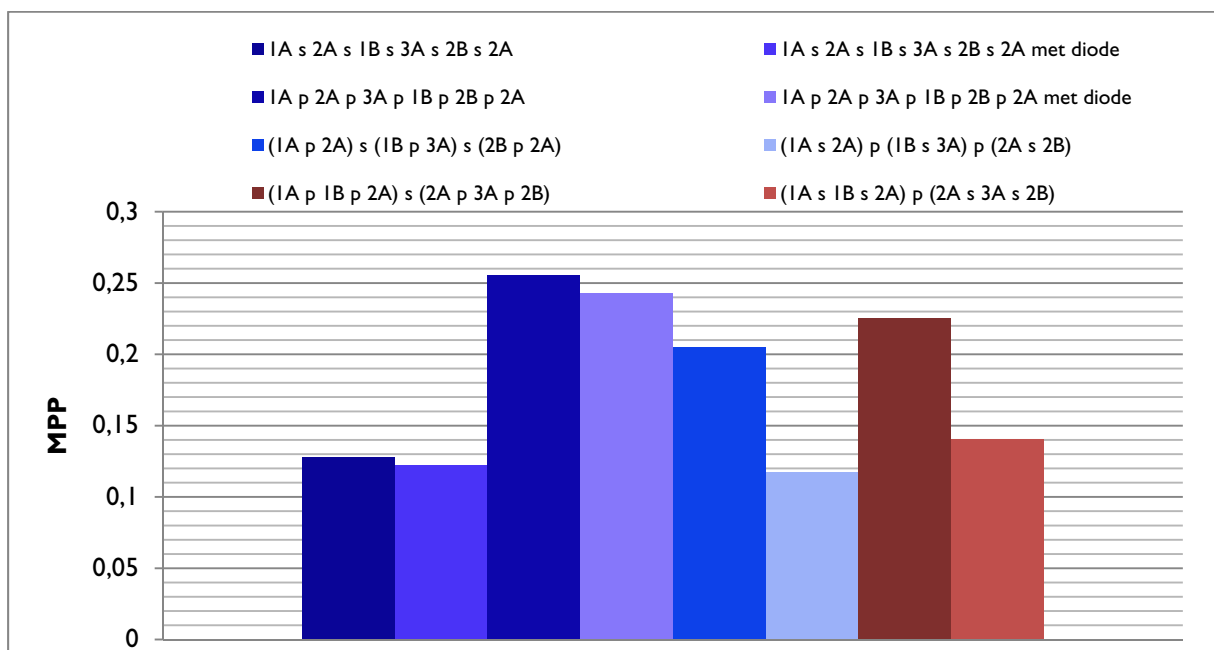
MaximumPowerPoint

Omdat niet alleen de efficiëntie maar ook het MaximumPowerPoint (MPP) erg interessant is om te vergelijken zijn de resultaten van de voorgaande metingen nogmaals gebruikt om het maximumpowerpoint te berekenen.

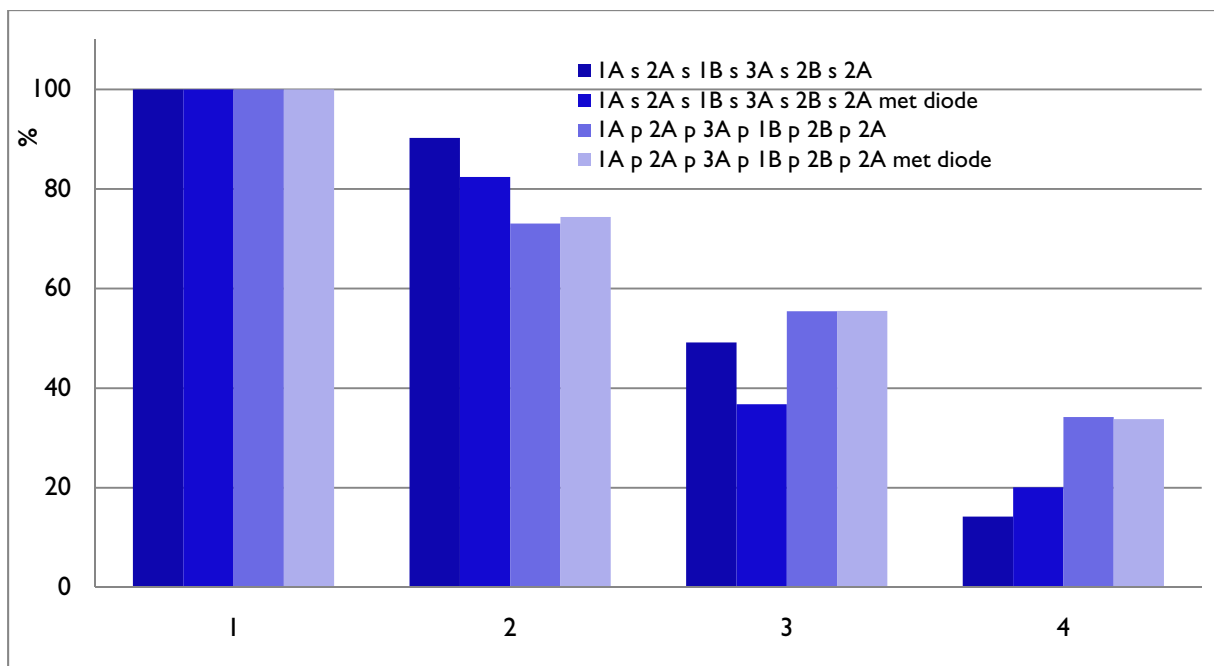
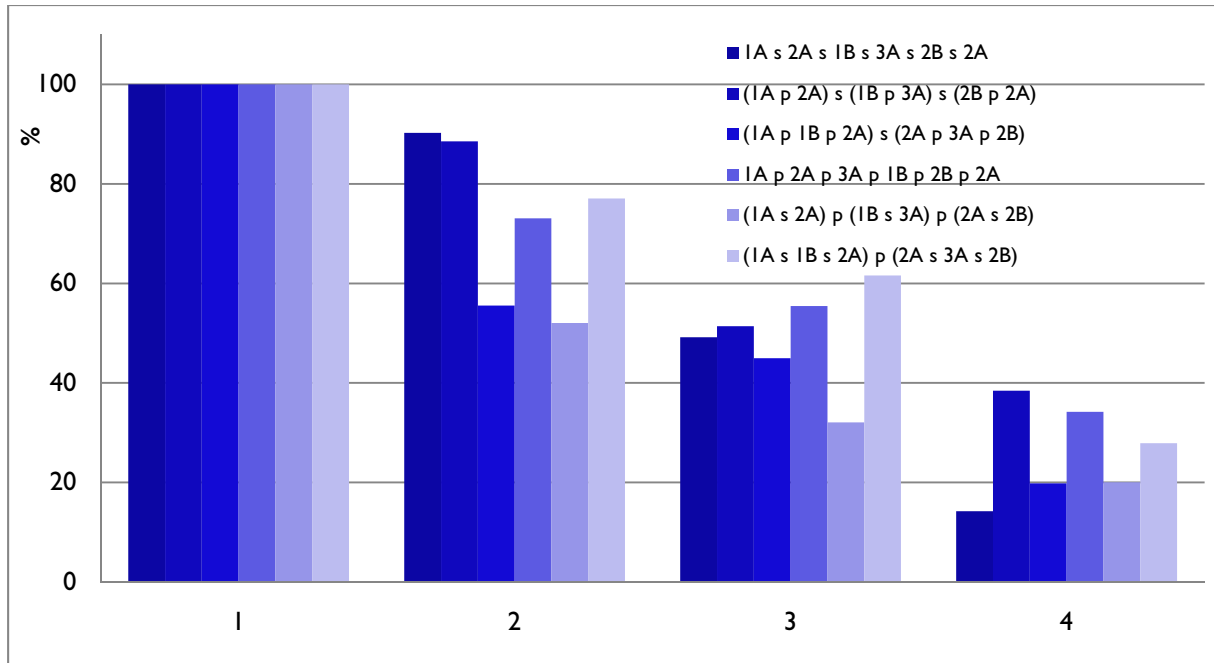


Figuur 9

Het MPP wordt gegeven door de formule $FF \cdot I_{sc} \cdot V_{oc}$, waarin FF de fillfactor is, I_{sc} de kortsluitstroom en V_{oc} de open circuit spanning (figuur 9). De fillfactor is een door de fabrikant opgegeven waarde en in het geval van de cellen gebruikt voor deze metingen is deze 75,4%



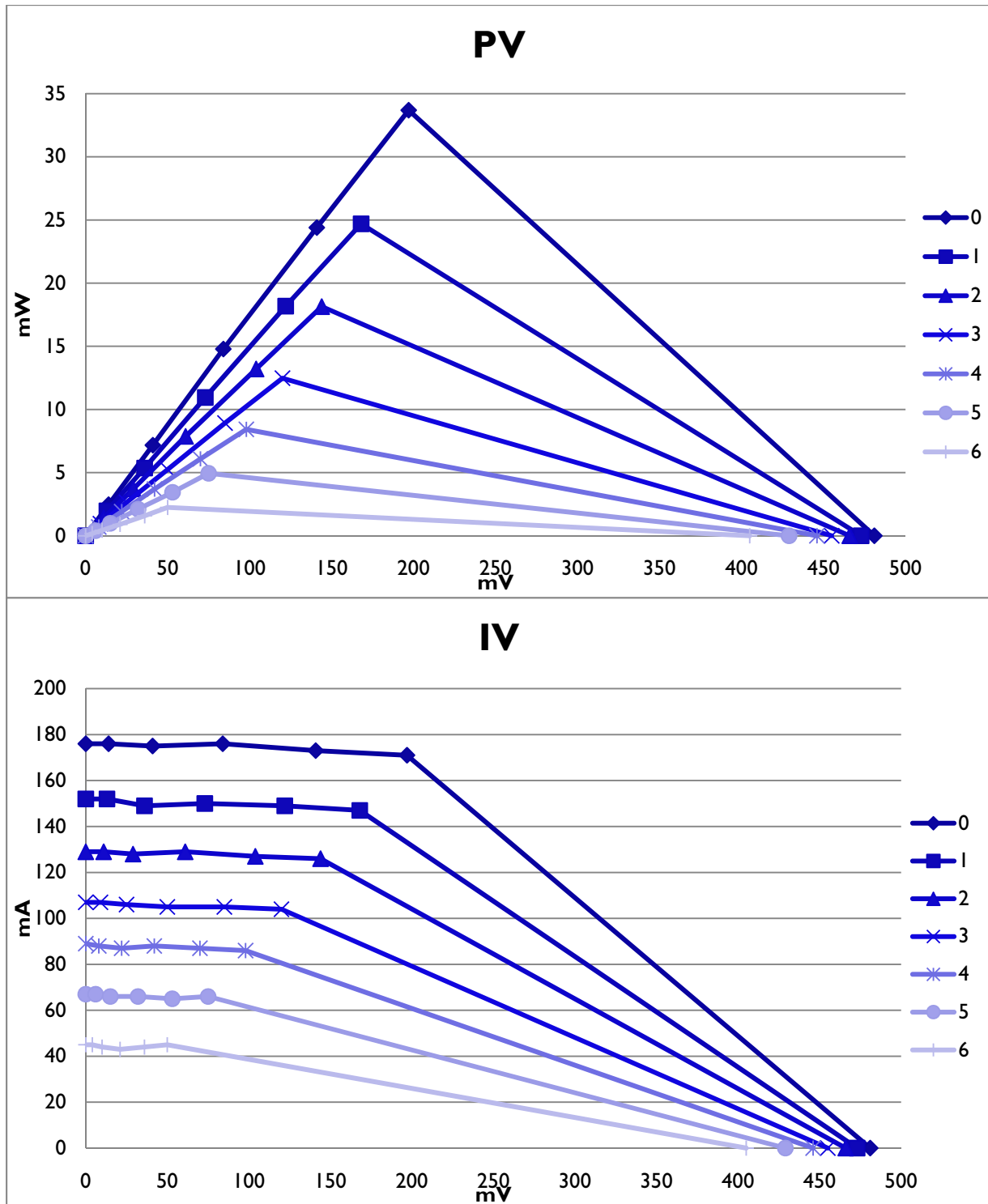
Ook is voor de verschillende mate van beschaduwing het MPP berekend en deze waarden zijn uitgezet in onderstaand diagram. Ook het verschil tussen met of zonder diode is vergeleken aan de hand van het MPP. Waarbij duidelijk naar voren komt dat diodes geen invloed hebben op het MPP bij een parallelschakeling en een voornamelijk nadelig effect hebben op een serieschakeling.



Invloed Schaduw op enkele vlinder

Op verzoek van Anniek Braham die zich bezig houdt met instralings simulaties van de vlinders is er nog een kort onderzoek gedaan naar de effecten van het gedeeltelijk beschaduwden van een enkele vlinder. Hiervoor is gebruik gemaakt van een vlinder van het type 2A.

Eerst is gemeten zonder schaduw en daarna is in stapjes van $\frac{1}{6}$ steeds meer schaduw toegevoegd. In de resultaten komt dan ook een daling van de opbrengst met ongeveer $\frac{1}{6}$ naar voren wat duidt op een lineair verband tussen opbrengst en schaduwoppervlak. De gevonden waarden zijn in onderstaande grafieken weergegeven.



Koppeling meetresultaten en ontwerp

Uit al deze testen en onderzoeken komt een grote hoeveelheid data naar boven. In dit hoofdstuk zal er gekeken worden naar de belangrijkste gevonden waarden en ook hun consequenties voor het ontwerp van de Solar Chandelier.

Schaduw

Op het gebied van schaduw is vooral naar voren gekomen dat er een lineaire relatie bestaat tussen het oppervlak van de vlinder en de opbrengst van de vlinder, dit geldt dus ook voor een vlinder waarvan het oppervlak door schaduw is verkleind. Pas als de vlinder in zijn geheel wordt onttrokken van licht zal er een negatief effect optreden in de schakeling waarin deze vlinder is opgenomen. Als er slechts gedeeltelijke schaduw is zal de vlinder weliswaar minder opbrengst hebben, maar hij zal de werking van het systeem niet nadelig beïnvloeden.

Schakeling

De invloed van de manier waarop meerdere vlinders tot een werkend systeem worden geschakeld heeft veel invloed op de opbrengst van het systeem en op de manier waarop het systeem reageert op licht en schaduw. De vlinders kunnen in serie geplaatst zijn of parallel aan elkaar, en natuurlijk veel combinaties van serie en parallel. Daarom is er in de onderzoeken ook telkens een vergelijking gemaakt tussen serie en parallel en alle tussenvormen. Op deze manier is het mogelijk om een duidelijk beeld te krijgen van de invloed van de schakeling op de werking en schaduwbestendigheid van het systeem.

Bypassdiode

Een andere oplossing die is onderzocht is de toevoeging van bypassdiodes die ervoor zorgen dat de beschaduwde vlinders buiten de schakeling worden gehouden en zodoende geen negatieve invloed kunnen hebben op het systeem.

Voor het uiteindelijke ontwerp is het van belang om te weten welke manier van schakelen gebruikt gaat worden omdat dit veel invloed heeft op de vorm van het frame, aangezien het frame grotendeels als geleider gebruikt zal worden. Ook het wel of niet gebruiken van diodes heeft veel invloed, vooral als er per vlinder een diode gebruikt gaat worden zal hier in de drager van de vlinder ruimte voor gemaakt dienen te worden. In het volgende hoofdstuk zal aan de hand van de gevonden meetresultaten en bevindingen een aantal conclusies besproken worden.



Conclusies

De conclusies van al het gedane onderzoek is het beste te beschrijven als antwoorden op de vragen uit de vraagstelling die aan het begin van het project gesteld waren.

De centrale vragen:

- 1 Hoeveel energie leveren de individuele vlinders?
- 2 Wat is de invloed van schaduw op de vlinders?
- 3 Hoe kan de output van de vlinders optimaal benut worden?

De hieruit voortgekomen deelvragen:

- 1.1 hoeveel energie leveren de vlinders bij optimale lichtinval?
Wat is het voltage en amperage van de zonnecellen in vol daglicht?
- 1.2 hoeveel energie leveren de vlinders bij minimale lichtinval?
Wat is het voltage en amperage van de zonnecellen op een winterdag in een donkere kamer?
- 1.3 Wat is de efficiëntie van de vlinders in een binnenruimte?
Wat is het voltage en amperage van de zonnecellen in een binnenruimte, en hoe efficiënt werken deze dan?
- 2.1 Hoe gedragen de vlinders zich als ze geheel in de schaduw zijn?
Hoe verandert het elektrische gedrag van de zonnecellen als ze geheel beschaduwd worden?
- 2.2 Hoe gedragen de vlinders zich als ze gedeeltelijk in de schaduw zijn?
Hoe verandert het elektrische gedrag van de zonnecellen als ze gedeeltelijk beschaduwd worden?
- 3.1 Wat is de beste manier om de vlinders aan elkaar te koppelen?
Hoe is met behulp van een schakeling de problemen die kunnen optreden bij beschaduwde zonnecellen op te lossen?

Om antwoord te geven op alle centrale vragen zal eerst het antwoord op de deelvragen gegeven moeten worden.

Deelvraag 1.1 Hoeveel energie leveren de vlinders bij optimale lichtinval?

Het antwoord op deze deelvraag is gegeven door de meting die aan het begin van het onderzoek is verricht in de buitenlucht met zonlicht. Tijdens deze meting is namelijk ook gemeten bij 1000 W/m^2 wat over het algemeen gebruikt wordt als ideale instraling voor met name het specificeren van zonnecellen. Bij deze 1000 W/m^2 was het voltage 584mV, het amperage 4,51A, het vermogen 2,634W en de efficiëntie 14,08%.

Het MaximumPowerpoint is bij V_{mpp} 440mV, I_{mpp} 3,4A en is 1,99W

Instraling	Voltage	Stroom	Vermogen	Efficiëntie	MPP	V_{mpp}	I_{mpp}
1000 W/m^2	584mV	4,51A	2,634W	14,08%	1,99W	440mV	3,4A

Deelvraag 1.2 Hoeveel energie leveren de vlinders bij minimale lichtinval?

Om deze deelvraag te beantwoorden zijn de metingen in de testopstelling uitgevoerd bij een lichtintensiteit van 31 W/m^2 . Dit komt overeen met een meting die is uitgevoerd waarin er gekeken is naar de instraling op diverse plaatsen binnenskamers op een lichtbewolkte dag.

Distance from the window	Measured irradiance	Output voltage	Output current	Output power
0 m	52 W/m^2	1.062 V	0.163 A	0.173 W
1 m	33 W/m^2	1.008 V	0.083 A	0.084 W
2 m	4 W/m^2	0.842 V	0.020 A	0.017 W

Tabel 1



Kijkend naar de meetresultaten van hetzelfde type vlinder als gebruikt voor de buitenmeting levert dat de volgende waarden op V_{oc} 485mV I_{cc} 0,151A, vermogen 0,073W en de efficiëntie 12,60%. Het MaximumPowerpoint is bij V_{mpp} 365,69mV, I_{mpp} 113,85A en is 0,055W.

Instraling	Voltage	Stroom	Vermogen	Efficiëntie	MPP	V_{mpp}	I_{mpp}
31 W/m^2	485mV	0,151A	0,073W	12,60%	0,055W	365,69mV	113,85A

Tengevolge van het lagere instralingniveau, nog maar 3,1% van buiten, is het geleverde vermogen een stuk lager, nog maar 2,76%, maar de efficiëntie is nog 89,49%.

Deelvraag 1.3 Wat is de efficiëntie van de vlinders in een binnenruimte?

Het antwoord op deze deelvraag is voor een deel al gegeven bij de vorige deelvraag, hier dus een uitgebreider antwoord. Hiernaast is in tabel 2 met daarin de efficiënties gemeten bij 31 W/m^2 wat overeen komt met de straling in een binnenruimte. Bij de vorige deelvraag was al naar voren gekomen dat vlinder 2A bij een instraling van 1000 W/m^2 een efficiëntie heeft van 14,08%. De datasheet vermeldt dat de standaardcel een efficiëntie heeft van 14,2% bij 1000 W/m^2 , wat betekent dat de efficiëntie bij lagere instralingen omhoog is gegaan.

Type vlinder	Efficiëntie
Standaard cel	15,25
1A	12,05
2A	12,60
3A	13,99
1B	12,88
2B	11,92
Gemiddeld	13,11

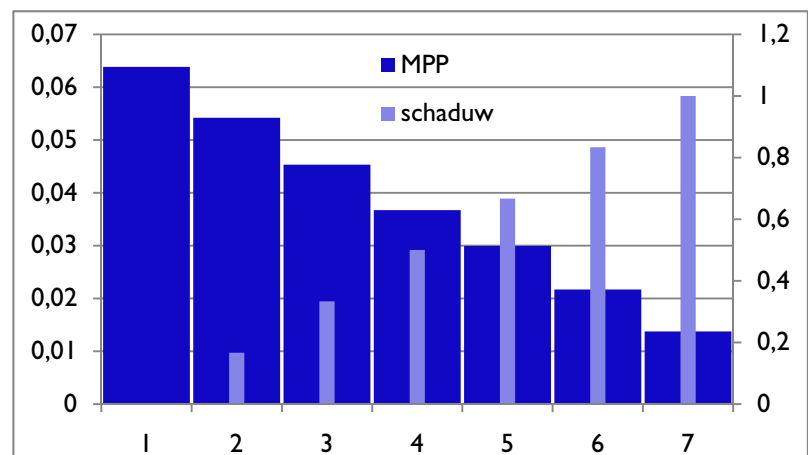
Tabel 2

Deelvraag 2.1 Hoe gedragen de vlinders zich als ze geheel in de schaduw zijn?

Deelvraag 2.2 Hoe gedragen de vlinders zich als ze gedeeltelijk in de schaduw zijn?

Om deze vragen te beantwoorden is veel onderzoek gedaan, met name naar de manieren om de problemen die ontstaan als ze geheel of gedeeltelijk in de schaduw zijn in kaart te brengen. Als er op een deel van een zonnecel geen licht valt, wekt dit deel ook geen energie op, wat resulteert in een lagere output van de zonnecel als geheel. Uit een test gedaan met een vlinder van het type 2A kwam naar voren dat er een lineair verband is tussen oppervlak en opbrengst.

Als echter de gehele vlinder wordt beschaduwde geeft hij geen output, wat logisch is. Maar als deze vlinder aangesloten binnen een systeem van meerdere vlinders die wel output geven, dan gaat de beschaduwde vlinder zich gedragen als een weerstand, waardoor het hele systeem beneden optimaal functioneert. Zie figuur 8



Figuur 8



Deelvraag 3.1 Wat is de beste manier om de vlinders aan elkaar te koppelen?

Om het verlies door schaduw zoveel mogelijk te beperken is er onderzocht welke manier van het aan elkaar schakelen van de vlinders het best geschikt is en dus met de beperkte hoeveelheid licht binnenshuis zoveel mogelijk energie kan opwekken.

De verschillende voor en nadelen van serieschakeling en parallelschakeling met betrekking tot de belangrijkste eigenschappen van een zonnecel zijn weergegeven in tabel 3

	Parallel	Serie
Voltage	-	+
Stroom	+	-
Vermogen	+	-
Schaduw bestendig	+	-
Efficiëntie	+	-

Tabel 3

Op het eerste gezicht lijkt parallel schakelen veel beter, echter is er naast de theoretische wereld ook nog een praktische wereld, en daar komt meteen het grootste nadeel van parallel schakelen om de hoek kijken, namelijk het aansluiten van de vlinders. Alle vlinders stuk voor stuk parallel aan sluiten zou resulteren in een enorme hoeveelheid draden die in het frame weggewerkt dienen te worden. Als er meerdere vlinders parallel genomen worden resulteert dit door de hoge stroom en de lage voltage in verhouding erg dikke aansluitdraden, aangezien er door het lage voltage al vrij snel verlies optreedt tengevolge van spanningsval in de draden.

Uiteindelijk is er in samenspraak met Sebastian Kettler en Angèle Reinders besloten om zoveel mogelijk gebruik te maken van serieschakelingen met per serie een diode in plaats van een diode per vlinder. Op deze manier is het frame redelijk simpel te houden en hoeft er geen ruimte gemaakt worden in de drager van de vlinder voor een diode, wat het uiterlijk van de Solar Chandelier ten goede komt.



Bijlage Experimentele Opstelling Solar Chandelier

Rik de Konink

S0098434

06-11-2009

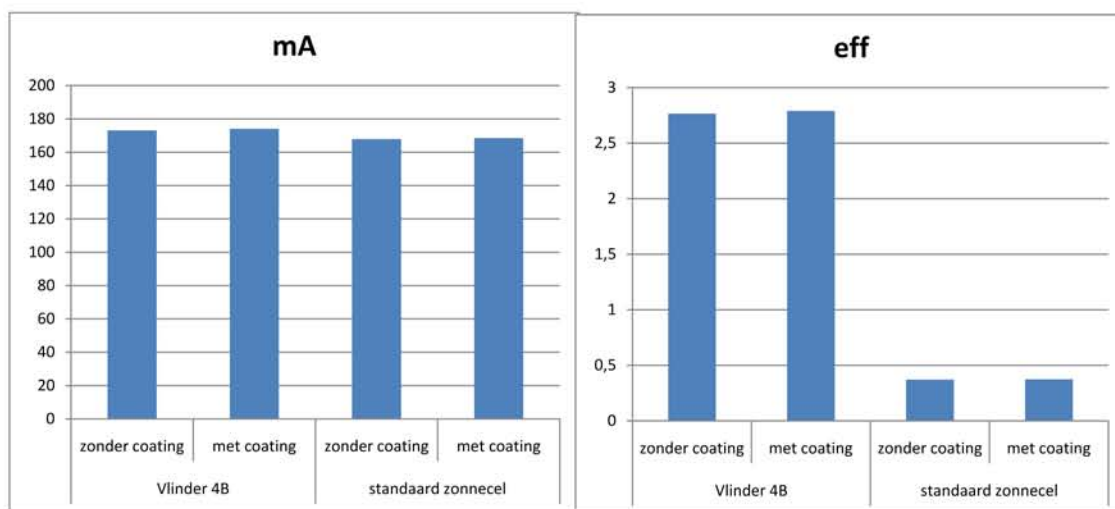
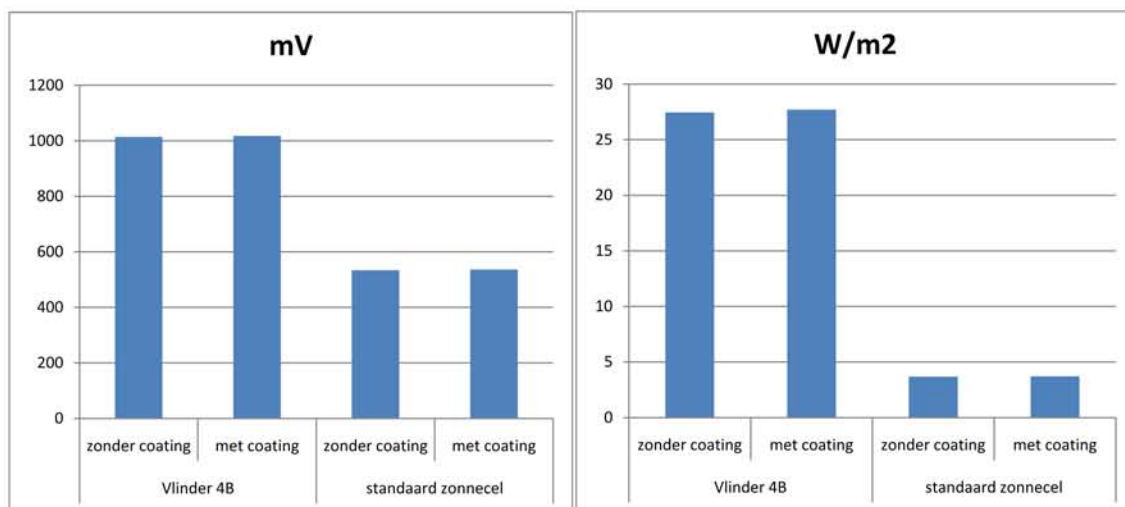
Begeleider: Angèle Reinders

Inhoudsopgave	
20090610 – Coating	3
20090612 - eerste meetresultaten	4
20090624 - Afwijkingen in de ruimtehoek	5
20090714 – Buitenmeting	6
20090722 - Spanningsval & Draaddiktes	7
20090806 - meting 1 grafieken	8
20090806 - meting 1 data	9
20090810 - meting 2 schaduw	11
20090812 - overzicht verschillende types grafieken	13
20090812 - overzicht verschillende types data	14
20090812 - verliestest grafiek	15
20090812 - verliestest data	16
20090813 - Efficiëntie grafiek	17
20090813 - Efficiëntie data	18
20090818 - iv & pv curves & MPP	26
20090818 - iv & pv curves & MPP data	27
20090827 - gedeeltelijk beschaduwen 1 vlinder grafieken	43
20090827 - gedeeltelijk beschaduwen 1 vlinder data	44
Datasheet Kipp&Zonen cmp3	45
Datasheet Osram PowerballHCI	47
Datasheet Osram PTi 150/220-240 I	50
Datasheet Sunways Solar Cells	52
Plan van Aanpak	54

20090610 - Coating

meting verricht onder halogeenlampen @ 993w/m2

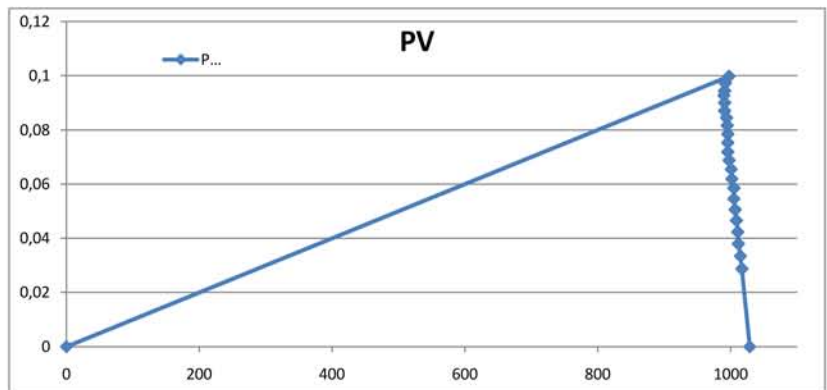
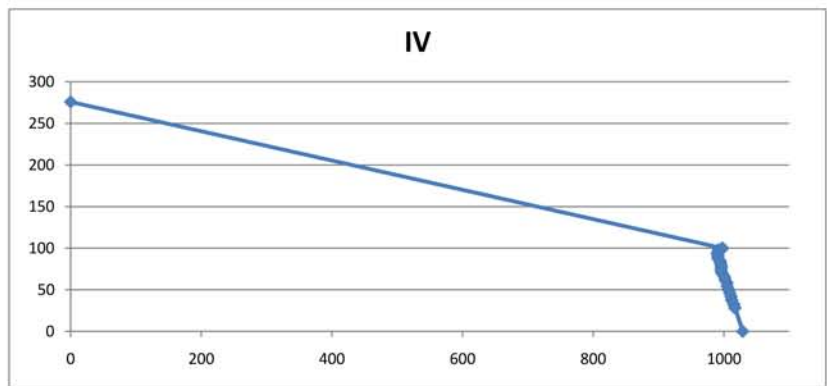
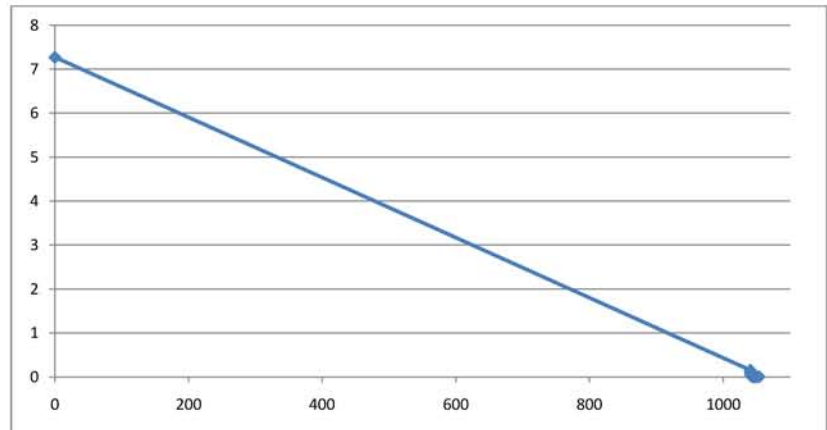
		mV	mA	W	W/m2	eff
Vlinder 4B	zonder coating	1014	173	0,175422	27,45258	2,76461
	met coating	1017	174	0,176958	27,69296	2,788817
	verschil	-3	-1	-0,00154	-0,24038	-0,02421
	verschil %	100,2959	100,578	100,8756	100,8756	100,8756
standaard zonnecel	zonder coating	534	167,9	0,089659	3,683591	0,370956
	met coating	536	168,4	0,090262	3,708398	0,373454
	verschil	-2	-0,5	-0,0006	-0,02481	-0,0025
	verschil %	100,3745	100,2978	100,6734	100,6734	100,6734



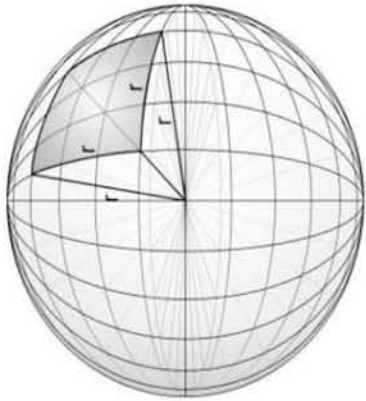
20090612 - eerste meetresultaten

meting	lux	w/m2	mV	mA
1	4200	193	0,01	7,27
2	4200	195	1041	0,15
3	4200	195	1041	0,09
4	4200	195	1042	0,084
5	4200	195	1042	0,082
6	4200	195	1042	0,06
7	4200	195	1042	0,051
8	4200	195	1042	0,041
9	4200	195	1042	0,032
10	4300	196	1043	0,025
11	4200	196	1043	0,022
12	4200	195	1044	0,02
13	4300	196	1045	0,016
14	4300	196	1045	0,014
15	4300	196	1045	0,012
16	4300	196	1045	0,011
17	4300	196	1047	0,009
18	4300	196	1049	0,008
19	4300	196	1050	0,006
20	4300	196	1054	0,005
			1059	0,01

meting2	lux	w/m2	ohm	mV	mA	p=u*i
1	4300	194	7,04	998	100	2,76E-06
2	4300	196	7,2	992	98	0,097216
3	4400	197	7,5	991	95,3	0,094442
4	4300	196	7,67	990	93,7	0,092763
5	4400	197	8,02	991	90,9	0,090082
6	4400	197	8,39	991	87,9	0,087109
7	4400	197	8,8	994	85	0,08449
8	4400	200	9,25	995	82,1	0,08169
9	4400	200	9,75	996	78,8	0,078485
10	4400	200	10,31	996	75,6	0,075298
11	4400	200	11	996	72,2	0,071911
12	4400	200	11,65	998	68,9	0,068762
13	4400	200	12,45	1001	65,4	0,065465
14	4400	201	13,38	1002	61,8	0,061924
15	4400	201	14,45	1005	58,2	0,058491
16	4500	202	15,71	1005	54,3	0,054572
17	4500	202	17,22	1007	50,3	0,050652
18	4500	203	19,04	1009	46,2	0,046616
19	4500	203	21,29	1011	41,9	0,042361
20	4500	203	24,15	1012	37,5	0,03795
21	4400	202	27,89	1015	33	0,033495
22	4600	204	33	1017	28,3	0,028781
	4600	204	0	1029	0,01	1,03E-05
	4600	204	0	0	0	



20090624 - Afwijkingen in de ruimtehoek



afwijking (m)	afwijking (%)
0,000441105	0,019100417
0,000402666	0,015916761
0,000360149	0,012733206
0,000186083	0,010743536
0,000169869	0,008952866
0,000151934	0,007162229
5,51342E-05	0,004774762
5,03302E-05	0,003978953
4,50165E-05	0,00318315
0,000623877	0,038204484
0,000764163	0,057312203
0,001139546	0,127405115
0,001396098	0,191168659
0,001976276	0,382704176
0,002422763	0,574608671
0,001019111	0,101911093
0,004998578	0,99971555

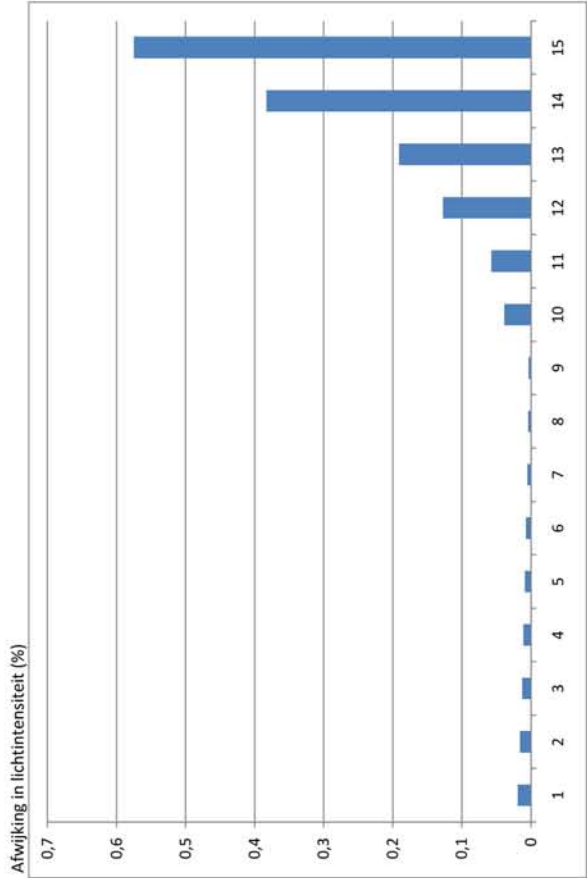
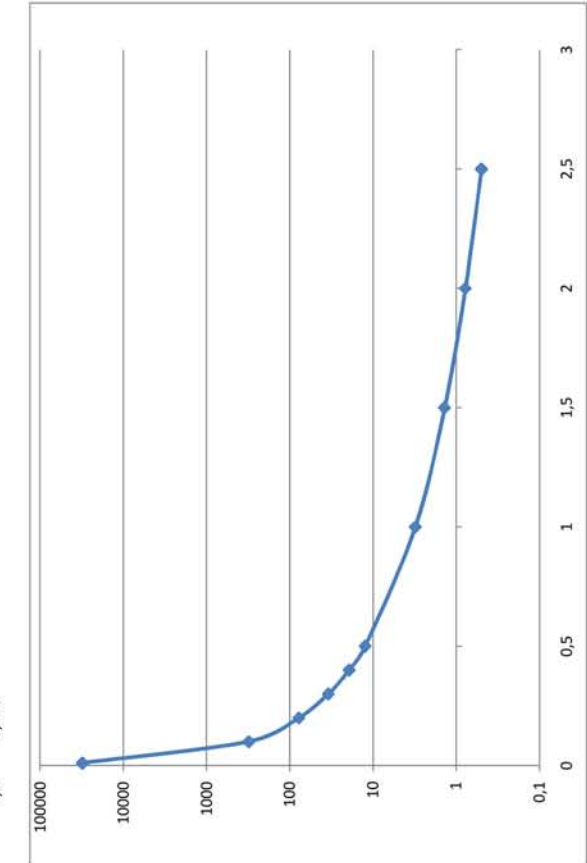
$d \text{ (m)} = (A/\Omega)^{0,5}$
2,309401077
2,529822128
2,828427125
1,732050808
1,897366596
2,121320344
1,154700538
1,264911064
1,414213562
1,632993162
1,333333333
0,894427191
0,730296743
0,516397779
0,421637021
1
0,5

$r \text{ (m)}$
0,04513517
0,04513517
0,04513517
0,02538853
0,02538853
0,02538853
0,01128379
0,01128379
0,01128379
0,04513517
0,04513517
0,04513517
0,04513517
0,04513517
0,04513517
0,0705237

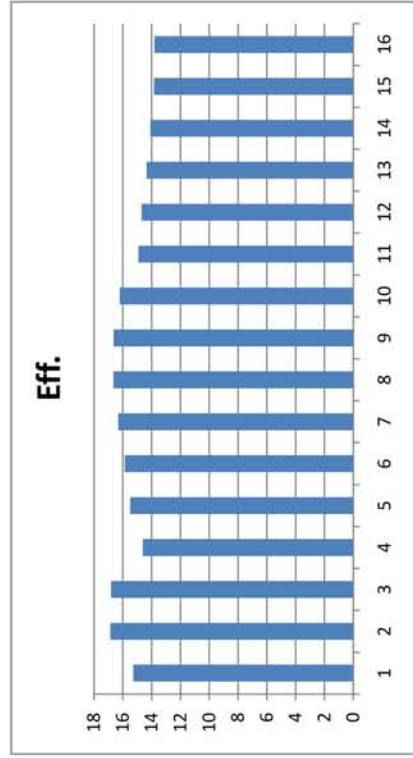
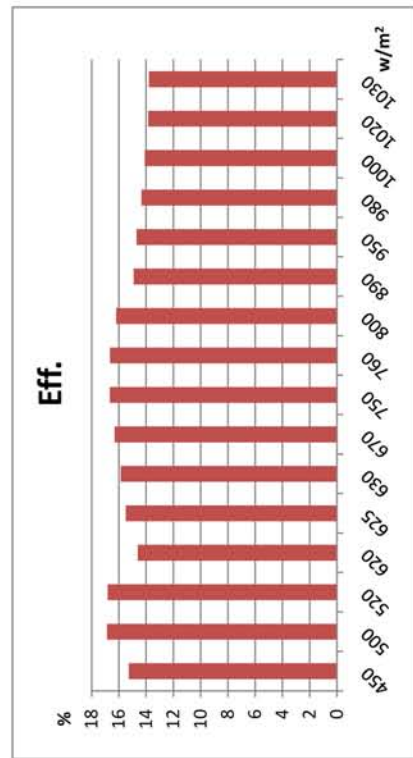
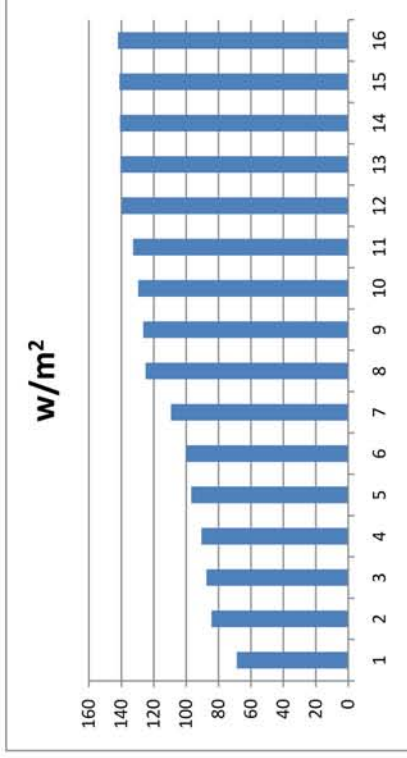
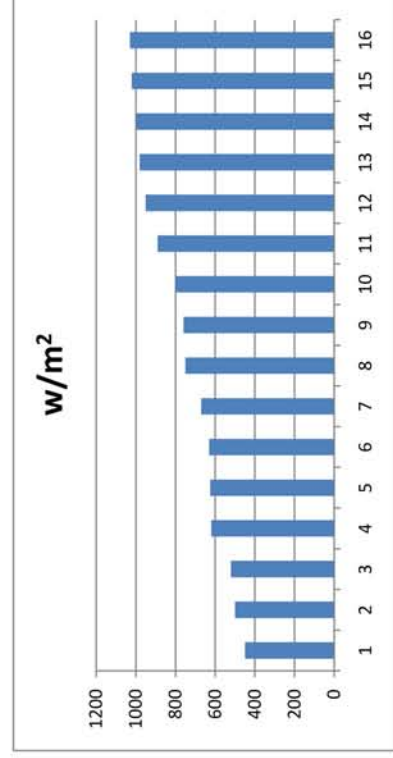
$\Omega \text{ (Sr)}$	$A \text{ (m}^2\text{)} = [b \cdot h \text{ of } b \cdot r \cdot h \text{ (m)}]$
1	0,03
2	0,025
3	0,02
4	0,03
5	0,025
6	0,02
7	0,03
8	0,025
9	0,02
10	0,06
11	0,09
12	0,2
13	0,3
14	0,6
15	0,9

Afname Lichtintensiteit over afstand

$d \text{ (m)}$	$E \text{ (lm)}$
0,01	31000
0,1	310
0,2	77,5
0,3	34,4444
0,4	19,375
0,5	12,4
1	3,1
1,5	1,37778
2	0,775
2,5	0,496



20090714 - Buitenmeting



20090722 - Spanningsval & Draaddiktes

variabele is oppervlak draad

spanning (V)	lengte (M)	stroom (A)	oppervlak (mm2)	diameter (mm)	delta U (V)	delta U (%)
2	1	1	8	1	1,128379167	0,280701754
2	1	1	8	2	1,595769122	0,140350877
2	1	1	8	3	1,954410048	0,093567251
2	1	1	8	4	2,256758334	0,070175439
2	1	1	8	5	2,523132522	0,056140351
2	1	1	8	6	2,763953196	0,046783626
2	1	1	8	7	2,985410661	0,040100251
2	1	1	8	8	3,191538243	0,035087719

variabele is oppervlak draad

spanning (V)	lengte (M)	stroom (A)	oppervlak (mm2)	diameter (mm)	delta U (V)	delta U (%)
2	2	2	8	1	1,128379167	0,561403509
2	2	2	8	2	1,595769122	0,280701754
2	2	2	8	3	1,954410048	0,187134503
2	2	2	8	4	2,256758334	0,140350877
2	2	2	8	5	2,523132522	0,112280702
2	2	2	8	6	2,763953196	0,093567251
2	2	2	8	7	2,985410661	0,080200501
2	2	2	8	8	3,191538243	0,070175439

variabele is spanning

spanning (V)	lengte (M)	stroom (A)	oppervlak (mm2)	diameter (mm)	delta U (V)	delta U (%)
0,5	1	1	8	5	2,523132522	0,056140351
0,75	1	1	8	5	2,523132522	0,056140351
1	1	1	8	5	2,523132522	0,056140351
1,25	1	1	8	5	2,523132522	0,056140351
1,5	1	1	8	5	2,523132522	0,056140351
1,75	1	1	8	5	2,523132522	0,056140351
2	1	1	8	5	2,523132522	0,056140351
2,25	1	1	8	5	2,523132522	0,056140351

variabele is lengte draad

spanning (V)	lengte (M)	stroom (A)	oppervlak (mm2)	diameter (mm)	delta U (V)	delta U (%)
2	0,5	1	8	5	2,523132522	0,028070175
2	0,75	1	8	5	2,523132522	0,042105263
2	1	1	8	5	2,523132522	0,056140351
2	1,25	1	8	5	2,523132522	0,070175439
2	1,5	1	8	5	2,523132522	0,084210526
2	1,75	1	8	5	2,523132522	0,098245614
2	2	1	8	5	2,523132522	0,112280702
2	2,25	1	8	5	2,523132522	0,126315789

variabele is stroom

spanning (V)	lengte (M)	stroom (A)	oppervlak (mm2)	diameter (mm)	delta U (V)	delta U (%)
2	1	1	1	5	2,523132522	0,007017544
2	1	2	2	5	2,523132522	0,014035088
2	1	3	3	5	2,523132522	0,021052632
2	1	4	4	5	2,523132522	0,028070175
2	1	5	5	5	2,523132522	0,035087719
2	1	6	6	5	2,523132522	0,042105263
2	1	7	7	5	2,523132522	0,049122807
2	1	8	8	5	2,523132522	0,056140351

Omstandigheden 50 W/m2

1 vlinder parallel geschakeld

Diameter	Opp	Lengte	stroom	spanning	delta U (V)	delta U (%)
1	1,570796	1	0,3	0,6	0,006701261	1,116876794
2	6,283185	1	0,3	0,6	0,001675315	0,279219198
3	14,13717	1	0,3	0,6	0,000744585	0,124097422

10 vinders in serie geschakeld

Diameter	Opp	Lengte	stroom	spanning	delta U (V)	delta U (%)
1	1,570796	2	0,3	6	0,013402522	0,223375359
2	6,283185	2	0,3	6	0,00335063	0,05584384
3	14,13717	2	0,3	6	0,001489169	0,024819484

10 vinders in parallel geschakeld

Diameter	Opp	Lengte	stroom	spanning	delta U (V)	delta U (%)
1	1,570796	2	3	0,6	0,134025215	22,33753587
2	6,283185	2	3	0,6	0,033506304	5,584383968
3	14,13717	2	3	0,6	0,014891691	2,48194843

10 parallele schakelingen van 10 vinders in serie geschakeld

Diameter	Opp	Lengte	stroom	spanning	delta U (V)	delta U (%)
1	1,570796	4	3	6	0,26805043	4,467507175
2	6,283185	4	3	6	0,067012608	1,116876794
3	14,13717	4	3	6	0,029783381	0,496389686

Omstandigheden 450 W/m2

1 vlinder parallel geschakeld

Diameter	Opp	Lengte	stroom	spanning	delta U (V)	delta U (%)
1	1,570796	1	2,2	0,6	0,049142579	8,19042982
2	6,283185	1	2,2	0,6	0,01285645	2,047607455
3	14,13717	1	2,2	0,6	0,005460287	0,910047758

10 vinders in serie geschakeld

Diameter	Opp	Lengte	stroom	spanning	delta U (V)	delta U (%)
1	1,570796	2	2,2	6	0,098285158	1,638085964
2	6,283185	2	2,2	6	0,024571289	0,409521491
3	14,13717	2	2,2	6	0,010920573	0,182009552

10 vinders in parallel geschakeld

Diameter	Opp	Lengte	stroom	spanning	delta U (V)	delta U (%)
1	1,570796	2	22	0,6	0,982851578	163,8085964
2	6,283185	2	22	0,6	0,245712895	40,9521491
3	14,13717	2	22	0,6	0,109205731	18,20095516

10 parallele schakelingen van 10 vinders in serie geschakeld

Diameter	Opp	Lengte	stroom	spanning	delta U (V)	delta U (%)
1	1,570796	4	22	6	1,965703157	32,76171928
2	6,283185	4	22	6	0,491425789	8,19042982
3	14,13717	4	22	6	0,218411462	3,640191031

Omstandigheden 30 W/m2

1 vlinder parallel geschakeld

Diameter	Opp	Lengte	stroom	spanning	delta U (V)	delta U (%)
1	1,57079633	2	0,16	0,6	0,00714801	1,19133525
2	6,28318531	2	0,16	0,6	0,001787	0,29783381
3	14,1371669	2	0,16	0,6	0,00079422	0,13237058

10 vinders in serie geschakeld

Diameter	Opp	Lengte	stroom	spanning	delta U (V)	delta U (%)
1	1,57079633	2	0,16	6	0,00714801	0,11913352
2	6,28318531	2	0,16	6	0,001787	0,02978338
3	14,1371669	2	0,16	6	0,00079422	0,01323706

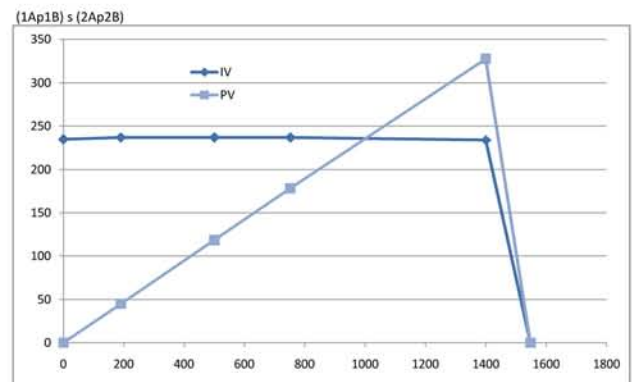
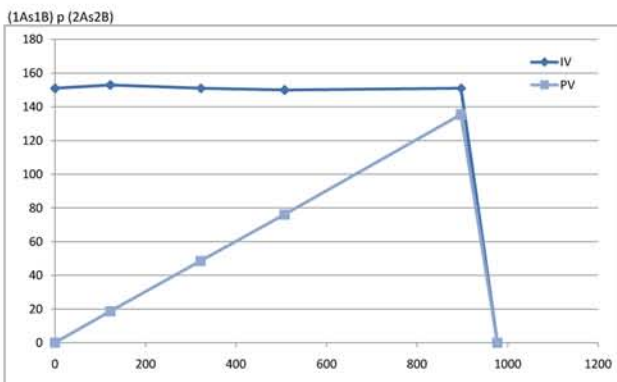
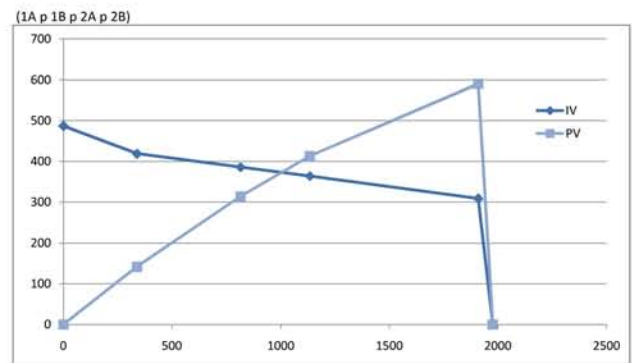
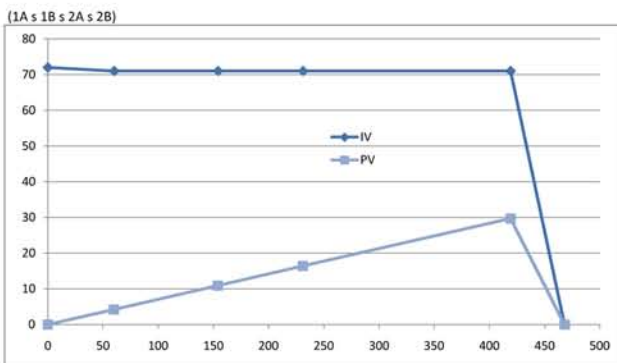
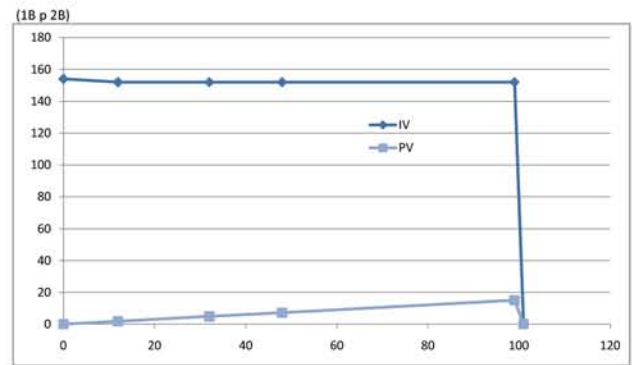
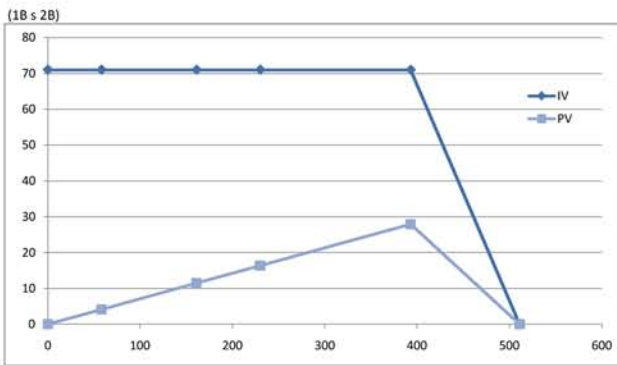
10 vinders in parallel geschakeld

Diameter	Opp	Lengte	stroom	spanning	delta U (V)	delta U (%)
1	1,57079633	2	1,6	0,6	0,07148011	11,9133525
2	6,28318531	2	1,6	0,6	0,01787003	2,97833812
3	14,1371669	2	1,6	0,6	0,00794223	1,32370583

10 parallele schakelingen van 10 vinders in serie geschakeld

Diameter	Opp	Lengte	stroom	spanning	delta U (V)	delta U (%)
1	1,57079633	2	1,6	6	0,07148011	1,19133525
2	6,28318531	2	1,6	6	0,01787003	0,29783381
3	14,1371669	2	1,6	6	0,00794223	0,13237058

20090806 - meting 1 grafieken



20090806 - meting 1 data1

V_{oc}	I_{cc}	w
0,01	71	0,00071
58	71	4,118
161	71	11,431
230	71	16,33
393	71	27,903
511	0,01	0,00511

V_{oc}	I_{cc}	w
0,01	71	0,00071
58	71	4,118
161	71	11,431
230	71	16,33
393	71	27,903
511	0,01	0,00511

V_{oc}	I_{cc}	w
0,01	72	0,00072
60	71	4,26
154	71	10,934
231	71	16,401
419	71	29,749
468	0,01	0,00468

V_{oc}	I_{cc}	w
0,01	487	0,00487
338	419	141,622
815	386	314,59
1134	364	412,776
1909	309	589,881
1976	0,01	0,01976

V_{oc}	I_{cc}	w
0,01	151	0,00151
122	153	18,666
322	151	48,622
507	150	76,05
897	151	135,447
977	0,01	0,00977

V_{oc}	I_{cc}	w
0,01	235	0,00235
190	237	45,03
500	237	118,5
752	237	178,224
1400	234	327,6
1548	0,01	0,01548

w/m^2	V_{oc}	I_{cc}	w	w/m^2	Eff.
34	0,058	0,071	0,004118	0,234778	0,690523
34	0,161	0,071	0,011431	0,65171	1,916795
34	0,23	0,071	0,01633	0,931015	2,738279
34	0,393	0,071	0,027903	1,590821	4,678885
34	0,511	0,071	0,036281	2,068472	6,083741
34	0,929	0,071	0,065959	3,76049	11,06027
34	0,380333	0,071	0,027004	1,539548	4,528081

w/m^2	V_{oc}	I_{cc}	w	w/m^2	Eff.
34	0,058	0,071	0,004118	0,234778	0,690523
34	0,161	0,071	0,011431	0,65171	1,916795
34	0,23	0,071	0,01633	0,931015	2,738279
34	0,393	0,071	0,027903	1,590821	4,678885
34	0,511	0,071	0,036281	2,068472	6,083741
34	0,929	0,071	0,065959	3,76049	11,06027
34	0,380333	0,071	0,027004	1,539548	4,528081

w/m^2	V_{oc}	I_{cc}	w	w/m^2	Eff.
31	0,06	0,071	0,00426	0,075976	0,245085
31	0,154	0,071	0,010934	0,195006	0,629052
31	0,231	0,071	0,016401	0,292509	0,943579
31	0,419	0,071	0,029749	0,530569	1,711513
31	0,468	0,071	0,033228	0,592616	1,911666
31	1,877	0,072	0,135144	2,410273	7,775074
31	0,534833	0,071167	0,038286	0,682825	2,202661

w/m^2	V_{oc}	I_{cc}	w	w/m^2	Eff.
31	0,338	0,419	0,141622	2,525807	8,147765
31	0,815	0,386	0,31459	5,610665	18,09892
31	1,134	0,364	0,412776	7,361798	23,74773
31	1,909	0,309	0,589881	10,52044	33,9369
31	1,976	0,422	0,833872	14,87198	47,97413
31	0,475	0,487	0,231325	4,125647	13,30854
31	1,107833	0,397833	0,420678	7,502723	24,20233

w/m^2	V_{oc}	I_{cc}	w	w/m^2	Eff.
31	0,122	0,153	0,018666	0,332905	1,073888
31	0,322	0,151	0,048622	0,867166	2,79731
31	0,507	0,15	0,07605	1,35634	4,375291
31	0,897	0,151	0,135447	2,415677	7,792506
31	0,977	0,15	0,14655	2,613697	8,431281
31	0,946	0,151	0,142846	2,547637	8,218183
31	0,6285	0,151	0,094697	1,688904	5,448077

w/m^2	V_{oc}	I_{cc}	w	w/m^2	Eff.
31	0,19	0,237	0,04503	0,803103	2,590656
31	0,5	0,237	0,1185	2,11343	6,817515
31	0,752	0,237	0,178224	3,178598	10,25354
31	1,4	0,234	0,3276	5,842697	18,84741
31	1,548	0,233	0,360684	6,432745	20,75079
31	0,955	0,235	0,224425	4,002586	12,91157
31	0,890833	0,2355	0,209077	3,72886	12,02858

meting	w/m^2	ohm	A	V	$P=V \cdot A$	type	opp.	serie/parrallel
1	34	0	0,071	0,058	0,004118	(1B s 2B)	0,01754	(1B s 2B)
2	34	0,09	0,071	0,161	0,011431	(1B s 2B)	0,01754	(1B s 2B)
3	34	0,33	0,071	0,23	0,01633	(1B s 2B)	0,01754	(1B s 2B)
4	34	0,66	0,071	0,393	0,027903	(1B s 2B)	0,01754	(1B s 2B)
5	34	0,99	0,071	0,511	0,036281	(1B s 2B)	0,01754	(1B s 2B)
6	34 open		0,071	0,929	0,065959	(1B s 2B)	0,01754	(1B s 2B)
average	34		0,071	0,380333	0,027004			

meting	w/m^2	ohm	A	V	$P=V \cdot A$	type	opp.	serie/parrallel
1	34	0	0,071	0,058	0,004118	(1B s 2B)	0,01754	(1B s 2B)
2	34	0,09	0,071	0,161	0,011431	(1B s 2B)	0,01754	(1B s 2B)
3	34	0,33	0,071	0,23	0,01633	(1B s 2B)	0,01754	(1B s 2B)
4	34	0,66	0,071	0,393	0,027903	(1B s 2B)	0,01754	(1B s 2B)
5	34	0,99	0,071	0,511	0,036281	(1B s 2B)	0,01754	(1B s 2B)
6	34 open		0,071	0,929	0,065959	(1B s 2B)	0,01754	(1B s 2B)
average	34		0,071	0,380333	0,027004			

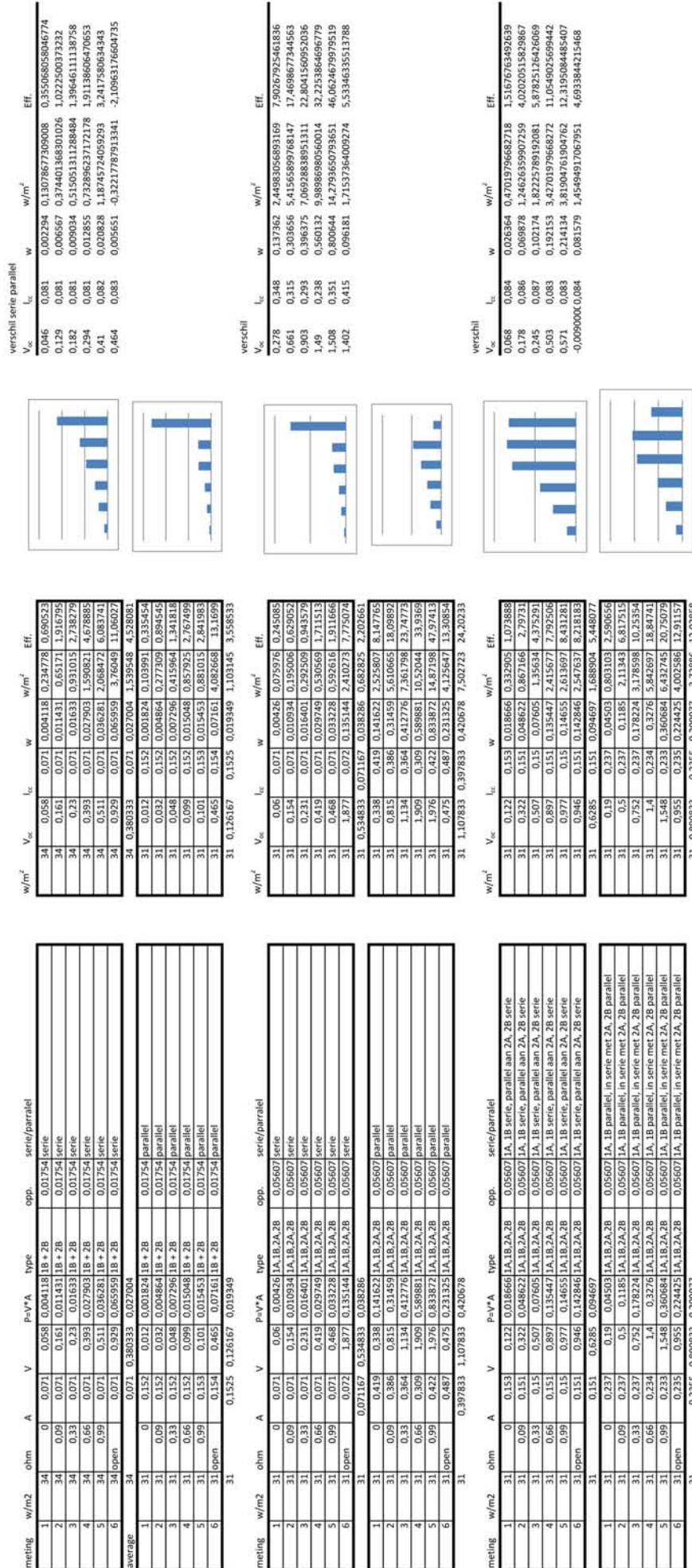
meting	w/m^2	ohm	A	V	$P=V \cdot A$	type	opp.	serie/parrallel
1	31	0	0,071	0,06	0,00426	(1A s 1B s 2A s 2B)	0,05607	(1A s 1B s 2A s 2B)
2	31	0,09	0,071	0,154	0,010934	(1A s 1B s 2A s 2B)	0,05607	(1A s 1B s 2A s 2B)
3	31	0,33	0,071	0,231	0,016401	(1A s 1B s 2A s 2B)	0,05607	(1A s 1B s 2A s 2B)
4	31	0,66	0,071	0,419	0,029749	(1A s 1B s 2A s 2B)	0,05607	(1A s 1B s 2A s 2B)
5	31	0,99	0,071	0,468	0,033228	(1A s 1B s 2A s 2B)	0,05607	(1A s 1B s 2A s 2B)
6	31 open		0,072	1,877	0,135144	(1A s 1B s 2A s 2B)	0,05607	(1A s 1B s 2A s 2B)
31			0,071167	0,534833	0,038286			

meting	w/m^2	ohm	A	V	$P=V \cdot A$	type	opp.	serie/parrallel
1	31	0	0,419	0,338	0,141622	(1A p 1B p 2A p 2B)	0,05607	(1A p 1B p 2A p 2B)
2	31	0,09	0,386	0,815	0,31459	(1A p 1B p 2A p 2B)	0,05607	(1A p 1B p 2A p 2B)
3	31	0,33	0,364	1,134	0,412776	(1A p 1B p 2A p 2B)	0,05607	(1A p 1B p 2A p 2B)
4	31	0,66	0,309	1,909	0,589881	(1A p 1B p 2A p 2B)	0,05607	(1A p 1B p 2A p 2B)
5	31	0,99	0,422	1,976	0,833872	(1A p 1B p 2A p 2B)	0,05607	(1A p 1B p 2A p 2B)
6	31 open		0,487	0,475	0,231325	(1A p 1B p 2A p 2B)	0,05607	(1A p 1B p 2A p 2B)
31			0,397833	1,107833	0,420678			

meting	w/m^2	ohm	A	V	$P=V \cdot A$	type	opp.	serie/parrallel
1	31	0	0,153	0,122	0,018666	(1As1B) p (2As2B)	0,05607	(1As1B) p (2As2B)
2	31	0,09	0,151	0,322	0,048622	(1As1B) p (2As2B)	0,05607	(1As1B) p (2As2B)
3	31	0,33	0,15	0,507	0,07605	(1As1B) p (2As2B)	0,05607	(1As1B) p (2As2B)
4	31	0,66	0,151	0,897	0,135447	(1As1B) p (2As2B)	0,05607	(1As1B) p (2As2B)
5	31	0,99	0,15	0,977	0,14655	(1As1B) p (2As2B)	0,05607	(1As1B) p (2As2B)
6	31 open		0,151	0,946	0,142846	(1As1B) p (2As2B)	0,05607	(1As1B) p (2As2B)
31			0,151	0,6285	0,094697			

meting	w/m^2	ohm	A	V	$P=V \cdot A$	type	opp.	serie/parrallel
1	31	0	0,237	0,19	0,04503	(1Ap1B) s (2Ap2B)	0,05607	(1Ap1B) s (2Ap2B)
2	31	0,09	0,237	0,5	0,1185	(1Ap1B) s (2Ap2B)	0,05607	(1Ap1B) s (2Ap2B)
3	31	0,33	0,237	0,752	0,178224	(1Ap1B) s (2Ap2B)	0,05607	(1Ap1B) s (2Ap2B)
4	31	0,66	0,234	1,4	0,3276	(1Ap1B) s (2Ap2B)	0,05607	(1Ap1B) s (2Ap2B)
5	31	0,99	0,233	1,548	0,360684	(1Ap1B) s (2Ap2B)	0,05607	(1Ap1B) s (2Ap2B)
6	31 open		0,235	0,955	0,224425	(1Ap1B) s (2Ap2B)	0,05607	(1Ap1B) s (2Ap2B)
31			0,2355	0,890833	0,209077			

20090806 - meting 1 data2



20090810 - meting 2 schaduw1

meting	w/m2	ohm	A	V	P=V*A	type	opp.	serie/paarsel	w/m ²	V _{oc}	I _{cc}	w	w/m ²	Eff.
1	31	31	0	0,082	0,065	0,00533	1A,1B,2A,2B	0,037898 (1Ap1B) s (2Ap2B), 2A beschaduwd	31	0,065	0,082	0,00533	0,140641	0,45368
2	31	31	0,09	0,082	0,17	0,01394	1A,1B,2A,2B	0,037898 (1Ap1B) s (2Ap2B), 2A beschaduwd	31	0,17	0,082	0,01394	0,367829	1,186547
3	31	31	0,33	0,082	0,265	0,02173	1A,1B,2A,2B	0,037898 (1Ap1B) s (2Ap2B), 2A beschaduwd	31	0,265	0,082	0,02173	0,573381	1,849617
4	31	31	0,66	0,082	0,484	0,039688	1A,1B,2A,2B	0,037898 (1Ap1B) s (2Ap2B), 2A beschaduwd	31	0,484	0,082	0,039688	1,047232	3,378168
5	31	31	0,99	0,082	0,535	0,04387	1A,1B,2A,2B	0,037898 (1Ap1B) s (2Ap2B), 2A beschaduwd	31	0,535	0,082	0,04387	1,157581	3,734132
6	31	open		0,082	0,9	0,0738	1A,1B,2A,2B	0,037898 (1Ap1B) s (2Ap2B), 2A beschaduwd	31	0,9	0,082	0,0738	1,947332	6,281717
average	31			0,082	0,403167	0,03306			31	0,403167	0,082	0,03306	0,872333	2,813977

1	31	31	0	0,255	0,203	0,051765	1A,1B,2A,2B	0,029658 (1Ap1B) s (2Ap2B), 2A 2B beschaduwd	31	0,203	0,255	0,051765	1,745398	5,630315
2	31	31	0,09	0,253	0,523	0,132319	1A,1B,2A,2B	0,029658 (1Ap1B) s (2Ap2B), 2A 2B beschaduwd	31	0,523	0,253	0,132319	4,461494	14,39192
3	31	31	0,33	0,251	0,8	0,2008	1A,1B,2A,2B	0,029658 (1Ap1B) s (2Ap2B), 2A 2B beschaduwd	31	0,8	0,251	0,2008	6,770517	21,84038
4	31	31	0,66	0,241	1,45	0,34945	1A,1B,2A,2B	0,029658 (1Ap1B) s (2Ap2B), 2A 2B beschaduwd	31	1,45	0,241	0,34945	11,78266	38,00857
5	31	31	0,99	0,243	1,596	0,387828	1A,1B,2A,2B	0,029658 (1Ap1B) s (2Ap2B), 2A 2B beschaduwd	31	1,596	0,243	0,387828	13,07667	42,18282
6	31	open		0,255	0,473	0,120615	1A,1B,2A,2B	0,029658 (1Ap1B) s (2Ap2B), 2A 2B beschaduwd	31	0,473	0,255	0,120615	4,066862	13,11891
average	31			0,249667	0,840833	0,20713			31	0,840833	0,249667	0,20713	6,983934	22,52882

1	31	31	0	0,237	0,19	0,04503	1A,1B,2A,2B	0,05607 (1Ap1B) s (2Ap2B)	31	0,19	0,237	0,04503	0,803103	2,590656
2	31	31	0,09	0,237	0,5	0,1185	1A,1B,2A,2B	0,05607 (1Ap1B) s (2Ap2B)	31	0,5	0,237	0,1185	2,11343	6,817515
3	31	31	0,33	0,237	0,752	0,178224	1A,1B,2A,2B	0,05607 (1Ap1B) s (2Ap2B)	31	0,752	0,237	0,178224	3,178598	10,25354
4	31	31	0,66	0,234	1,4	0,3276	1A,1B,2A,2B	0,05607 (1Ap1B) s (2Ap2B)	31	1,4	0,234	0,3276	5,842697	18,84741
5	31	31	0,99	0,233	1,548	0,360684	1A,1B,2A,2B	0,05607 (1Ap1B) s (2Ap2B)	31	1,548	0,233	0,360684	6,432745	20,75079
6	31	open		0,235	0,955	0,224425	1A,1B,2A,2B	0,05607 (1Ap1B) s (2Ap2B)	31	0,955	0,235	0,224425	4,002586	12,91157
average	31			0,2355	0,890833	0,209077			31	0,890833	0,2355	0,209077	3,72886	12,02858

1	31	31	0	0,074	0,058	0,004292	1A,1B,2A,2B	0,037898 (1As1B) p (2As2B), 2A beschaduwd	31	0,058	0,074	0,004292	0,113251	0,365327
2	31	31	0,09	0,074	0,151	0,011174	1A,1B,2A,2B	0,037898 (1As1B) p (2As2B), 2A beschaduwd	31	0,151	0,074	0,011174	0,294844	0,95111
3	31	31	0,33	0,074	0,235	0,01739	1A,1B,2A,2B	0,037898 (1As1B) p (2As2B), 2A beschaduwd	31	0,235	0,074	0,01739	0,458863	1,480204
4	31	31	0,66	0,074	0,432	0,031968	1A,1B,2A,2B	0,037898 (1As1B) p (2As2B), 2A beschaduwd	31	0,432	0,074	0,031968	0,843527	2,721056
5	31	31	0,99	0,073	0,482	0,035186	1A,1B,2A,2B	0,037898 (1As1B) p (2As2B), 2A beschaduwd	31	0,482	0,073	0,035186	0,928439	2,994966
6	31	open		0,074	0,941	0,069634	1A,1B,2A,2B	0,037898 (1As1B) p (2As2B), 2A beschaduwd	31	0,941	0,074	0,069634	1,837406	5,927115
average	31			0,073833	0,383167	0,028274			31	0,383167	0,073833	0,028274	0,746055	2,40663

1	31	31	0	0,075	0,059	0,004425	1A,1B,2A,2B	0,029658 (1As1B) p (2As2B), 2A 2B beschaduwd	31	0,059	0,075	0,004425	0,149201	0,481293
2	31	31	0,09	0,074	0,157	0,011618	1A,1B,2A,2B	0,029658 (1As1B) p (2As2B), 2A 2B beschaduwd	31	0,157	0,074	0,011618	0,391732	1,263653
3	31	31	0,33	0,074	0,236	0,017464	1A,1B,2A,2B	0,029658 (1As1B) p (2As2B), 2A 2B beschaduwd	31	0,236	0,074	0,017464	0,588846	1,899504
4	31	31	0,66	0,074	0,436	0,032264	1A,1B,2A,2B	0,029658 (1As1B) p (2As2B), 2A 2B beschaduwd	31	0,436	0,074	0,032264	1,087868	3,509253
5	31	31	0,99	0,073	0,484	0,035332	1A,1B,2A,2B	0,029658 (1As1B) p (2As2B), 2A 2B beschaduwd	31	0,484	0,073	0,035332	1,191314	3,842949
6	31	open		0,074	0,948	0,070152	1A,1B,2A,2B	0,029658 (1As1B) p (2As2B), 2A 2B beschaduwd	31	0,948	0,074	0,070152	2,365365	7,63021
average	31			0,074	0,386667	0,028543			31	0,386667	0,074	0,028543	0,962388	3,104477

1	31	31	0	0,237	0,19	0,04503	1A,1B,2A,2B	0,05607 (1As1B) p (2As2B)	31	0,19	0,237	0,04503	0,803103	2,590656
2	31	31	0,09	0,237	0,5	0,1185	1A,1B,2A,2B	0,05607 (1As1B) p (2As2B)	31	0,5	0,237	0,1185	2,11343	6,817515
3	31	31	0,33	0,237	0,752	0,178224	1A,1B,2A,2B	0,05607 (1As1B) p (2As2B)	31	0,752	0,237	0,178224	3,178598	10,25354
4	31	31	0,66	0,234	1,4	0,3276	1A,1B,2A,2B	0,05607 (1As1B) p (2As2B)	31	1,4	0,234	0,3276	5,842697	18,84741
5	31	31	0,99	0,233	1,548	0,360684	1A,1B,2A,2B	0,05607 (1As1B) p (2As2B)	31	1,548	0,233	0,360684	6,432745	20,75079
6	31	open		0,235	0,955	0,224425	1A,1B,2A,2B	0,05607 (1As1B) p (2As2B)	31	0,955	0,235	0,224425	4,002586	12,91157
average	31			0,2355	0,890833	0,209077			31	0,890833	0,2355	0,209077	3,72886	12,02858

verschil						
standaard & 1 beschaduwd						
V _{oc}	I _{sc}	w	w/m ²	Eff.	parallel & serie, 1 beschaduwd	
					V _{oc}	I _{sc}
0,125	0,155	0,0397	0,6624625	2,13697611846371	0,007	0,008000000000000001
0,33	0,155	0,10456	1,7456002	5,63096840196751	0,019	0,008000000000000001
0,487	0,155	0,156494	2,6052169	8,40397580574325	0,03	0,008000000000000001
0,916	0,152	0,287912	4,7954645	15,4692405977618	0,052	0,008000000000000001
1,013	0,151	0,316814	5,2751639	17,0166577687947	0,053	0,009000000000000001
0,05499999	0,153	0,150625	2,0552537	6,62985077450655	-0,04099999999	0,008000000000000001
0,48766666	0,1535	0,1760175	2,8565270	9,21460324453959	0,02	0,008166666666666667
standaard & 2 beschaduwd						
					parallel & serie, 2 beschaduwd	
-0,013	-0,018	-0,006735	-0,9422942	-3,0396589293091	0,144	0,18
-0,023	-0,016	-0,013819	-2,3480647	-7,5744023471678	0,366	0,179
-0,048	-0,014	-0,022576	-3,5919190	-11,5868356416359	0,564	0,177
-0,05	-0,006999999999999	-0,02185	-5,9399588	-19,1611579936857	1,014	0,167
-0,048	-0,009999999999999	-0,027144	-6,6439293	-21,4320300040563	1,112	0,17
0,482	-0,02	0,10381	-0,0642761	-0,207342504088659	-0,475	0,181
0,04999999	-0,0141666666666667	0,001947666666666665	-3,2550733	-10,5002379033239	0,454166666666	0,1756666666666667

verschil tov onbeschaduwd

1	-84,19%
2	-0,93%

standaard & 1 beschaduwd

V _{oc}	I _{sc}	w	w/m ²	Eff.
0,132	0,163	0,04503	0,6898519	2,22532872537632
0,349	0,163	0,1185	1,8185855	5,86640511749766
0,517	0,163	0,178224	2,7197349	8,77333843965533
0,968	0,16	0,3276	4,9991692	16,1263524719095
1,066	0,16	0,360684	5,5043052	17,7558235090926
0,014	0,161	0,224425	2,1651803	6,98445285581478
0,50766666	0,1616666666666667	0,2090771666666667	2,9828045	9,6219501865577

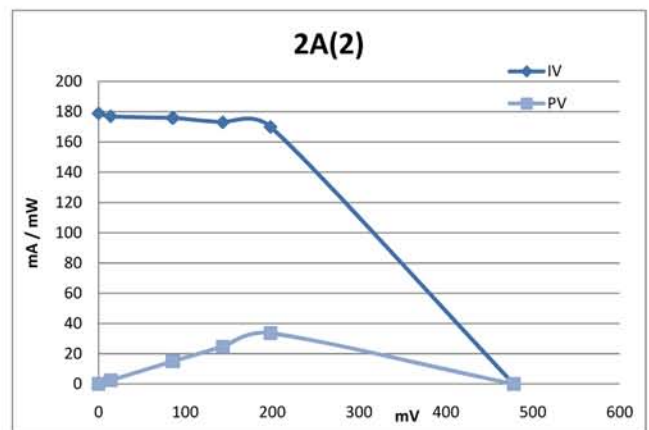
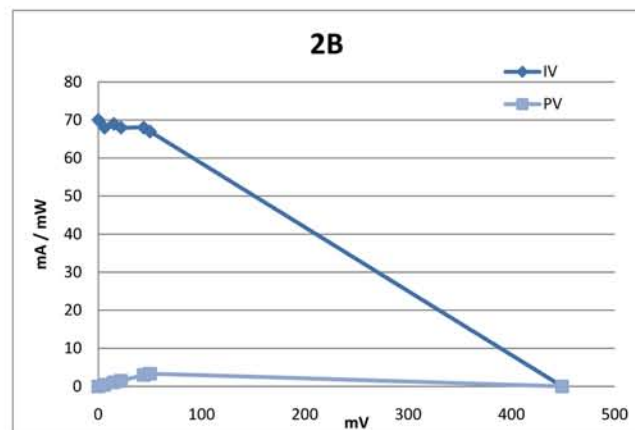
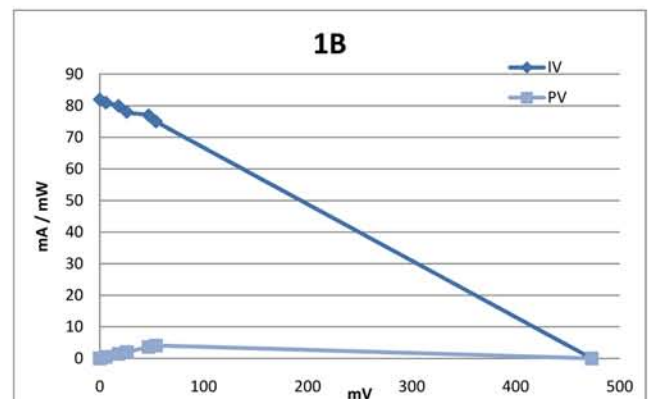
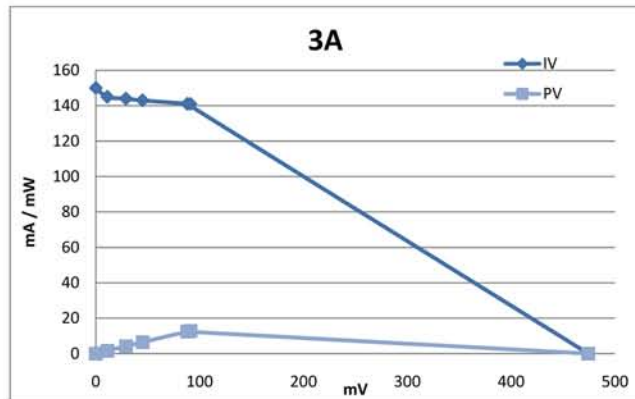
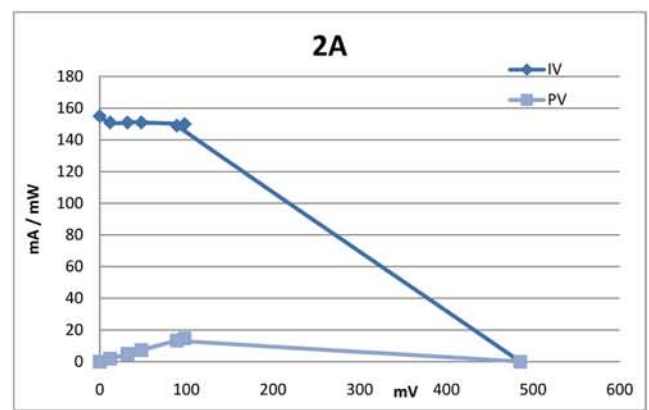
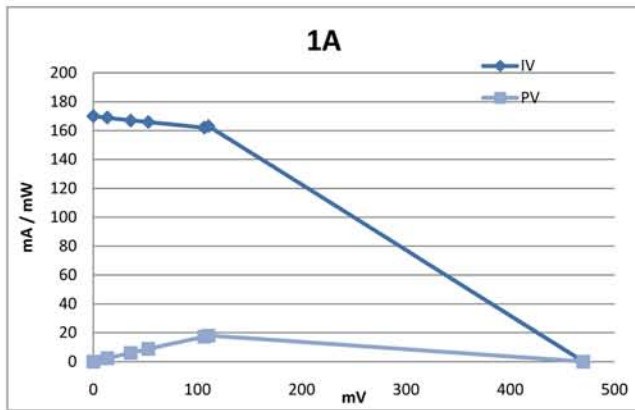
standaard & 2 beschaduwd

0,131	0,162	0,040605	0,6539023	2,1093624955798
0,343	0,163	0,106882	1,7216972	5,55386201712275
0,516	0,163	0,16076	2,5897520	8,35403871310488
0,964	0,16	0,295336	4,7548282	15,3381556876579
1,064	0,16	0,325352	5,2414304	16,9078402153699
0,00700000	0,161	0,154273	1,6372208	5,28135771061705
0,50416666	0,1615	0,1805346666666667	2,7664718	8,92410280657539

verschil tov onbeschaduwd

1	-68,97%
2	-68,74%

20090812 - overzicht verschillende types grafieken



20090812 - overzicht verschillende types data

meting	w/m2	ohm	mA	mV	P=V*A	type	opp.
1	32	0	169	13,4	2264,61A		0,02036
2	32	0,09	167	35,8	5978,61A		0,02036
3	32	0,33	166	52,7	8748,21A		0,02036
4	32	0,66	162	106,4	17236,81A		0,02036
5	32	0,99	163	110,4	17995,21A		0,02036
6	32	open	167	470	784901A		0,02036
average	32		165,6667	131,45	21785,57		

1	32	0	151	12	18122A		0,01817
2	32	0,09	151	32	48322A		0,01817
3	32	0,33	151	48	72482A		0,01817
4	32	0,66	15	98	14702A		0,01817
5	32	0,99	15	89	13352A		0,01817
6	32	open	151	485	732352A		0,01817
average	32		105,6667	127,3333	14988,67		

1	32	0	145	11	15953A		0,01514
2	32	0,09	144	29	41763A		0,01514
3	32	0,33	143	45	64353A		0,01514
4	32	0,66	141	91	128313A		0,01514
5	32	0,99	141	88	124083A		0,01514
6	32	open	143	474	677823A		0,01514
average	32		142,8333	123	17537,83		

1	32	0	80	6	4801B		0,009298
2	32	0,09	75	18	13501B		0,009298
3	32	0,33	80	26	20801B		0,009298
4	32	0,66	81	52	42121B		0,009298
5	32	0,99	81	47	38071B		0,009298
6	32	open	82	473	387861B		0,009298
average	32		79,83333	103,66667	8452,5		

1	32	0	68	6	4082B		0,00824
2	32	0,09	69	15	10352B		0,00824
3	32	0,33	68	22	14962B		0,00824
4	32	0,66	68	44	29922B		0,00824
5	32	0,99	69	43	29672B		0,00824
6	32	open	70	449	314302B		0,00824
average	32		68,66667	96,5	6721,333		

1	32	0	177	14	24782A(2)		0,009298
2	32	0,09	176	85	149602A(2)		0,009298
3	32	0,33	176	86	151362A(2)		0,009298
4	32	0,66	173	143	247392A(2)		0,009298
5	32	0,99	170	198	336602A(2)		0,009298
6	32	open	0	478	02A(2)		0,009298
average	32		145,3333	167,3333	15162,17		

w/m ²	V _{oc}	I _{cc}	w	w/m ²	Eff.
32	13,4	169	0,002265	0,111228	0,347587
32	35,8	167	0,005979	0,293644	0,917639
32	52,7	166	0,008748	0,429676	1,342737
32	106,4	162	0,017237	0,846601	2,645629
32	110,4	163	0,017995	0,883851	2,762033
32	470	167	0,07849	3,855108	12,04721
32	131,45	165,6667	0,021786	1,070018	3,343806

32	12	151	0,001812	0,099725	0,31164
32	32	151	0,004832	0,265933	0,83104
32	48	151	0,007248	0,398899	1,24656
32	98	15	0,00147	0,080903	0,252821
32	89	15	0,001335	0,073473	0,229602
32	485	151	0,073235	4,030545	12,59545
32	127,3333	105,6667	0,014989	0,824913	2,577853

32	11	145	0,001595	0,10535	0,329219
32	29	144	0,004176	0,275826	0,861955
32	45	143	0,006435	0,425033	1,328228
32	91	141	0,012831	0,84749	2,648407
32	88	141	0,012408	0,819551	2,561096
32	474	143	0,067782	4,477015	13,99067
32	123	142,8333	0,017538	1,158377	3,619929

32	6	80	0,00048	0,051624	0,161325
32	18	75	0,00135	0,145193	0,453727
32	26	80	0,00208	0,223704	0,699075
32	52	81	0,004212	0,453001	1,415627
32	47	81	0,003807	0,409443	1,279509
32	473	82	0,038786	4,171435	13,03573
32	103,6667	79,83333	0,008453	0,909066	2,840833

32	6	68	408	49514,56	154733
32	15	69	1035	125606,8	392521,2
32	22	68	1496	181553,4	567354,4
32	44	68	2992	363106,8	1134709
32	43	69	2967	360072,8	1125228
32	449	70	31430	3814320	11919751
32	96,5	68,66667	6721,333	815695,8	2549049

32	14	177	0,002478	0,266509	0,83284
32	85	176	0,01496	1,608948	5,027963
32	86	176	0,015136	1,627877	5,087116
32	143	173	0,024739	2,66068	8,314624
32	198	170	0,03366	3,620133	11,31292
32	478	0	0	0	0
32	167,3333	145,3333	0,015162	1,630691	5,09591

0,01	170	0,0017
13,4	169	2,2646
35,8	167	5,9786
52,7	166	8,7482
106,4	162	17,2368
110,4	163	17,9952
470	0,01	0,0047

0,01	155	0,00155
12	151	1,812
32	151	4,832
48	151	7,248
98	150	14,7
89	149	13,261
485	0,01	0,00485

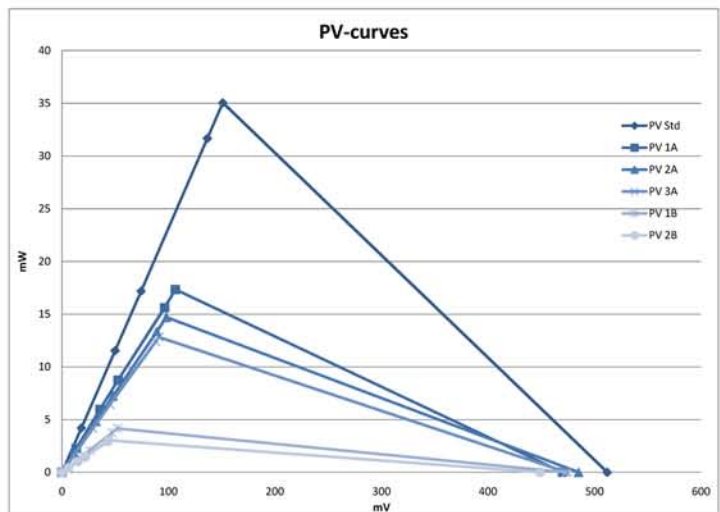
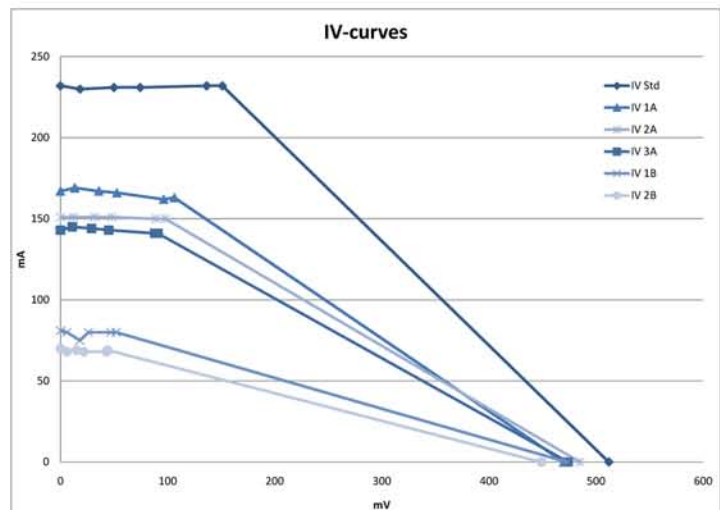
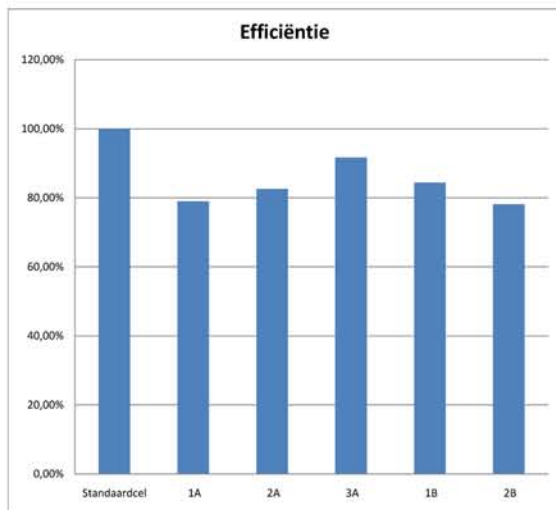
0,01	150	0,0015
11	145	1,595
29	144	4,176
45	143	6,435
91	141	12,831
88	141	12,408
474	0,01	0,00474

0,01	82	0,00082
6	81	0,486
18	80	1,44
26	78	2,028
47	77	3,619
54	75	4,05
473	0,01	0,00473

0,01	70	0,0007
6	68	0,408
15	69	1,035
22	68	1,496
44	68	2,992
50	67	3,35
449	0,01	0,00449

0,001	179	0,000179
14	177	2,478
85	176	14,96
86	176	15,136
143	173	24,739
198	170	33,66
478	0,001	0,000478

20090812 - verliestest grafiek



20090812 - verliestest data

meting		w/m2	ohm	A	V	P=V*A	type	opp.
gemiddeld	1	32	0	0,23	0,0183	0,004209	standaardcel	0,024336
	2	32	0,09	0,231	0,05	0,01155	standaardcel	0,024336
	3	32	0,33	0,231	0,0744	0,017186	standaardcel	0,024336
	4	32	0,66	0,232	0,1366	0,031691	standaardcel	0,024336
	5	32	0,99	0,232	0,1511	0,035055	standaardcel	0,024336
	6	32 open	0,232	0,512	0,118784	standaardcel	0,024336	
gemiddeld		32		0,231333	0,157067	0,036413		
gemiddeld	1	32	0	0,169	0,0134	0,002265	1A	0,02036
	2	32	0,09	0,167	0,0358	0,005979	1A	0,02036
	3	32	0,33	0,166	0,0527	0,008748	1A	0,02036
	4	32	0,66	0,162	0,0964	0,015617	1A	0,02036
	5	32	0,99	0,163	0,1064	0,017343	1A	0,02036
	6	32 open	0,167	0,47	0,07849	1A	0,02036	
gemiddeld		32		0,165667	0,129117	0,021407		
gemiddeld	1	32	0	0,151	0,012	0,001812	2A	0,01817
	2	32	0,09	0,151	0,032	0,004832	2A	0,01817
	3	32	0,33	0,151	0,048	0,007248	2A	0,01817
	4	32	0,66	0,15	0,089	0,01335	2A	0,01817
	5	32	0,99	0,15	0,098	0,0147	2A	0,01817
	6	32 open	0,151	0,485	0,073235	2A	0,01817	
gemiddeld		32		0,150667	0,127333	0,019196		
gemiddeld	1	32	0	0,145	0,011	0,001595	3A	0,01514
	2	32	0,09	0,144	0,029	0,004176	3A	0,01514
	3	32	0,33	0,143	0,045	0,006435	3A	0,01514
	4	32	0,66	0,141	0,088	0,012408	3A	0,01514
	5	32	0,99	0,141	0,091	0,012831	3A	0,01514
	6	32 open	0,143	0,474	0,067782	3A	0,01514	
gemiddeld		32		0,142833	0,123	0,017538		
gemiddeld	1	32	0	0,08	0,006	0,00048	1B	0,009298
	2	32	0,09	0,075	0,018	0,00135	1B	0,009298
	3	32	0,33	0,08	0,026	0,00208	1B	0,009298
	4	32	0,66	0,08	0,047	0,00376	1B	0,009298
	5	32	0,99	0,08	0,052	0,00416	1B	0,009298
	6	32 open	0,081	0,473	0,038313	1B	0,009298	
gemiddeld		32		0,079333	0,103667	0,008357		
gemiddeld	1	32	0	0,068	0,006	0,000408	2B	0,00824
	2	32	0,09	0,069	0,015	0,001035	2B	0,00824
	3	32	0,33	0,068	0,022	0,001496	2B	0,00824
	4	32	0,66	0,068	0,043	0,002924	2B	0,00824
	5	32	0,99	0,069	0,044	0,003036	2B	0,00824
	6	32 open	0,07	0,449	0,03143	2B	0,00824	
gemiddeld		32		0,068667	0,0965	0,006722		

w/m ²	V _{oc}	I _{sc}	w	w/m ²	Eff.
32	0,0183	0,23	0,004209	0,172954	0,54048
32	0,05	0,231	0,01155	0,474606	1,483142
32	0,0744	0,231	0,017186	0,706213	2,206916
32	0,1366	0,232	0,031691	1,302235	4,069486
32	0,1511	0,232	0,035055	1,440467	4,501459
32	0,512	0,232	0,118784	4,880999	15,25312
32	0,157067	0,231333	0,036413	1,496246	4,675768
32	0,0134	0,169	0,002265	0,111228	0,347587
32	0,0358	0,167	0,005979	0,293644	0,917639
32	0,0527	0,166	0,008748	0,429676	1,342737
32	0,0964	0,162	0,015617	0,767033	2,396979
32	0,1064	0,163	0,017343	0,851827	2,66196
32	0,47	0,167	0,07849	3,855108	12,04721
32	0,129117	0,165667	0,021407	1,051419	3,285686
32	0,012	0,151	0,001812	0,099725	0,31164
32	0,032	0,151	0,004832	0,265933	0,83104
32	0,048	0,151	0,007248	0,398899	1,24656
32	0,089	0,15	0,01335	0,734728	2,296024
32	0,098	0,15	0,0147	0,809026	2,528206
32	0,485	0,151	0,073235	4,030545	12,59545
32	0,127333	0,150667	0,019196	1,056476	3,301487
32	0,011	0,145	0,001595	0,10535	0,329219
32	0,029	0,144	0,004176	0,275826	0,861955
32	0,045	0,143	0,006435	0,425033	1,328228
32	0,088	0,141	0,012408	0,819551	2,561096
32	0,091	0,141	0,012831	0,84749	2,648407
32	0,474	0,143	0,067782	4,477015	13,99067
32	0,123	0,142833	0,017538	1,158377	3,619929
32	0,006	0,08	0,00048	0,051624	0,161325
32	0,018	0,075	0,00135	0,145193	0,453727
32	0,026	0,08	0,00208	0,223704	0,699075
32	0,047	0,08	0,00376	0,404388	1,263713
32	0,052	0,08	0,00416	0,447408	1,39815
32	0,473	0,081	0,038313	4,120564	12,87676
32	0,103667	0,079333	0,008357	0,898813	2,808792
32	0,006	0,068	0,000408	0,049515	0,154733
32	0,015	0,069	0,001035	0,125607	0,392521
32	0,022	0,068	0,001496	0,181553	0,567354
32	0,043	0,068	0,002924	0,354854	1,10892
32	0,044	0,069	0,003036	0,368447	1,151396
32	0,449	0,07	0,03143	3,81432	11,91975
32	0,0965	0,068667	0,006722	0,815716	2,549113

V	I	W
0,01	232	0,00232
18,3	230	4,209
50	231	11,55
74,4	231	17,1864
136,6	232	31,6912
151,1	232	35,0552
512	0,01	0,00512
0,089563	FF*I _{sc} *V _{oc}	
0,01	167	0,00167
13,4	169	2,2646
35,8	167	5,9786
52,7	166	8,7482
96,4	162	15,6168
106,4	163	17,3432
470	0,01	0,0047
0,059181	FF*I _{sc} *V _{oc}	
0,01	151	0,00151
12	151	1,812
32	151	4,832
48	151	7,248
89	150	13,35
98	150	14,7
485	0,01	0,00485
0,055219	FF*I _{sc} *V _{oc}	
0,01	143	0,00143
11	145	1,595
29	144	4,176
45	143	6,435
88	141	12,408
91	141	12,831
474	0,01	0,00474
0,051108	FF*I _{sc} *V _{oc}	
0,01	81	0,00081
6	80	0,48
18	75	1,35
26	80	2,08
47	80	3,76
52	80	4,16
473	0,01	0,00473
0,028888	FF*I _{sc} *V _{oc}	
0,01	70	0,0007
6	68	0,408
15	69	1,035
22	68	1,496
43	68	2,924
44	69	3,036
449	0,01	0,00449
0,023698	FF*I _{sc} *V _{oc}	

Efficiëntie
100,00%
MPP

Efficiëntie
78,98%
MPP

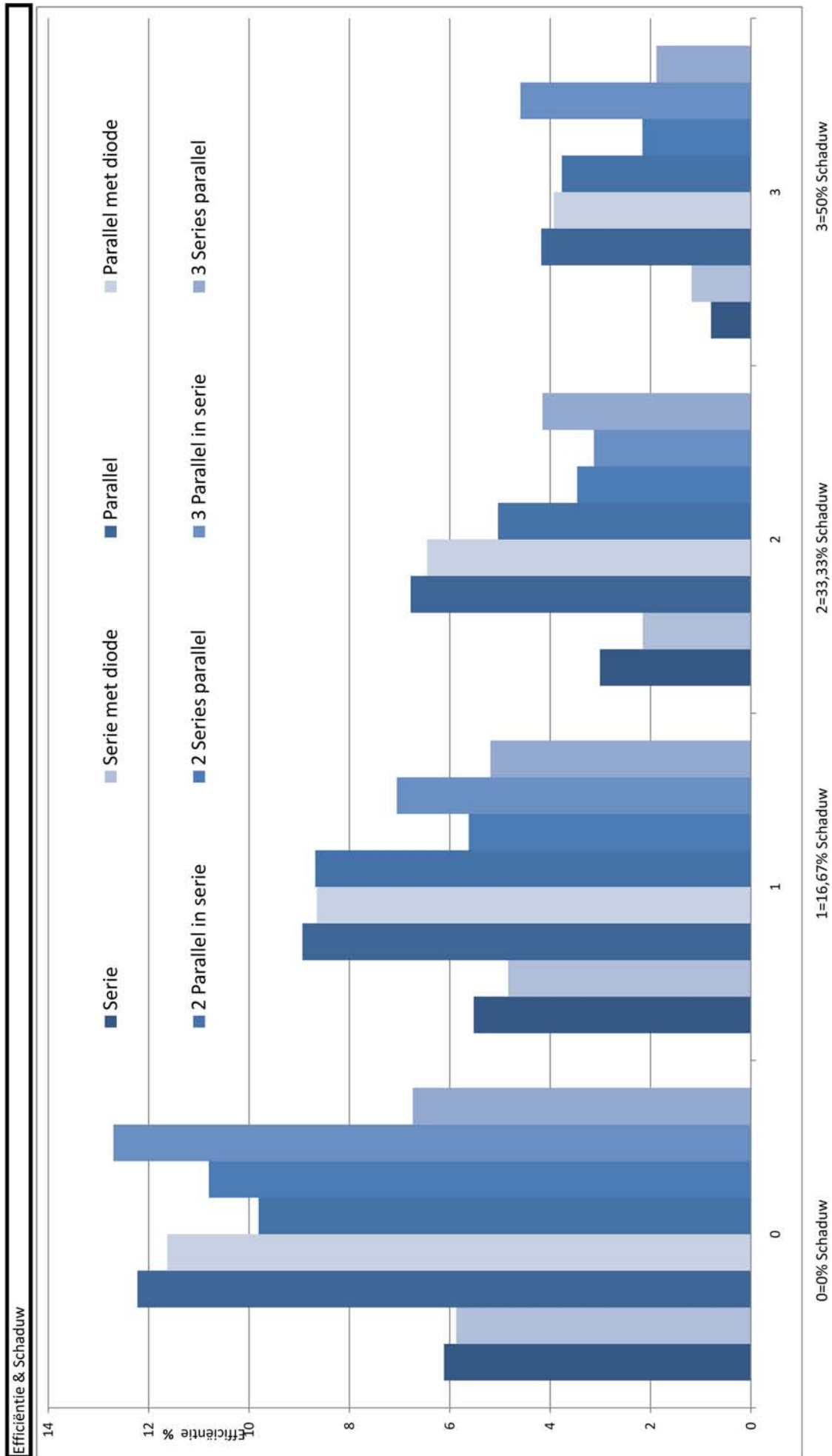
Efficiëntie
82,58%
MPP

Efficiëntie
91,72%
MPP

Efficiëntie
84,42%
MPP

Efficiëntie
78,15%
MPP

20090813 - Efficiëntie grafiek



20090813 - Efficiëntie data1

meting	w/m2	ohm	A	V	P=V*A	type	opp.	Schakeling	schaduw	w/m ²	V _{cc}	I _{cc}	w	w/m ²	Eff.
1	31	31	0	0,065	0,000325	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	1A s 2A s 3A s 1B s 2B s 2A	0%	31	0,005	0,065	0,000325	0,003636	0,01173
2	31	31	0,09	0,066	0,000924	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	1A s 2A s 3A s 1B s 2B s 2A	0%	31	0,014	0,066	0,000924	0,010338	0,033349
3	31	31	0,33	0,066	0,02	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	1A s 2A s 3A s 1B s 2B s 2A	0%	31	0,02	0,066	0,00132	0,014769	0,047641
4	31	31	0,66	0,065	0,042	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	1A s 2A s 3A s 1B s 2B s 2A	0%	31	0,042	0,065	0,00273	0,030544	0,09853
5	31	31	0,99	0,063	0,00252	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	1A s 2A s 3A s 1B s 2B s 2A	0%	31	0,04	0,063	0,00252	0,028195	0,090951
6	31	open		0,066	2,567	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	1A s 2A s 3A s 1B s 2B s 2A	0%	31	2,567	0,066	0,169422	1,895567	6,114733
gemiddeld	31			0,065167	0,448					31	0,448	0,065167	0,02954	0,330508	1,066156

1	31	31	0	0,062	0,000248	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	1A s 2A s 3A s 1B s 2B s 2A	16,67%	31	0,004	0,062	0,000248	0,002775	0,008951
2	31	31	0,09	0,061	0,000793	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	1A s 2A s 3A s 1B s 2B s 2A	16,67%	31	0,013	0,061	0,000793	0,008872	0,028621
3	31	31	0,33	0,062	0,00124	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	1A s 2A s 3A s 1B s 2B s 2A	16,67%	31	0,02	0,062	0,00124	0,013874	0,044754
4	31	31	0,66	0,062	0,002542	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	1A s 2A s 3A s 1B s 2B s 2A	16,67%	31	0,041	0,062	0,002542	0,028441	0,091745
5	31	31	0,99	0,062	0,00248	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	1A s 2A s 3A s 1B s 2B s 2A	16,67%	31	0,04	0,062	0,00248	0,027747	0,089507
6	31	open		0,065	2,353	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	1A s 2A s 3A s 1B s 2B s 2A	16,67%	31	2,353	0,065	0,152945	1,711215	5,520049
gemiddeld	31			0,062333	0,411833					31	0,411833	0,062333	0,026708	0,298821	0,963938

1	31	31	0	0,037	0,000074	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	1A s 2A s 3A s 1B s 2B s 2A	33,33%	31	0,002	0,037	0,000074	0,000828	0,002671
2	31	31	0,09	0,038	0,000304	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	1A s 2A s 3A s 1B s 2B s 2A	33,33%	31	0,008	0,038	0,000304	0,003401	0,010972
3	31	31	0,33	0,038	0,000456	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	1A s 2A s 3A s 1B s 2B s 2A	33,33%	31	0,012	0,038	0,000456	0,005102	0,016458
4	31	31	0,66	0,037	0,000888	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	1A s 2A s 3A s 1B s 2B s 2A	33,33%	31	0,024	0,037	0,000888	0,009935	0,032049
5	31	31	0,99	0,038	0,000912	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	1A s 2A s 3A s 1B s 2B s 2A	33,33%	31	0,024	0,038	0,000912	0,010204	0,032916
6	31	open		0,039	2,136	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	1A s 2A s 3A s 1B s 2B s 2A	33,33%	31	2,136	0,039	0,083304	0,932041	3,006585
gemiddeld	31			0,037833	0,367667					31	0,367667	0,037833	0,014323	0,160252	0,516942

1	31	31	0	0,12	0,00012	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	1A s 2A s 3A s 1B s 2B s 2A	50%	31	0,001	0,12	0,00012	0,001343	0,004331
2	31	31	0,09	0,022	0,000242	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	1A s 2A s 3A s 1B s 2B s 2A	50%	31	0,022	0,011	0,000242	0,002708	0,008734
3	31	31	0,33	0,011	0,000363	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	1A s 2A s 3A s 1B s 2B s 2A	50%	31	0,033	0,011	0,000363	0,004061	0,013101
4	31	31	0,66	0,011	0,00077	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	1A s 2A s 3A s 1B s 2B s 2A	50%	31	0,07	0,011	0,00077	0,008615	0,027791
5	31	31	0,99	0,011	0,00077	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	1A s 2A s 3A s 1B s 2B s 2A	50%	31	0,07	0,011	0,00077	0,008615	0,027791
6	31	open		0,011	2,005	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	1A s 2A s 3A s 1B s 2B s 2A	50%	31	2,005	0,011	0,022055	0,246761	0,796003
gemiddeld	31			0,029167	0,366833					31	0,366833	0,029167	0,004053	0,04535	0,146292

20090813 - Efficiëntie data2

meting	w/m2	ohm	A	V	P=V*A	type	opp.	Schakeling	schaduw	w/m ²	V _{cc}	I _{cc}	w	w/m ²	Eff.
1	31	0	0,196	0,013	0,002548	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A p 2A) s (1B p 3A) s (2B p 2A)	0%	31	0,013	0,196	0,002548	0,028508	0,091962
2	31	0,09	0,196	0,042	0,008232	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A p 2A) s (1B p 3A) s (2B p 2A)	0%	31	0,042	0,196	0,008232	0,092103	0,297107
3	31	0,33	0,197	0,061	0,012017	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A p 2A) s (1B p 3A) s (2B p 2A)	0%	31	0,061	0,197	0,012017	0,134451	0,433714
4	31	0,66	0,196	0,127	0,024892	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A p 2A) s (1B p 3A) s (2B p 2A)	0%	31	0,127	0,196	0,024892	0,278503	0,898395
5	31	0,99	0,194	0,129	0,025026	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A p 2A) s (1B p 3A) s (2B p 2A)	0%	31	0,129	0,194	0,025026	0,280002	0,903232
6	31	open	0,197	1,379	0,271663	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A p 2A) s (1B p 3A) s (2B p 2A)	0%	31	1,379	0,197	0,271663	3,039484	9,804787
gemiddeld	31		0,196	0,291833	0,057396					31	0,291833	0,196	0,057396	0,642175	2,071533

1	31	0	0,192	0,012	0,002304	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A p 2A) s (1B p 3A) s (2B p 2A)	16,67%	31	0,012	0,192	0,002304	0,025778	0,083155
2	31	0,09	0,19	0,039	0,00741	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A p 2A) s (1B p 3A) s (2B p 2A)	16,67%	31	0,039	0,19	0,00741	0,082906	0,26744
3	31	0,33	0,19	0,058	0,01102	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A p 2A) s (1B p 3A) s (2B p 2A)	16,67%	31	0,058	0,19	0,01102	0,123297	0,397731
4	31	0,66	0,187	0,122	0,022814	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A p 2A) s (1B p 3A) s (2B p 2A)	16,67%	31	0,122	0,187	0,022814	0,255253	0,823397
5	31	0,99	0,188	0,128	0,024064	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A p 2A) s (1B p 3A) s (2B p 2A)	16,67%	31	0,128	0,188	0,024064	0,269239	0,868511
6	31	open	0,194	1,24	0,24056	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A p 2A) s (1B p 3A) s (2B p 2A)	16,67%	31	1,24	0,194	0,24056	2,69149	8,682226
gemiddeld	31		0,190167	0,2665	0,051362					31	0,2665	0,190167	0,051362	0,57466	1,853743

1	31	0	0,105	0,007	0,000735	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A p 2A) s (1B p 3A) s (2B p 2A)	33,33%	31	0,007	0,105	0,000735	0,008224	0,026527
2	31	0,09	0,105	0,021	0,002205	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A p 2A) s (1B p 3A) s (2B p 2A)	33,33%	31	0,021	0,105	0,002205	0,024671	0,079582
3	31	0,33	0,105	0,033	0,003465	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A p 2A) s (1B p 3A) s (2B p 2A)	33,33%	31	0,033	0,105	0,003465	0,038768	0,125058
4	31	0,66	0,103	0,067	0,006901	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A p 2A) s (1B p 3A) s (2B p 2A)	33,33%	31	0,067	0,103	0,006901	0,077211	0,249069
5	31	0,99	0,104	0,069	0,007176	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A p 2A) s (1B p 3A) s (2B p 2A)	33,33%	31	0,069	0,104	0,007176	0,080288	0,258994
6	31	open	0,111	1,258	0,139638	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A p 2A) s (1B p 3A) s (2B p 2A)	33,33%	31	1,258	0,111	0,139638	1,562331	5,039777
gemiddeld	31		0,1055	0,2425	0,026687					31	0,2425	0,1055	0,026687	0,298582	0,963168

1	31	0	0,094	0,006	0,000564	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A p 2A) s (1B p 3A) s (2B p 2A)	50%	31	0,006	0,094	0,000564	0,00631	0,020356
2	31	0,09	0,092	0,019	0,001748	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A p 2A) s (1B p 3A) s (2B p 2A)	50%	31	0,019	0,092	0,001748	0,019557	0,063088
3	31	0,33	0,091	0,029	0,002639	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A p 2A) s (1B p 3A) s (2B p 2A)	50%	31	0,029	0,091	0,002639	0,029526	0,095246
4	31	0,66	0,091	0,059	0,005369	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A p 2A) s (1B p 3A) s (2B p 2A)	50%	31	0,059	0,091	0,005369	0,060071	0,193776
5	31	0,99	0,092	0,061	0,005612	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A p 2A) s (1B p 3A) s (2B p 2A)	50%	31	0,061	0,092	0,005612	0,06279	0,202547
6	31	open	0,099	1,055	0,104445	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A p 2A) s (1B p 3A) s (2B p 2A)	50%	31	1,055	0,099	0,104445	1,168576	3,769601
gemiddeld	31		0,093167	0,204833	0,020063					31	0,204833	0,093167	0,020063	0,224472	0,724102

20090813 - Efficiëntie data3

meting	w/m2	ohm	A	V	P=V*A	type	opp.	Schakeling	schaduw	w/m ²	V _{oc}	I _{cc}	w	w/m ²	Eff.
1	31	0	0,362	0,031	0,011222	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A p 1B p 2A) s (2A p 3A p 2B)	0%	31	0,031	0,362	0,011222	0,125557	0,405021
2	31	0,09	0,363	0,182	0,066066	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A p 1B p 2A) s (2A p 3A p 2B)	0%	31	0,182	0,363	0,066066	0,739175	2,384436
3	31	0,33	0,364	0,174	0,063336	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A p 1B p 2A) s (2A p 3A p 2B)	0%	31	0,174	0,364	0,063336	0,708631	2,285906
4	31	0,66	0,355	0,293	0,104015	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A p 1B p 2A) s (2A p 3A p 2B)	0%	31	0,293	0,355	0,104015	1,163765	3,754081
5	31	0,99	0,345	0,401	0,138345	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A p 1B p 2A) s (2A p 3A p 2B)	0%	31	0,401	0,345	0,138345	1,547864	4,99311
6	31 open		0,374	0,941	0,351934	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A p 1B p 2A) s (2A p 3A p 2B)	0%	31	0,941	0,374	0,351934	3,937591	12,70191
gemiddeld	31		0,3605	0,337	0,122486					31	0,337	0,3605	0,122486	1,37043	4,420743

1	31	0	0,216	0,017	0,003672	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A p 1B p 2A) s (2A p 3A p 2B)	16,67%	31	0,017	0,216	0,003672	0,041084	0,132529
2	31	0,09	0,211	0,102	0,021522	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A p 1B p 2A) s (2A p 3A p 2B)	16,67%	31	0,102	0,211	0,021522	0,240798	0,776766
3	31	0,33	0,211	0,104	0,021944	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A p 1B p 2A) s (2A p 3A p 2B)	16,67%	31	0,104	0,211	0,021944	0,245519	0,791997
4	31	0,66	0,207	0,17	0,03519	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A p 1B p 2A) s (2A p 3A p 2B)	16,67%	31	0,17	0,207	0,03519	0,393721	1,270068
5	31	0,99	0,203	0,235	0,047705	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A p 1B p 2A) s (2A p 3A p 2B)	16,67%	31	0,235	0,203	0,047705	0,533744	1,721756
6	31 open		0,217	0,901	0,195517	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A p 1B p 2A) s (2A p 3A p 2B)	16,67%	31	0,901	0,217	0,195517	2,187529	7,056546
gemiddeld	31		0,210833	0,254833	0,054258					31	0,254833	0,210833	0,054258	0,607066	1,958277

1	31	0	0,103	0,009	0,000927	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A p 1B p 2A) s (2A p 3A p 2B)	33,33%	31	0,009	0,103	0,000927	0,010372	0,033457
2	31	0,09	0,101	0,049	0,004949	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A p 1B p 2A) s (2A p 3A p 2B)	33,33%	31	0,049	0,101	0,004949	0,055372	0,178618
3	31	0,33	0,101	0,049	0,004949	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A p 1B p 2A) s (2A p 3A p 2B)	33,33%	31	0,049	0,101	0,004949	0,055372	0,178618
4	31	0,66	0,099	0,081	0,008019	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A p 1B p 2A) s (2A p 3A p 2B)	33,33%	31	0,081	0,099	0,008019	0,08972	0,28942
5	31	0,99	0,098	0,112	0,010976	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A p 1B p 2A) s (2A p 3A p 2B)	33,33%	31	0,112	0,098	0,010976	0,122804	0,396143
6	31 open		0,104	0,833	0,086632	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A p 1B p 2A) s (2A p 3A p 2B)	33,33%	31	0,833	0,104	0,086632	0,969277	3,126699
gemiddeld	31		0,101	0,188833	0,019409					31	0,188833	0,101	0,019409	0,217153	0,700492

1	31	0	0,189	0,015	0,002835	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A p 1B p 2A) s (2A p 3A p 2B)	50%	31	0,015	0,189	0,002835	0,031719	0,10232
2	31	0,09	0,188	0,09	0,01692	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A p 1B p 2A) s (2A p 3A p 2B)	50%	31	0,09	0,188	0,01692	0,189308	0,610672
3	31	0,33	0,186	0,09	0,01674	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A p 1B p 2A) s (2A p 3A p 2B)	50%	31	0,09	0,186	0,01674	0,187294	0,604176
4	31	0,66	0,181	0,149	0,026969	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A p 1B p 2A) s (2A p 3A p 2B)	50%	31	0,149	0,181	0,026969	0,301741	0,973358
5	31	0,99	0,172	0,198	0,034056	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A p 1B p 2A) s (2A p 3A p 2B)	50%	31	0,198	0,172	0,034056	0,381033	1,22914
6	31 open		0,19	0,67	0,1273	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A p 1B p 2A) s (2A p 3A p 2B)	50%	31	0,67	0,19	0,1273	1,424288	4,594477
gemiddeld	31		0,184333	0,202	0,03747					31	0,202	0,184333	0,03747	0,419231	1,352357

20090813 - Efficiëntie data4

meting	w/m2	ohm	A	V	P=V*A	type	opp.	Schakeling	schaduw	w/m ²	V _{cc}	I _{cc}	w	w/m ²	Eff.
1	31	0	0,703	0,061	0,042883	1A,1B,2A,2A,2B,3A	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	0%	31	0,061	0,703	0,042883	0,479794	1,547722
2	31	0,09	0,666	0,162	0,107892	1A,1B,2A,2A,2B,3A	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	0%	31	0,162	0,666	0,107892	1,207143	3,894009
3	31	0,33	0,561	0,272	0,152592	1A,1B,2A,2A,2B,3A	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	0%	31	0,272	0,561	0,152592	1,707266	5,507309
4	31	0,66	0,418	0,344	0,143792	1A,1B,2A,2A,2B,3A	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	0%	31	0,344	0,418	0,143792	1,608808	5,189702
5	31	0,99	0,327	0,378	0,123606	1A,1B,2A,2A,2B,3A	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	0%	31	0,378	0,327	0,123606	1,382958	4,461154
6	31	open	0,71	0,477	0,33867	1A,1B,2A,2A,2B,3A	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	0%	31	0,477	0,71	0,33867	3,789187	12,22319
gemiddeld	31		0,564167	0,282333	0,151573					31	0,282333	0,564167	0,151573	1,695859	5,470513

1	31	0	0,537	0,046	0,024702	1A,1B,2A,2A,2B,3A	0,089378	parallel 2A beschaduwd	16,67%	31	0,046	0,537	0,024702	0,276377	0,891538
2	31	0,09	0,52	0,126	0,06552	1A,1B,2A,2A,2B,3A	0,089378	parallel 2A beschaduwd	16,67%	31	0,126	0,52	0,06552	0,733066	2,36473
3	31	0,33	0,47	0,227	0,10669	1A,1B,2A,2A,2B,3A	0,089378	parallel 2A beschaduwd	16,67%	31	0,227	0,47	0,10669	1,193694	3,850626
4	31	0,66	0,379	0,311	0,117869	1A,1B,2A,2A,2B,3A	0,089378	parallel 2A beschaduwd	16,67%	31	0,311	0,379	0,117869	1,31877	4,254096
5	31	0,99	0,305	0,352	0,10736	1A,1B,2A,2A,2B,3A	0,089378	parallel 2A beschaduwd	16,67%	31	0,352	0,305	0,10736	1,20119	3,874808
6	31	open	0,538	0,46	0,24748	1A,1B,2A,2A,2B,3A	0,089378	parallel 2A beschaduwd	16,67%	31	0,46	0,538	0,24748	2,768914	8,931981
gemiddeld	31		0,458167	0,253667	0,111604					31	0,253667	0,458167	0,111604	1,248669	4,027963

1	31	0	0,416	0,034	0,014144	1A,1B,2A,2A,2B,3A	0,089378	parallel 2A&3A beschaduwd	33,33%	31	0,034	0,416	0,014144	0,158249	0,510481
2	31	0,09	0,408	0,096	0,039168	1A,1B,2A,2A,2B,3A	0,089378	parallel 2A&3A beschaduwd	33,33%	31	0,096	0,408	0,039168	0,438229	1,413641
3	31	0,33	0,384	0,186	0,071424	1A,1B,2A,2A,2B,3A	0,089378	parallel 2A&3A beschaduwd	33,33%	31	0,186	0,384	0,071424	0,799123	2,577816
4	31	0,66	0,333	0,272	0,090576	1A,1B,2A,2A,2B,3A	0,089378	parallel 2A&3A beschaduwd	33,33%	31	0,272	0,333	0,090576	1,013404	3,269044
5	31	0,99	0,278	0,32	0,08896	1A,1B,2A,2A,2B,3A	0,089378	parallel 2A&3A beschaduwd	33,33%	31	0,32	0,278	0,08896	0,995323	3,21072
6	31	open	0,421	0,446	0,187766	1A,1B,2A,2A,2B,3A	0,089378	parallel 2A&3A beschaduwd	33,33%	31	0,446	0,421	0,187766	2,100808	6,776799
gemiddeld	31		0,373333	0,225667	0,082006					31	0,225667	0,373333	0,082006	0,917523	2,95975

1	31	0	0,273	0,025	0,006825	1A,1B,2A,2A,2B,3A	0,089378	parallel 2A, 2B & 3A beschaduwd	50%	31	0,025	0,273	0,006825	0,076361	0,246326
2	31	0,09	0,269	0,064	0,017216	1A,1B,2A,2A,2B,3A	0,089378	parallel 2A, 2B & 3A beschaduwd	50%	31	0,064	0,269	0,017216	0,19262	0,621355
3	31	0,33	0,26	0,13	0,0338	1A,1B,2A,2A,2B,3A	0,089378	parallel 2A, 2B & 3A beschaduwd	50%	31	0,13	0,26	0,0338	0,378169	1,2199
4	31	0,66	0,243	0,201	0,048843	1A,1B,2A,2A,2B,3A	0,089378	parallel 2A, 2B & 3A beschaduwd	50%	31	0,201	0,243	0,048843	0,546477	1,762828
5	31	0,99	0,221	0,256	0,056576	1A,1B,2A,2A,2B,3A	0,089378	parallel 2A, 2B & 3A beschaduwd	50%	31	0,256	0,221	0,056576	0,632997	2,041926
6	31	open	0,275	0,421	0,115775	1A,1B,2A,2A,2B,3A	0,089378	parallel 2A, 2B & 3A beschaduwd	50%	31	0,421	0,275	0,115775	1,295341	4,17852
gemiddeld	31		0,256833	0,182833	0,046506					31	0,182833	0,256833	0,046506	0,520328	1,678476

20090813 - Efficiëntie data5

meting	w/m2	ohm	A	V	P=V*A	type	opp.	Schakeling	schaduw	w/m ²	V _{oc}	I _{cc}	w	w/m ²	Eff.	
1	31	31	0	0,139	0,011	0,001529	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A s 1B s 2A) p (2A s 3A s 2B)	0%	31	0,011	0,139	0,001529	0,017107	0,055184
2	31	31	0,09	0,134	0,021	0,002814	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A s 1B s 2A) p (2A s 3A s 2B)	0%	31	0,021	0,134	0,002814	0,031484	0,101562
3	31	31	0,33	0,133	0,063	0,008379	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A s 1B s 2A) p (2A s 3A s 2B)	0%	31	0,063	0,133	0,008379	0,093748	0,302413
4	31	31	0,66	0,132	0,11	0,01452	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A s 1B s 2A) p (2A s 3A s 2B)	0%	31	0,11	0,132	0,01452	0,162456	0,524052
5	31	31	0,99	0,132	0,152	0,020064	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A s 1B s 2A) p (2A s 3A s 2B)	0%	31	0,152	0,132	0,020064	0,224485	0,724144
6	31	open		0,134	1,393	0,186662	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A s 1B s 2A) p (2A s 3A s 2B)	0%	31	1,393	0,134	0,186662	2,088456	6,736954
gemiddeld	31			0,134	0,291667	0,038995					31	0,291667	0,134	0,038995	0,436289	1,407385

1	31	31	0	0,107	0,009	0,000963	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A s 1B s 2A) p (2A s 3A s 2B)	16,67%	31	0,009	0,107	0,000963	0,010774	0,034756
2	31	31	0,09	0,106	0,025	0,00265	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A s 1B s 2A) p (2A s 3A s 2B)	16,67%	31	0,025	0,106	0,00265	0,029649	0,095643
3	31	31	0,33	0,104	0,05	0,0052	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A s 1B s 2A) p (2A s 3A s 2B)	16,67%	31	0,05	0,104	0,0052	0,05818	0,187677
4	31	31	0,66	0,103	0,086	0,008858	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A s 1B s 2A) p (2A s 3A s 2B)	16,67%	31	0,086	0,103	0,008858	0,099107	0,319701
5	31	31	0,99	0,102	0,118	0,012036	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A s 1B s 2A) p (2A s 3A s 2B)	16,67%	31	0,118	0,102	0,012036	0,134664	0,4344
6	31	open		0,108	1,332	0,143856	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A s 1B s 2A) p (2A s 3A s 2B)	16,67%	31	1,332	0,108	0,143856	1,609524	5,192012
gemiddeld	31			0,105	0,27	0,028927					31	0,27	0,105	0,028927	0,32365	1,044031

1	31	31	0	0,089	0,007	0,000623	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A s 1B s 2A) p (2A s 3A s 2B)	33,33%	31	0,007	0,089	0,000623	0,00697	0,022485
2	31	31	0,09	0,087	0,02	0,00174	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A s 1B s 2A) p (2A s 3A s 2B)	33,33%	31	0,02	0,087	0,00174	0,019468	0,0628
3	31	31	0,33	0,087	0,042	0,003654	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A s 1B s 2A) p (2A s 3A s 2B)	33,33%	31	0,042	0,087	0,003654	0,040883	0,131879
4	31	31	0,66	0,086	0,071	0,006106	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A s 1B s 2A) p (2A s 3A s 2B)	33,33%	31	0,071	0,086	0,006106	0,068317	0,220376
5	31	31	0,99	0,086	0,099	0,008514	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A s 1B s 2A) p (2A s 3A s 2B)	33,33%	31	0,099	0,086	0,008514	0,095258	0,307285
6	31	open		0,089	1,292	0,114988	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A s 1B s 2A) p (2A s 3A s 2B)	33,33%	31	1,292	0,089	0,114988	1,286536	4,150116
gemiddeld	31			0,087333	0,255167	0,022604					31	0,255167	0,087333	0,022604	0,252905	0,815823

1	31	31	0	0,05	0,007	0,00035	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A s 1B s 2A) p (2A s 3A s 2B)	50%	31	0,007	0,05	0,00035	0,003916	0,012632
2	31	31	0,09	0,049	0,012	0,000588	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A s 1B s 2A) p (2A s 3A s 2B)	50%	31	0,012	0,049	0,000588	0,006579	0,021222
3	31	31	0,33	0,049	0,025	0,001225	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A s 1B s 2A) p (2A s 3A s 2B)	50%	31	0,025	0,049	0,001225	0,013706	0,044212
4	31	31	0,66	0,049	0,041	0,002009	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A s 1B s 2A) p (2A s 3A s 2B)	50%	31	0,041	0,049	0,002009	0,022478	0,072508
5	31	31	0,99	0,048	0,056	0,002688	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A s 1B s 2A) p (2A s 3A s 2B)	50%	31	0,056	0,048	0,002688	0,030075	0,097015
6	31	open		0,051	1,021	0,052071	1A,1B,2A, 2A, 3A, 2B	0,089378	(1A s 1B s 2A) p (2A s 3A s 2B)	50%	31	1,021	0,051	0,052071	0,582593	1,879332
gemiddeld	31			0,049333	0,193667	0,009822					31	0,193667	0,049333	0,009822	0,109891	0,354487

20090813 - Efficiëntie data6

meting	w/m2	ohm	A	V	P=V*A	type	opp.	Schakeling	schaduw	w/m ²	V _{oc}	I _{cc}	w	w/m ²	Eff.
1	31	31	0	0,316	0,026	1A,1B,2A,2A,2B,3A	0,089378	(1A s 2A) p (1B s 3A) p (2A s 2B)	0%	31	0,026	0,316	0,008216	0,091924	0,29653
2	31	31	0,09	0,309	0,15	1A,1B,2A,2A,2B,3A	0,089378	(1A s 2A) p (1B s 3A) p (2A s 2B)	0%	31	0,15	0,309	0,04635	0,518584	1,672852
3	31	31	0,33	0,31	0,15	1A,1B,2A,2A,2B,3A	0,089378	(1A s 2A) p (1B s 3A) p (2A s 2B)	0%	31	0,15	0,31	0,0465	0,520262	1,678265
4	31	31	0,66	0,302	0,248	1A,1B,2A,2A,2B,3A	0,089378	(1A s 2A) p (1B s 3A) p (2A s 2B)	0%	31	0,248	0,302	0,074896	0,837969	2,703126
5	31	31	0,99	0,296	0,342	1A,1B,2A,2A,2B,3A	0,089378	(1A s 2A) p (1B s 3A) p (2A s 2B)	0%	31	0,342	0,296	0,101232	1,132628	3,653638
6	31	open		0,318	0,941	1A,1B,2A,2A,2B,3A	0,089378	(1A s 2A) p (1B s 3A) p (2A s 2B)	0%	31	0,941	0,318	0,299238	3,348005	10,80002
gemiddeld	31			0,3085	0,3095	0,096072				31	0,3095	0,3085	0,096072	1,074895	3,467404

1	31	31	0	0,172	0,014	1A,1B,2A,2A,2B,3A	0,089378	(1A s 2A) p (1B s 3A) p (2A s 2B)	16,67%	31	0,014	0,172	0,002408	0,026942	0,086909
2	31	31	0,09	0,166	0,08	1A,1B,2A,2A,2B,3A	0,089378	(1A s 2A) p (1B s 3A) p (2A s 2B)	16,67%	31	0,08	0,166	0,01328	0,148582	0,479298
3	31	31	0,33	0,168	0,053	1A,1B,2A,2A,2B,3A	0,089378	(1A s 2A) p (1B s 3A) p (2A s 2B)	16,67%	31	0,053	0,168	0,008904	0,099622	0,321361
4	31	31	0,66	0,164	0,108	1A,1B,2A,2A,2B,3A	0,089378	(1A s 2A) p (1B s 3A) p (2A s 2B)	16,67%	31	0,108	0,164	0,017712	0,19817	0,639257
5	31	31	0,99	0,158	0,183	1A,1B,2A,2A,2B,3A	0,089378	(1A s 2A) p (1B s 3A) p (2A s 2B)	16,67%	31	0,183	0,158	0,028914	0,323502	1,043556
6	31	open		0,176	0,885	1A,1B,2A,2A,2B,3A	0,089378	(1A s 2A) p (1B s 3A) p (2A s 2B)	16,67%	31	0,885	0,176	0,15576	1,742711	5,621648
gemiddeld	31			0,167333	0,2205	0,03783				31	0,2205	0,167333	0,03783	0,423255	1,365338

1	31	31	0	0,114	0,009	1A,1B,2A,2A,2B,3A	0,089378	(1A s 2A) p (1B s 3A) p (2A s 2B)	33,33%	31	0,009	0,114	0,001026	0,011479	0,03703
2	31	31	0,09	0,109	0,053	1A,1B,2A,2A,2B,3A	0,089378	(1A s 2A) p (1B s 3A) p (2A s 2B)	33,33%	31	0,053	0,109	0,005777	0,064636	0,208502
3	31	31	0,33	0,111	0,053	1A,1B,2A,2A,2B,3A	0,089378	(1A s 2A) p (1B s 3A) p (2A s 2B)	33,33%	31	0,053	0,111	0,005883	0,065822	0,212328
4	31	31	0,66	0,107	0,071	1A,1B,2A,2A,2B,3A	0,089378	(1A s 2A) p (1B s 3A) p (2A s 2B)	33,33%	31	0,071	0,107	0,007597	0,084999	0,274189
5	31	31	0,99	0,103	0,119	1A,1B,2A,2A,2B,3A	0,089378	(1A s 2A) p (1B s 3A) p (2A s 2B)	33,33%	31	0,119	0,103	0,012257	0,137137	0,442376
6	31	open		0,117	0,82	0,09594	0,089378	(1A s 2A) p (1B s 3A) p (2A s 2B)	33,33%	31	0,82	0,117	0,09594	1,073419	3,46264
gemiddeld	31			0,110167	0,1875	0,021413				31	0,1875	0,110167	0,021413	0,239582	0,772844

1	31	31	0	0,088	0,007	1A,1B,2A,2A,2B,3A	0,089378	(1A s 2A) p (1B s 3A) p (2A s 2B)	50%	31	0,007	0,088	0,000616	0,006892	0,022233
2	31	31	0,09	0,086	0,041	1A,1B,2A,2A,2B,3A	0,089378	(1A s 2A) p (1B s 3A) p (2A s 2B)	50%	31	0,041	0,086	0,003526	0,03945	0,127259
3	31	31	0,33	0,86	0,042	1A,1B,2A,2A,2B,3A	0,089378	(1A s 2A) p (1B s 3A) p (2A s 2B)	50%	31	0,042	0,86	0,03612	0,404126	1,303633
4	31	31	0,66	0,085	0,056	1A,1B,2A,2A,2B,3A	0,089378	(1A s 2A) p (1B s 3A) p (2A s 2B)	50%	31	0,056	0,085	0,00476	0,053257	0,171797
5	31	31	0,99	0,082	0,095	1A,1B,2A,2A,2B,3A	0,089378	(1A s 2A) p (1B s 3A) p (2A s 2B)	50%	31	0,095	0,082	0,00779	0,087158	0,281155
6	31	open		0,09	0,666	0,05994	0,089378	(1A s 2A) p (1B s 3A) p (2A s 2B)	50%	31	0,666	0,09	0,05994	0,670635	2,163338
gemiddeld	31			0,215167	0,151167	0,018792				31	0,151167	0,215167	0,018792	0,210253	0,678236

20090813 - Efficiëntie data7

Met diode

meting	w/m2	ohm	A	V	P=V*A	opp.	Schakeling	schaduw	w/m ²	V _{oc}	I _{cc}	w	w/m ²	Eff.
1	31	0	0,058	0,005	0,00029	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	0%	31	0,005	0,058	0,00029	0,003245	0,010467
2	31	0,09	0,058	0,014	0,000812	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	0%	31	0,014	0,058	0,000812	0,009085	0,029306
3	31	0,33	0,058	0,028	0,001624	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	0%	31	0,028	0,058	0,001624	0,01817	0,058613
4	31	0,66	0,059	0,048	0,002832	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	0%	31	0,048	0,059	0,002832	0,031686	0,102212
5	31	0,99	0,059	0,067	0,003953	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	0%	31	0,067	0,059	0,003953	0,044228	0,142671
6	31	open	0,059	2,757	0,162663	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	0%	31	2,757	0,059	0,162663	1,819945	5,870789
gemiddeld	31		0,0585	0,4865	0,028696				31	0,4865	0,0585	0,028696	0,32106	1,035676

1	31	0	0,052	0,005	0,00026	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	16,67%	31	0,005	0,052	0,00026	0,002909	0,009384
2	31	0,09	0,052	0,013	0,000676	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	16,67%	31	0,013	0,052	0,000676	0,007563	0,024398
3	31	0,33	0,052	0,025	0,0013	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	16,67%	31	0,025	0,052	0,0013	0,014545	0,046919
4	31	0,66	0,052	0,042	0,002184	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	16,67%	31	0,042	0,052	0,002184	0,024436	0,078824
5	31	0,99	0,051	0,06	0,00306	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	16,67%	31	0,06	0,051	0,00306	0,034237	0,110441
6	31	open	0,052	2,578	0,134056	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	16,67%	31	2,578	0,052	0,134056	1,499877	4,838313
gemiddeld	31		0,051833	0,453833	0,023589				31	0,453833	0,051833	0,023589	0,263928	0,85138

1	31	0	0,023	0,002	0,000046	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	33,33%	31	0,002	0,023	0,000046	0,000515	0,00166
2	31	0,09	0,024	0,006	0,000144	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	33,33%	31	0,006	0,024	0,000144	0,001611	0,005197
3	31	0,33	0,024	0,012	0,000288	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	33,33%	31	0,012	0,024	0,000288	0,003222	0,010394
4	31	0,66	0,024	0,02	0,00048	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	33,33%	31	0,02	0,024	0,00048	0,00537	0,017324
5	31	0,99	0,025	0,028	0,0007	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	33,33%	31	0,028	0,025	0,0007	0,007832	0,025264
6	31	open	0,025	2,393	0,059825	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	33,33%	31	2,393	0,025	0,059825	0,669348	2,159188
gemiddeld	31		0,024167	0,410167	0,010247				31	0,410167	0,024167	0,010247	0,11465	0,369838

1	31	0	0,014	0,001	0,000014	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	50%	31	0,001	0,014	0,000014	0,000157	0,000505
2	31	0,09	0,014	0,004	0,000056	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	50%	31	0,004	0,014	0,000056	0,000627	0,002021
3	31	0,33	0,015	0,008	0,00012	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	50%	31	0,008	0,015	0,00012	0,001343	0,004331
4	31	0,66	0,015	0,013	0,000195	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	50%	31	0,013	0,015	0,000195	0,002182	0,007038
5	31	0,99	0,016	0,018	0,000288	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	50%	31	0,018	0,016	0,000288	0,003222	0,010394
6	31	open	0,016	2,042	0,032672	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	50%	31	2,042	0,016	0,032672	0,365549	1,179189
gemiddeld	31		0,015	0,347667	0,005558				31	0,347667	0,015	0,005558	0,06218	0,20058

20090813 - Efficiëntie data8

met diode

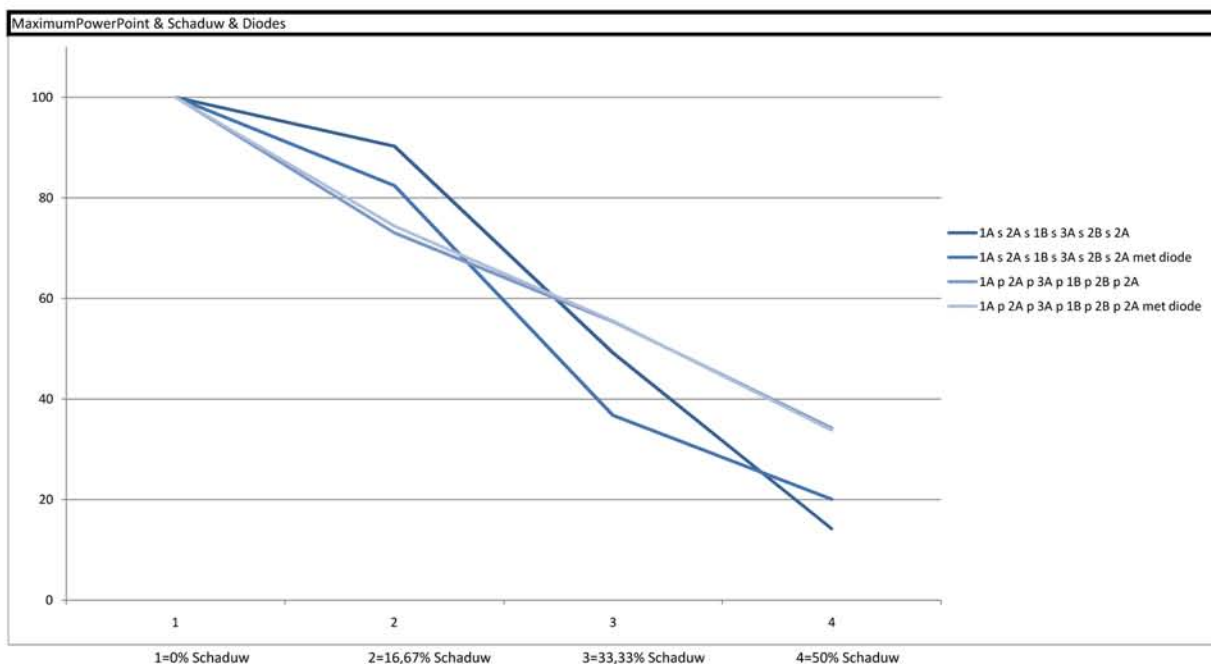
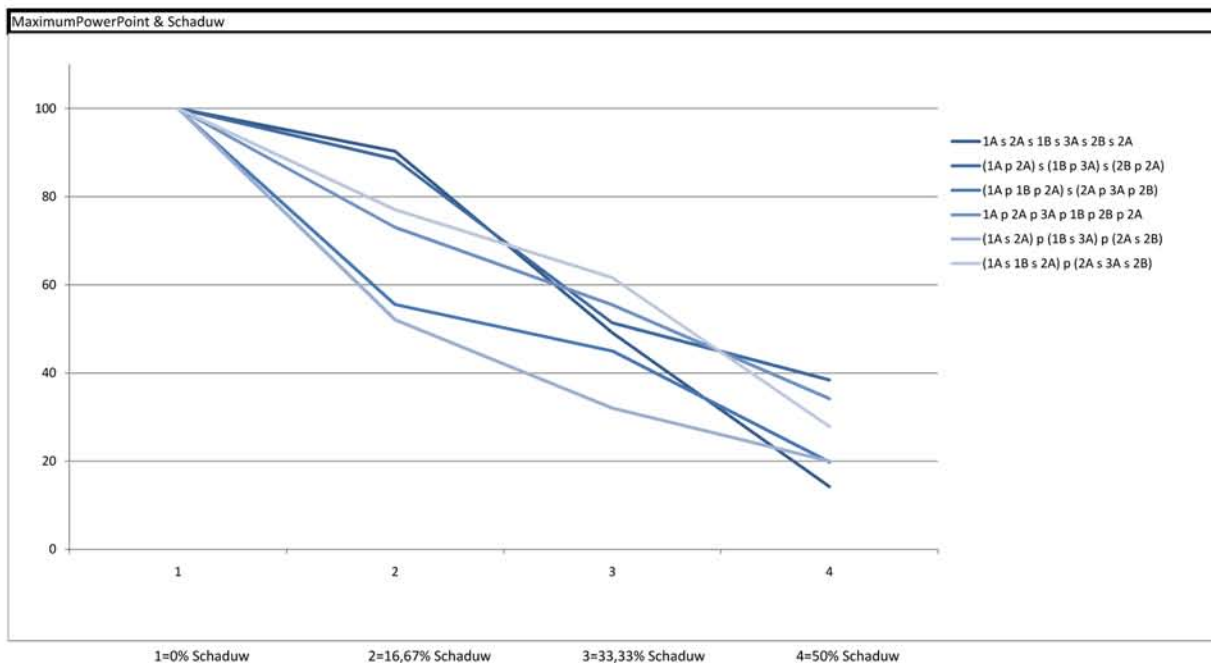
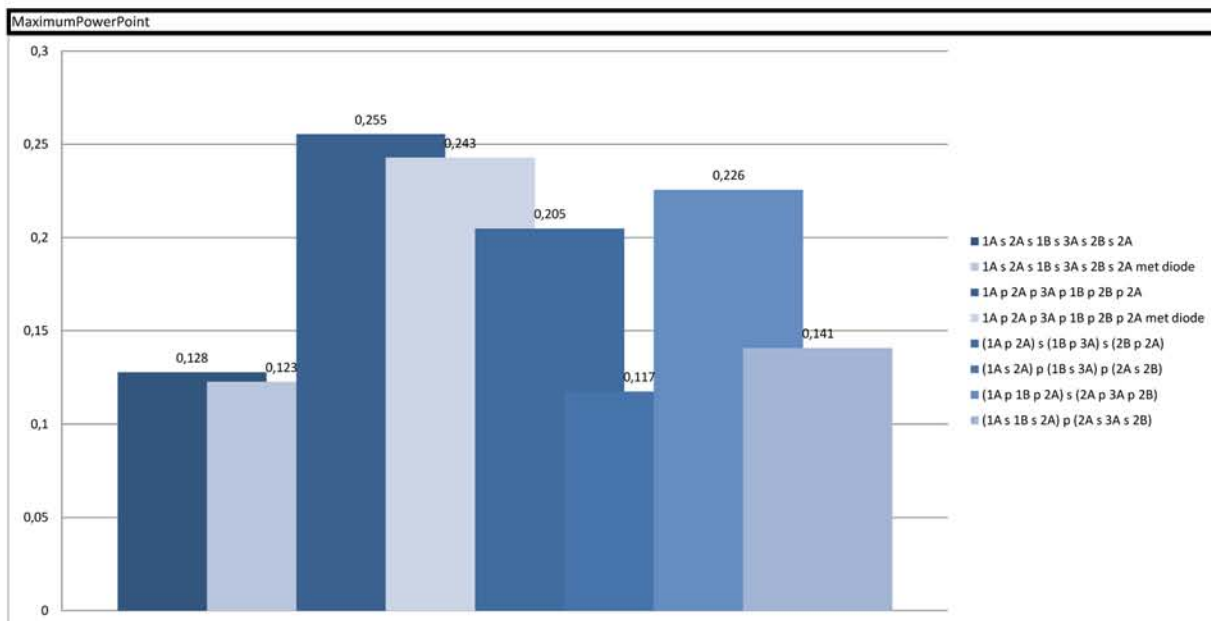
meting	w/m2	ohm	A	V	P=V*A	opp.	Schakeling	schaduw	w/m ²	V _{oc}	I _{cc}	w	w/m ²	Eff.
1	31	0	0,685	0,056	0,03836	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	0%	31	0,056	0,685	0,03836	0,429188	1,384479
2	31	0,09	0,646	0,16	0,10336	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	0%	31	0,16	0,646	0,10336	1,156437	3,730441
3	31	0,33	0,534	0,261	0,139374	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	0%	31	0,261	0,534	0,139374	1,559377	5,030248
4	31	0,66	0,394	0,33	0,13002	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	0%	31	0,33	0,394	0,13002	1,45472	4,692646
5	31	0,99	0,31	0,363	0,11253	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	0%	31	0,363	0,31	0,11253	1,259035	4,061402
6	31	open	0,694	0,464	0,322016	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	0%	31	0,464	0,694	0,322016	3,602855	11,62211
gemiddeld	31		0,543833	0,272333	0,140943				31	0,272333	0,543833	0,140943	1,576935	5,086888

1	31	0	0,529	0,043	0,022747	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	16,67%	31	0,043	0,529	0,022747	0,254503	0,820979
2	31	0,09	0,513	0,116	0,059508	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	16,67%	31	0,116	0,513	0,059508	0,665801	2,147747
3	31	0,33	0,464	0,224	0,103936	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	16,67%	31	0,224	0,464	0,103936	1,162881	3,75123
4	31	0,66	0,374	0,303	0,113322	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	16,67%	31	0,303	0,374	0,113322	1,267896	4,089987
5	31	0,99	0,297	0,343	0,101871	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	16,67%	31	0,343	0,297	0,101871	1,139777	3,6767
6	31	open	0,531	0,451	0,239481	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	16,67%	31	0,451	0,531	0,239481	2,679418	8,643283
gemiddeld	31		0,451333	0,246667	0,106811				31	0,246667	0,451333	0,106811	1,195046	3,854988

1	31	0	0,409	0,034	0,013906	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	33,33%	31	0,034	0,409	0,013906	0,155586	0,501892
2	31	0,09	0,4	0,093	0,0372	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	33,33%	31	0,093	0,4	0,0372	0,41621	1,342612
3	31	0,33	0,378	0,183	0,069174	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	33,33%	31	0,183	0,378	0,069174	0,773949	2,496609
4	31	0,66	0,327	0,268	0,087636	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	33,33%	31	0,268	0,327	0,087636	0,98051	3,162935
5	31	0,99	0,273	0,314	0,085722	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	33,33%	31	0,314	0,273	0,085722	0,959095	3,093855
6	31	open	0,41	0,436	0,17876	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	33,33%	31	0,436	0,41	0,17876	2,000045	6,451757
gemiddeld	31		0,366167	0,221333	0,078733				31	0,221333	0,366167	0,078733	0,880899	2,84161

1	31	0	0,261	0,022	0,005742	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	50%	31	0,022	0,261	0,005742	0,064244	0,207239
2	31	0,09	0,255	0,061	0,015555	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	50%	31	0,061	0,255	0,015555	0,174036	0,561407
3	31	0,33	0,248	0,12	0,02976	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	50%	31	0,12	0,248	0,02976	0,332968	1,07409
4	31	0,66	0,235	0,193	0,045355	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	50%	31	0,193	0,235	0,045355	0,507451	1,63694
5	31	0,99	0,214	0,247	0,052858	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	50%	31	0,247	0,214	0,052858	0,591398	1,907737
6	31	open	0,264	0,412	0,108768	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	50%	31	0,412	0,264	0,108768	1,216944	3,925625
gemiddeld	31		0,246167	0,175833	0,043006				31	0,175833	0,246167	0,043006	0,481174	1,552173

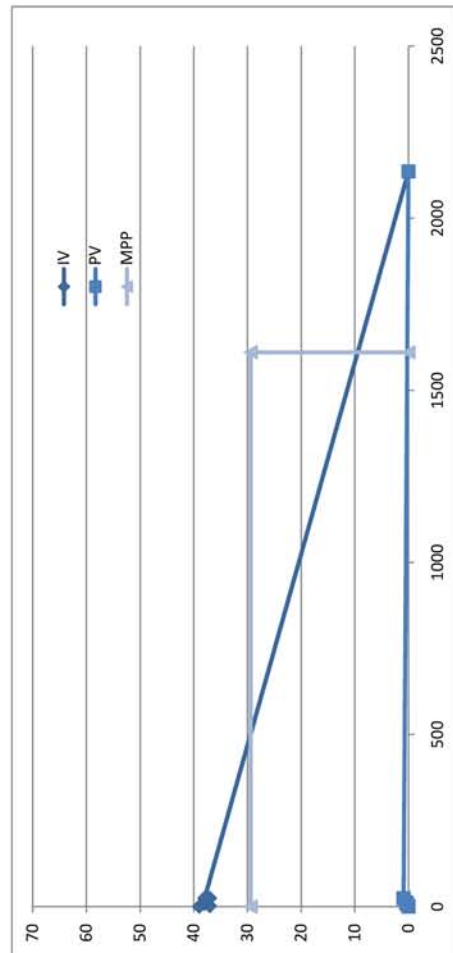
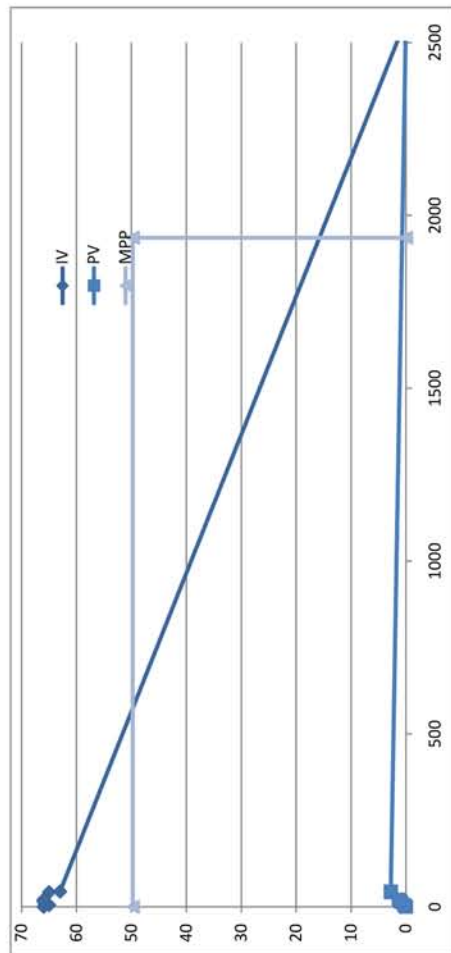
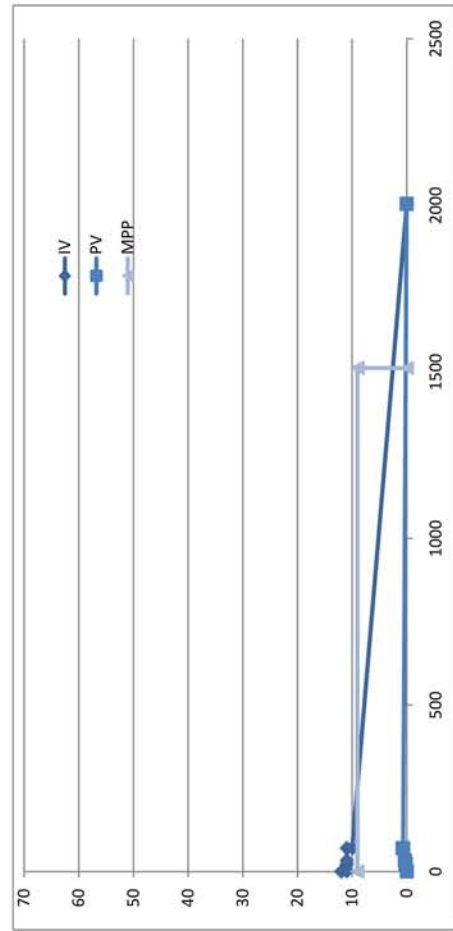
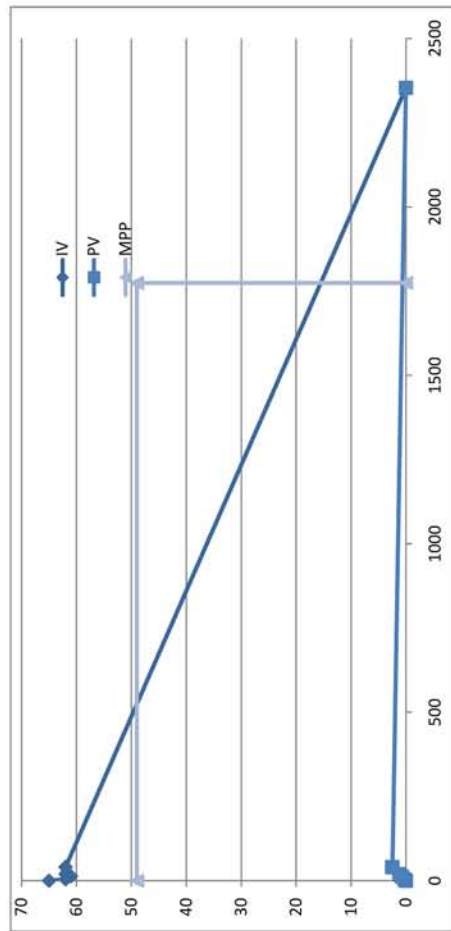
20090818 - iv & pv curves & MPP



20090818 - iv & pv curves & MPP data1

meting	w/m2	ohm	A	V	P=V*A	opp.	Schakeling	schaduw	w/m ²	V _{oc}	I _{tc}	w	w/m ²	Eff.	V	I	W	
1	31	31	0	0,065	0,005	0,000325	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	0%	31	0,005	0,065	0,000325	0,003636	0,01173	0,01	66	0,00066
2	31	31	0,09	0,066	0,014	0,000924	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	0%	31	0,014	0,066	0,000924	0,010338	0,033349	5	65	0,325
3	31	31	0,33	0,066	0,02	0,00132	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	0%	31	0,02	0,066	0,00132	0,014769	0,047641	14	66	0,924
4	31	31	0,66	0,065	0,042	0,00273	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	0%	31	0,042	0,065	0,00273	0,030544	0,09853	20	66	1,32
5	31	31	0,99	0,063	0,044	0,002772	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	0%	31	0,044	0,063	0,002772	0,031014	0,100046	42	65	2,73
6	31	open		0,066	2,567	0,169422	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	0%	31	2,567	0,066	0,169422	1,895567	6,114733	44	63	2,772
gemiddeld	31		0,065167	0,448667	0,029582					31	0,448667	0,065167	0,029582	0,330978	1,067672	2567	0,01	0,02567
															FF*Isc*Voc			0,127744
1	31	31	0	0,062	0,004	0,000248	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	16,67%	31	0,004	0,062	0,000248	0,002775	0,008951	0,01	65	0,00065
2	31	31	0,09	0,061	0,013	0,000793	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	16,67%	31	0,013	0,061	0,000793	0,008872	0,028621	4	62	0,248
3	31	31	0,33	0,062	0,02	0,00124	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	16,67%	31	0,02	0,062	0,00124	0,013874	0,044754	13	61	0,793
4	31	31	0,66	0,062	0,041	0,002542	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	16,67%	31	0,041	0,062	0,002542	0,028441	0,091745	20	62	1,24
5	31	31	0,99	0,062	0,04	0,00248	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	16,67%	31	0,04	0,062	0,00248	0,027747	0,089507	41	62	2,542
6	31	open		0,065	2,353	0,152945	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	16,67%	31	2,353	0,065	0,152945	1,711215	5,520049	40	62	2,48
gemiddeld	31		0,062333	0,411833	0,026708					31	0,411833	0,062333	0,026708	0,298821	0,963938	2353	0,01	0,02353
															FF*Isc*Voc			0,115321
1	31	31	0	0,037	0,002	0,000074	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	33,33%	31	0,002	0,037	0,000074	0,000828	0,002671	0,01	39	0,00039
2	31	31	0,09	0,038	0,008	0,000304	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	33,33%	31	0,008	0,038	0,000304	0,003401	0,010972	2	37	0,074
3	31	31	0,33	0,038	0,012	0,000456	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	33,33%	31	0,012	0,038	0,000456	0,005102	0,016458	8	38	0,304
4	31	31	0,66	0,037	0,024	0,000888	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	33,33%	31	0,024	0,037	0,000888	0,009935	0,032049	12	38	0,456
5	31	31	0,99	0,038	0,024	0,000912	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	33,33%	31	0,024	0,038	0,000912	0,010204	0,032916	24	37	0,888
6	31	open		0,039	2,136	0,083304	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	33,33%	31	2,136	0,039	0,083304	0,932041	3,006585	24	38	0,912
gemiddeld	31		0,037833	0,367667	0,014323					31	0,367667	0,037833	0,014323	0,160252	0,516942	2136	0,01	0,02136
															FF*Isc*Voc			0,062811
1	31	31	0	0,12	0,001	0,00012	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	50%	31	0,001	0,12	0,00012	0,001343	0,004331	0,01	12	0,00012
2	31	31	0,09	0,011	0,0022	2,42E-05	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	50%	31	0,0022	0,011	2,42E-05	0,000271	0,000873	1	11	0,011
3	31	31	0,33	0,011	0,0033	3,63E-05	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	50%	31	0,0033	0,011	3,63E-05	0,000406	0,00131	22	11	0,242
4	31	31	0,66	0,011	0,07	0,00077	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	50%	31	0,07	0,011	0,00077	0,008615	0,027791	33	11	0,363
5	31	31	0,99	0,011	0,07	0,00077	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	50%	31	0,07	0,011	0,00077	0,008615	0,027791	70	11	0,77
6	31	open		0,011	2,005	0,022055	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	50%	31	2,005	0,011	0,022055	0,246761	0,796003	70	10	0,7
gemiddeld	31		0,029167	0,358583	0,003963					31	0,358583	0,029167	0,003963	0,044335	0,143016	2005	0,02	0,0401
															FF*Isc*Voc			0,018141

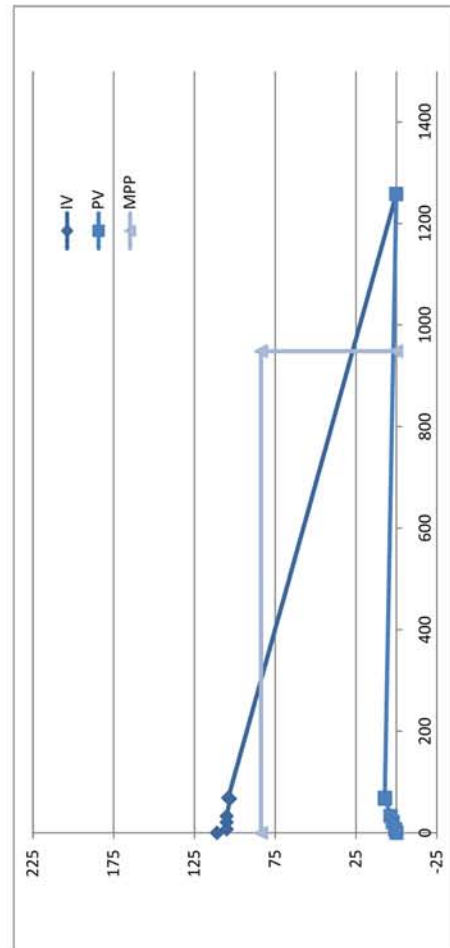
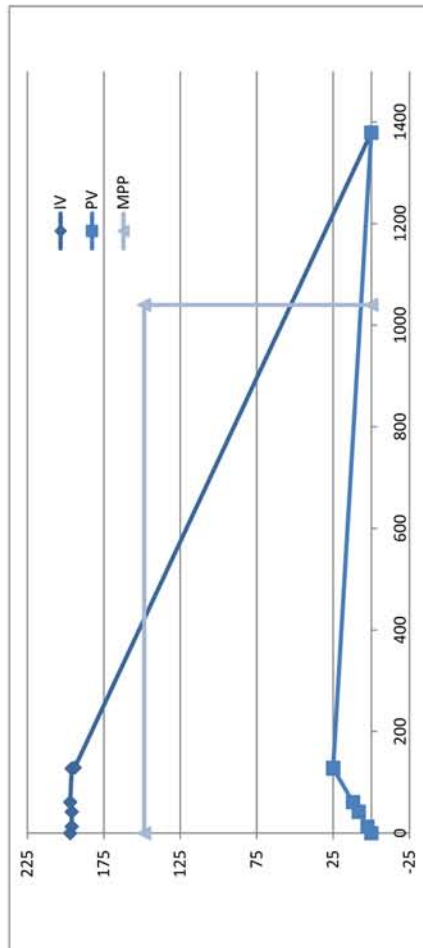
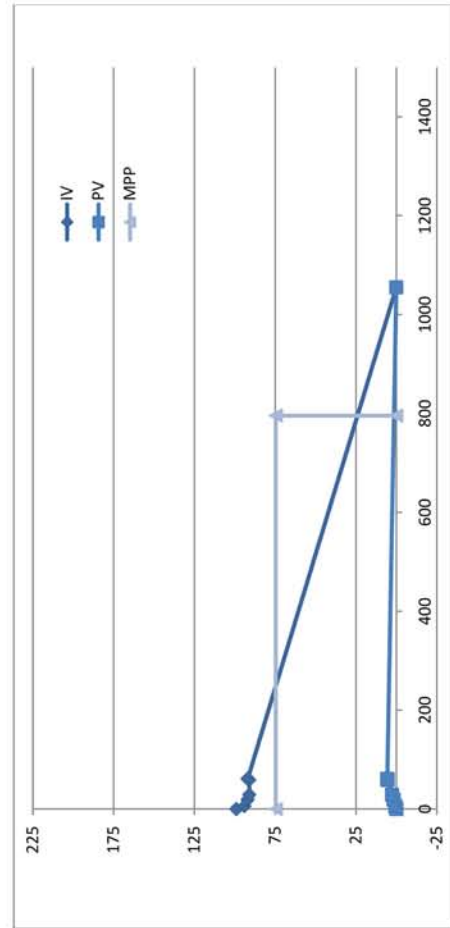
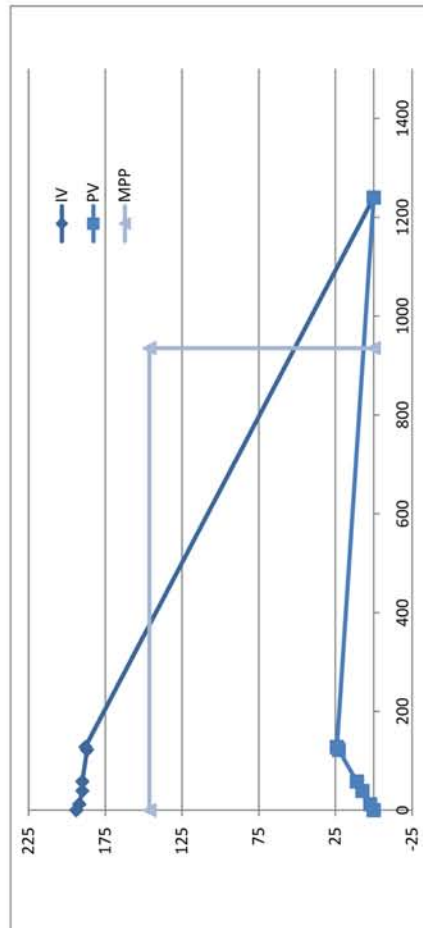
20090818 - iv & pv curves & MPP grafieken1



20090818 - iv & pv curves & MPP data2

meting	w/m2	ohm	A	V	P=V*A	opp.	Schakeling	schaduw	w/m ²	V _{oc}	I _{sc}	w	w/m ²	Eff.	V	I	W
1	31	0	0,196	0,013	0,002548	0,089378	(1A p 2A) s (1B p 3A) s (2B p 2A)	0%	31	0,013	0,196	0,002548	0,028508	0,091962	0,01	197	0,00197
2	31	0,09	0,196	0,042	0,008232	0,089378	(1A p 2A) s (1B p 3A) s (2B p 2A)	0%	31	0,042	0,196	0,008232	0,092103	0,297107	13	196	2,548
3	31	0,33	0,197	0,061	0,012017	0,089378	(1A p 2A) s (1B p 3A) s (2B p 2A)	0%	31	0,061	0,197	0,012017	0,134451	0,433714	42	196	8,232
4	31	0,66	0,196	0,127	0,024892	0,089378	(1A p 2A) s (1B p 3A) s (2B p 2A)	0%	31	0,127	0,196	0,024892	0,278503	0,898395	61	197	12,017
5	31	0,99	0,194	0,129	0,025026	0,089378	(1A p 2A) s (1B p 3A) s (2B p 2A)	0%	31	0,129	0,194	0,025026	0,280002	0,903232	127	196	24,892
6	31 open		0,197	1,379	0,271663	0,089378	(1A p 2A) s (1B p 3A) s (2B p 2A)	0%	31	1,379	0,197	0,271663	3,039484	9,804787	129	194	25,026
gemiddeld	31		0,196	0,291833	0,057396				31	0,291833	0,196	0,057396	0,642175	2,071533	1379	0,01	0,01379
															0,204834		
															FF*I _{sc} *V _{oc}		
1	31	0	0,192	0,012	0,002304	0,089378	(1A p 2A) s (1B p 3A) s (2B p 2A)	16,67%	31	0,012	0,192	0,002304	0,025778	0,083155	0,01	194	0,00194
2	31	0,09	0,19	0,039	0,00741	0,089378	(1A p 2A) s (1B p 3A) s (2B p 2A)	16,67%	31	0,039	0,19	0,00741	0,082906	0,26744	12	192	2,304
3	31	0,33	0,19	0,058	0,01102	0,089378	(1A p 2A) s (1B p 3A) s (2B p 2A)	16,67%	31	0,058	0,19	0,01102	0,123297	0,397731	39	190	7,41
4	31	0,66	0,187	0,122	0,022814	0,089378	(1A p 2A) s (1B p 3A) s (2B p 2A)	16,67%	31	0,122	0,187	0,022814	0,255253	0,823397	58	190	11,02
5	31	0,99	0,188	0,128	0,024064	0,089378	(1A p 2A) s (1B p 3A) s (2B p 2A)	16,67%	31	0,128	0,188	0,024064	0,269239	0,868511	122	187	22,814
6	31 open		0,194	1,24	0,24056	0,089378	(1A p 2A) s (1B p 3A) s (2B p 2A)	16,67%	31	1,24	0,194	0,24056	2,69149	8,682226	128	188	24,064
gemiddeld	31		0,190167	0,2665	0,051362				31	0,2665	0,190167	0,051362	0,57466	1,853743	1240	0,01	0,0124
															0,181382		
															FF*I _{sc} *V _{oc}		
1	31	0	0,105	0,007	0,000735	0,089378	(1A p 2A) s (1B p 3A) s (2B p 2A)	33,33%	31	0,007	0,105	0,000735	0,008224	0,026527	0,01	111	0,00111
2	31	0,09	0,105	0,021	0,002205	0,089378	(1A p 2A) s (1B p 3A) s (2B p 2A)	33,33%	31	0,021	0,105	0,002205	0,024671	0,079582	7	105	0,735
3	31	0,33	0,105	0,033	0,003465	0,089378	(1A p 2A) s (1B p 3A) s (2B p 2A)	33,33%	31	0,033	0,105	0,003465	0,038768	0,125058	21	105	2,205
4	31	0,66	0,103	0,067	0,006901	0,089378	(1A p 2A) s (1B p 3A) s (2B p 2A)	33,33%	31	0,067	0,103	0,006901	0,077211	0,249069	33	105	3,465
5	31	0,99	0,104	0,069	0,007176	0,089378	(1A p 2A) s (1B p 3A) s (2B p 2A)	33,33%	31	0,069	0,104	0,007176	0,080288	0,258994	67	103	6,901
6	31 open		0,111	1,258	0,139638	0,089378	(1A p 2A) s (1B p 3A) s (2B p 2A)	33,33%	31	1,258	0,111	0,139638	1,562331	5,03777	69	104	7,176
gemiddeld	31		0,1055	0,2425	0,026687				31	0,2425	0,1055	0,026687	0,298582	0,963168	1258	0,01	0,01258
															0,105287		
															FF*I _{sc} *V _{oc}		
1	31	0	0,094	0,006	0,000564	0,089378	(1A p 2A) s (1B p 3A) s (2B p 2A)	50%	31	0,006	0,094	0,000564	0,00631	0,020356	0,01	99	0,00099
2	31	0,09	0,092	0,019	0,001748	0,089378	(1A p 2A) s (1B p 3A) s (2B p 2A)	50%	31	0,019	0,092	0,001748	0,019557	0,063088	6	94	0,564
3	31	0,33	0,091	0,029	0,002639	0,089378	(1A p 2A) s (1B p 3A) s (2B p 2A)	50%	31	0,029	0,091	0,002639	0,029526	0,095246	19	92	1,748
4	31	0,66	0,091	0,059	0,005369	0,089378	(1A p 2A) s (1B p 3A) s (2B p 2A)	50%	31	0,059	0,091	0,005369	0,060071	0,193776	29	91	2,639
5	31	0,99	0,092	0,061	0,005612	0,089378	(1A p 2A) s (1B p 3A) s (2B p 2A)	50%	31	0,061	0,092	0,005612	0,06279	0,202547	59	91	5,369
6	31 open		0,099	1,055	0,104445	0,089378	(1A p 2A) s (1B p 3A) s (2B p 2A)	50%	31	1,055	0,099	0,104445	1,168576	3,769601	61	92	5,612
gemiddeld	31		0,093167	0,204833	0,020063				31	0,204833	0,093167	0,020063	0,224472	0,724102	1055	0,01	0,01055
															0,078752		
															FF*I _{sc} *V _{oc}		

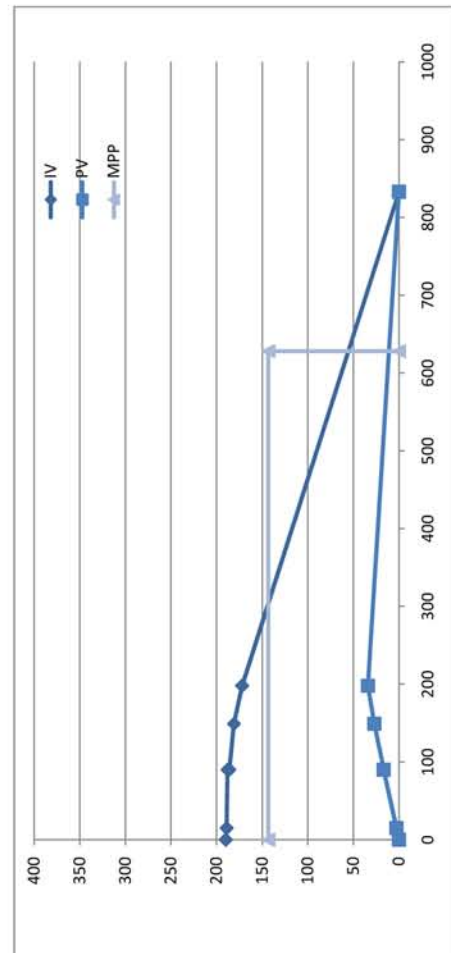
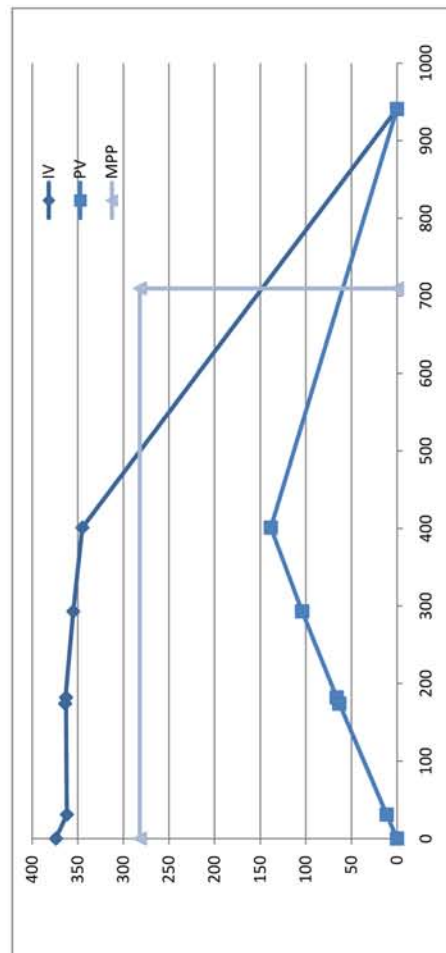
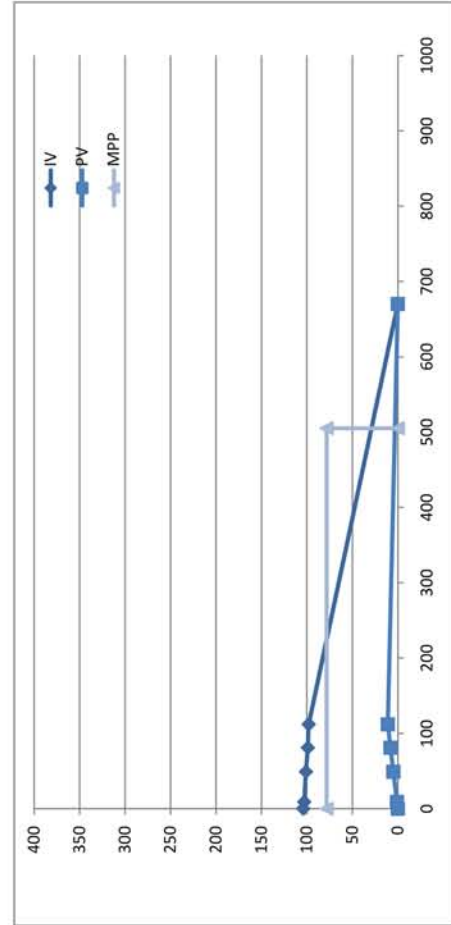
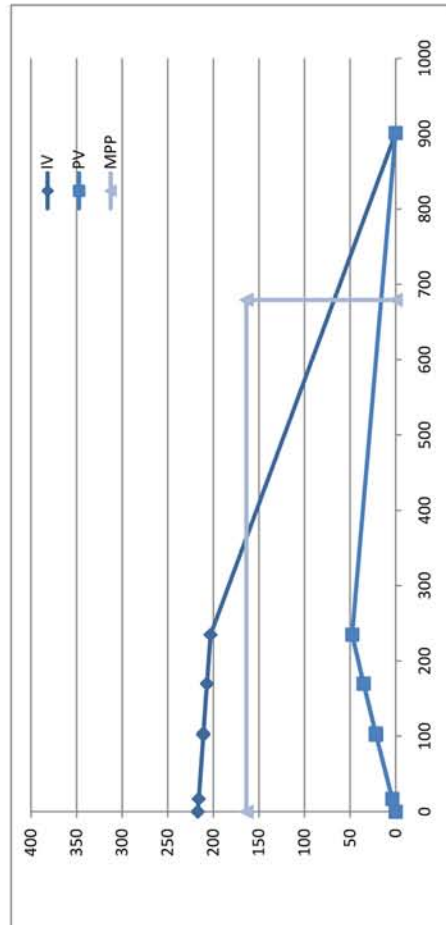
20090818 - iv & pv curves & MPP grafieken2



20090818 - iv & pv curves & MPP data3

	meting	w/m2	ohm	A	V	P=V*A	opp.	Schakeling	schaduw	w/m ²	V _{oc}	I _{cc}	w	w/m ²	Eff.	V	I	W	
	1	31		0	0,362	0,031	0,011222	0,089378	(1A p 1B p 2A) s (2A p 3A p 2B)	0%	31	0,031	0,362	0,011222	0,125557	0,405021	0,01	374	0,00374
	2	31	0,09	0,363	0,182	0,066066	0,089378	(1A p 1B p 2A) s (2A p 3A p 2B)	0%	31	0,182	0,363	0,066066	0,739175	2,384436	31	362	11,222	
	3	31	0,33	0,364	0,174	0,063336	0,089378	(1A p 1B p 2A) s (2A p 3A p 2B)	0%	31	0,174	0,364	0,063336	0,708631	2,285906	182	363	66,066	
	4	31	0,66	0,355	0,293	0,104015	0,089378	(1A p 1B p 2A) s (2A p 3A p 2B)	0%	31	0,293	0,355	0,104015	1,163765	3,754081	174	364	63,336	
	5	31	0,99	0,345	0,401	0,138345	0,089378	(1A p 1B p 2A) s (2A p 3A p 2B)	0%	31	0,401	0,345	0,138345	1,547864	4,99311	293	355	104,015	
	6	31 open		0,374	0,941	0,351934	0,089378	(1A p 1B p 2A) s (2A p 3A p 2B)	0%	31	0,941	0,374	0,351934	3,937591	12,70191	401	345	138,345	
gemiddeld		31			0,3605	0,337	0,122486			31	0,337	0,3605	0,122486	1,37043	4,420743	0,265358		0,00941	
																FF*Isc*Voc			
	1	31		0	0,216	0,017	0,003672	0,089378	(1A p 1B p 2A) s (2A p 3A p 2B)	16,67%	31	0,017	0,216	0,003672	0,041084	0,132529	0,01	217	0,00217
	2	31	0,09	0,211	0,102	0,021522	0,089378	(1A p 1B p 2A) s (2A p 3A p 2B)	16,67%	31	0,102	0,211	0,021522	0,240798	0,776766	102	216	3,672	
	3	31	0,33	0,211	0,104	0,021944	0,089378	(1A p 1B p 2A) s (2A p 3A p 2B)	16,67%	31	0,104	0,211	0,021944	0,245519	0,791997	104	211	21,944	
	4	31	0,66	0,207	0,17	0,03519	0,089378	(1A p 1B p 2A) s (2A p 3A p 2B)	16,67%	31	0,17	0,207	0,03519	0,393721	1,270068	170	207	35,19	
	5	31	0,99	0,203	0,235	0,047705	0,089378	(1A p 1B p 2A) s (2A p 3A p 2B)	16,67%	31	0,235	0,203	0,047705	0,533744	1,721756	235	203	47,705	
	6	31 open			0,217	0,901	0,195517	0,089378	(1A p 1B p 2A) s (2A p 3A p 2B)	16,67%	31	0,901	0,217	0,195517	2,187529	7,056546	901	0,01	0,00901
gemiddeld		31			0,210833	0,254833	0,054258			31	0,254833	0,210833	0,054258	0,607066	1,958277	0,14742		FF*Isc*Voc	
																MPP			
	1	31		0	0,103	0,009	0,000927	0,089378	(1A p 1B p 2A) s (2A p 3A p 2B)	33,33%	31	0,015	0,189	0,002835	0,031719	0,10232	0,01	190	0,0019
	2	31	0,09	0,101	0,049	0,004949	0,089378	(1A p 1B p 2A) s (2A p 3A p 2B)	33,33%	31	0,09	0,188	0,01692	0,189308	0,610672	15	189	2,835	
	3	31	0,33	0,101	0,049	0,004949	0,089378	(1A p 1B p 2A) s (2A p 3A p 2B)	33,33%	31	0,09	0,186	0,01674	0,187294	0,604176	90	188	16,92	
	4	31	0,66	0,099	0,081	0,008019	0,089378	(1A p 1B p 2A) s (2A p 3A p 2B)	33,33%	31	0,149	0,181	0,026969	0,301741	0,973358	90	186	16,74	
	5	31	0,99	0,098	0,112	0,010976	0,089378	(1A p 1B p 2A) s (2A p 3A p 2B)	33,33%	31	0,198	0,172	0,034056	0,381033	1,22914	149	181	26,969	
	6	31 open			0,104	0,833	0,086632	0,089378	(1A p 1B p 2A) s (2A p 3A p 2B)	33,33%	31	0,833	0,19	0,15827	1,770794	5,712238	198	172	34,056
gemiddeld		31			0,101	0,188833	0,019409			31	0,161667	0,101	0,016583	0,598521	0,98521	833	0,01	0,00833	
																MPP			
	1	31		0	0,189	0,015	0,002835	0,089378	(1A p 1B p 2A) s (2A p 3A p 2B)	50%	31	0,009	0,103	0,000927	0,010372	0,033457	0,01	104	0,00104
	2	31	0,09	0,188	0,09	0,01692	0,089378	(1A p 1B p 2A) s (2A p 3A p 2B)	50%	31	0,049	0,101	0,004949	0,055372	0,178618	9	103	0,927	
	3	31	0,33	0,186	0,09	0,01674	0,089378	(1A p 1B p 2A) s (2A p 3A p 2B)	50%	31	0,049	0,101	0,004949	0,055372	0,178618	49	101	4,949	
	4	31	0,66	0,181	0,149	0,026969	0,089378	(1A p 1B p 2A) s (2A p 3A p 2B)	50%	31	0,081	0,099	0,008019	0,08972	0,28942	49	101	4,949	
	5	31	0,99	0,172	0,198	0,034056	0,089378	(1A p 1B p 2A) s (2A p 3A p 2B)	50%	31	0,112	0,098	0,010976	0,122804	0,396143	81	99	8,019	
	6	31 open			0,19	0,67	0,1273	0,089378	(1A p 1B p 2A) s (2A p 3A p 2B)	50%	31	0,67	0,104	0,06968	0,77961	2,514872	112	98	10,976
gemiddeld		31			0,184333	0,202	0,03747			31	0,229167	0,184333	0,042632	0,476982	1,538651	0,052539		FF*Isc*Voc	
																MPP			

20090818 - iv & pv curves & MPP grafieken3



20090818 - iv & pv curves & MPP data4

V															I	W		
meting	w/m2	ohm	A	V	P=V*A	opp.	Schakeling	schaduw	w/m ²	V _{oc}	I _{cc}	w	w/m ²	Eff.	0,01	710	0,0071	
1	31	0	0,703	0,061	0,042883	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	0%		31	0,061	0,703	0,042883	0,479794	1,547722	61	703	42,883
2	31	0,09	0,666	0,162	0,107892	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	0%		31	0,162	0,666	0,107892	1,207143	3,894009	162	666	107,892
3	31	0,33	0,561	0,272	0,152592	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	0%		31	0,272	0,561	0,152592	1,707266	5,507309	272	561	152,592
4	31	0,66	0,418	0,344	0,143792	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	0%		31	0,344	0,418	0,143792	1,608808	5,189702	344	418	143,792
5	31	0,99	0,327	0,378	0,123606	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	0%		31	0,378	0,327	0,123606	1,382958	4,461154	378	327	123,606
6	31 open		0,71	0,477	0,33867	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	0%		31	0,477	0,71	0,33867	3,789187	12,22319	477	0,01	0,00477
gemiddeld	31		0,564167	0,282333	0,151573					31	0,282333	0,564167	0,151573	1,695859	5,470513	0,255357		FF*Isc*Voc
MPP																		
1	31	0	0,537	0,046	0,024702	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	16,67%		31	0,046	0,537	0,024702	0,276377	0,891538	46	537	24,702
2	31	0,09	0,52	0,126	0,06552	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	16,67%		31	0,126	0,52	0,06552	0,733066	2,36473	126	520	65,52
3	31	0,33	0,47	0,227	0,10669	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	16,67%		31	0,227	0,47	0,10669	1,193694	3,850626	227	470	106,69
4	31	0,66	0,379	0,311	0,117869	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	16,67%		31	0,311	0,379	0,117869	1,31877	4,254096	311	379	117,869
5	31	0,99	0,305	0,352	0,10736	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	16,67%		31	0,352	0,305	0,10736	1,20119	3,874808	352	305	107,36
6	31 open		0,538	0,46	0,24748	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	16,67%		31	0,46	0,538	0,24748	2,768914	8,931981	460	0,01	0,0046
gemiddeld	31		0,458167	0,253667	0,111604					31	0,253667	0,458167	0,111604	1,248669	4,027963	0,1866		FF*Isc*Voc
MPP																		
1	31	0	0,416	0,034	0,014144	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	33,33%		31	0,034	0,416	0,014144	0,158249	0,510481	34	416	14,144
2	31	0,09	0,408	0,096	0,039168	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	33,33%		31	0,096	0,408	0,039168	0,438229	1,413641	96	408	39,168
3	31	0,33	0,384	0,186	0,071424	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	33,33%		31	0,186	0,384	0,071424	0,799123	2,577816	186	384	71,424
4	31	0,66	0,333	0,272	0,090576	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	33,33%		31	0,272	0,333	0,090576	1,013404	3,269044	272	333	90,576
5	31	0,99	0,278	0,32	0,08896	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	33,33%		31	0,32	0,278	0,08896	0,995323	3,21072	320	278	88,96
6	31 open		0,421	0,446	0,187766	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	33,33%		31	0,446	0,421	0,187766	2,100808	6,776799	446	0,01	0,00446
gemiddeld	31		0,373333	0,225667	0,082006					31	0,225667	0,373333	0,082006	0,917523	2,95975	0,141576		FF*Isc*Voc
MPP																		
1	31	0	0,273	0,025	0,006825	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	50%		31	0,025	0,273	0,006825	0,076361	0,246326	25	273	6,825
2	31	0,09	0,269	0,064	0,017216	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	50%		31	0,064	0,269	0,017216	0,19262	0,621355	64	269	17,216
3	31	0,33	0,26	0,13	0,0338	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	50%		31	0,13	0,26	0,0338	0,378169	1,2199	130	260	33,8
4	31	0,66	0,243	0,201	0,048843	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	50%		31	0,201	0,243	0,048843	0,546477	1,762828	201	243	48,843
5	31	0,99	0,221	0,256	0,056576	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	50%		31	0,256	0,221	0,056576	0,632997	2,041926	256	221	56,576
6	31 open		0,275	0,421	0,115775	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	50%		31	0,421	0,275	0,115775	1,295341	4,17852	421	0,01	0,00421
gemiddeld	31		0,256833	0,182833	0,046506					31	0,182833	0,256833	0,046506	0,520328	1,678476	0,087294		FF*Isc*Voc
MPP																		

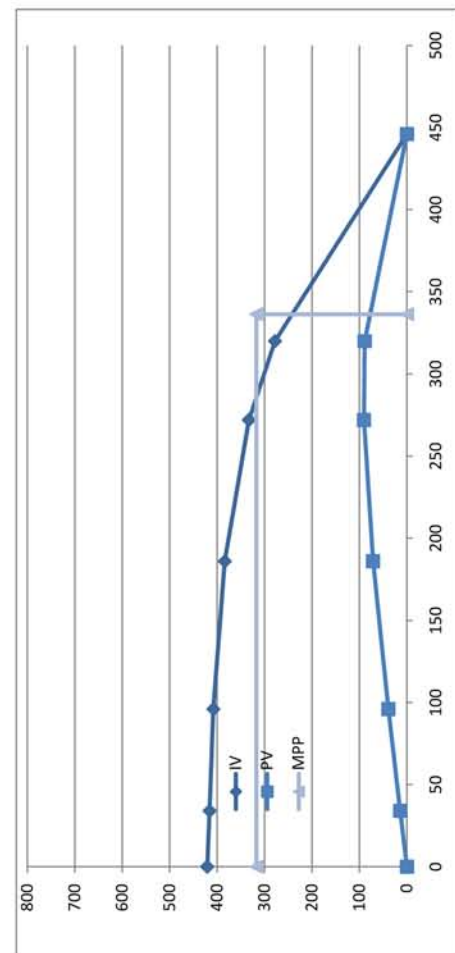
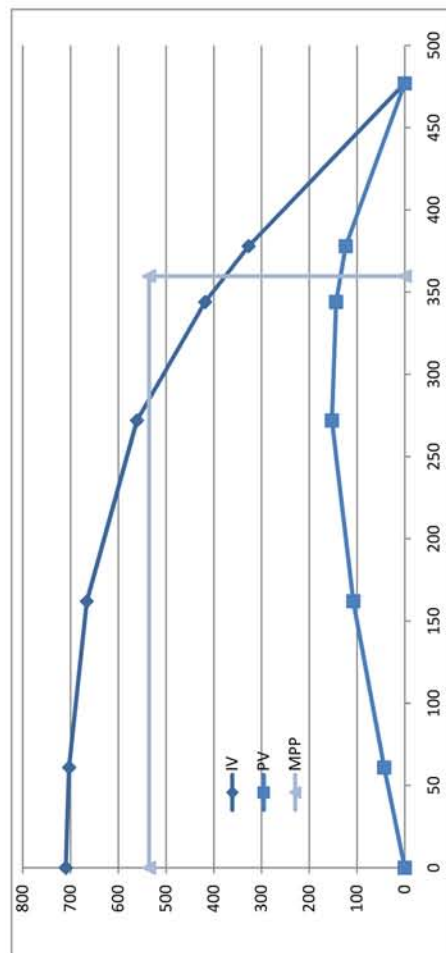
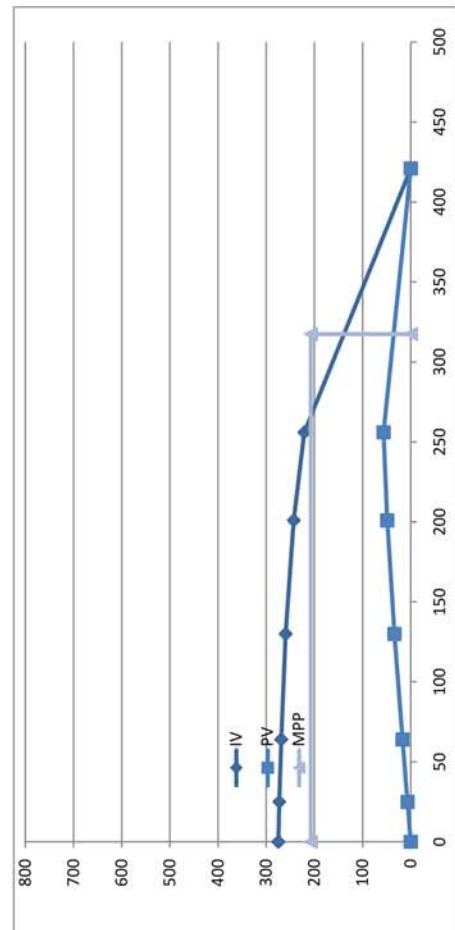
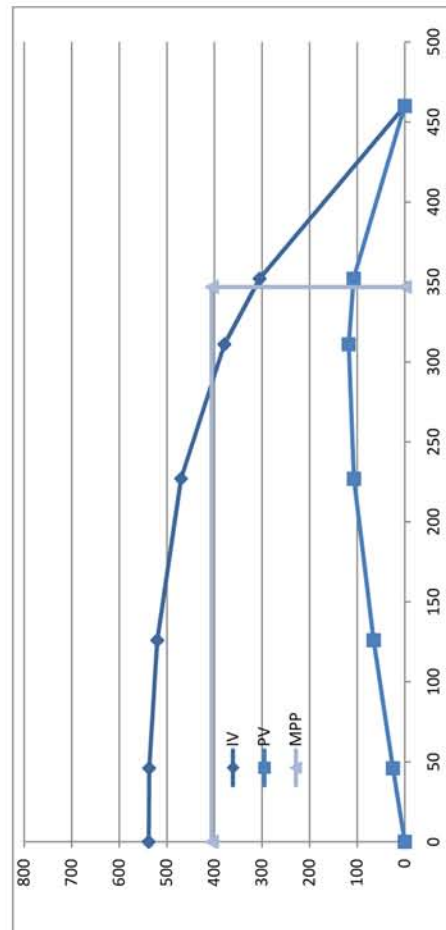
V	I	W
0,01	710	0,0071
61	703	42,883
162	666	107,892
272	561	152,592
344	418	143,792
378	327	123,606
477	0,01	0,00477
0,255357		FF*I _{sc} *V _{oc}

0,01	538	0,00538
46	537	24,702
126	520	65,52
227	470	106,69
311	379	117,869
352	305	107,36
460	0,01	0,0046
0,1866		FF*I _{sc} *V _{oc}

0,01	421	0,00421
34	416	14,144
96	408	39,168
186	384	71,424
272	333	90,576
320	278	88,96
446	0,01	0,00446
0,141576		FF*I _{sc} *V _{oc}

0,01	275	0,00275
25	273	6,825
64	269	17,216
130	260	33,8
201	243	48,843
256	221	56,576
421	0,01	0,00421
0,087294		FF*I _{sc} *V _{oc}

20090818 - iv & pv curves & MPP grafieken4



20090818 - iv & pv curves & MPP data5

V	I	W
0,01	318	0,00318
26	316	8,216
150	309	46,35
150	310	46,5
248	302	74,896
342	296	101,232
941	0,01	0,00941
0,225625	FF*Isc*Voc	

meting	w/m2	ohm	A	V	P=V*A	opp.	Schakeling	schaduw	w/m ²	V _{oc}	I _{cc}	w	w/m ²	Eff.
1	31	0	0,316	0,026	0,008216	0,089378	(1A s 2A) p (1B s 3A) p (2A s 2B)	0%	31	0,026	0,316	0,008216	0,091924	0,29653
2	31	0,09	0,309	0,15	0,04635	0,089378	(1A s 2A) p (1B s 3A) p (2A s 2B)	0%	31	0,15	0,309	0,04635	0,518584	1,672852
3	31	0,33	0,31	0,15	0,0465	0,089378	(1A s 2A) p (1B s 3A) p (2A s 2B)	0%	31	0,15	0,31	0,0465	0,520262	1,678265
4	31	0,66	0,302	0,248	0,074896	0,089378	(1A s 2A) p (1B s 3A) p (2A s 2B)	0%	31	0,248	0,302	0,074896	0,837969	2,703126
5	31	0,99	0,296	0,342	0,101232	0,089378	(1A s 2A) p (1B s 3A) p (2A s 2B)	0%	31	0,342	0,296	0,101232	1,132628	3,653638
6	31 open		0,318	0,941	0,299238	0,089378	(1A s 2A) p (1B s 3A) p (2A s 2B)	0%	31	0,941	0,318	0,299238	3,348005	10,80002
gemiddeld	31		0,3085	0,3095	0,096072				31	0,3095	0,3085	0,096072	1,074895	3,467404
MPP														
1	31	0	0,172	0,014	0,002408	0,089378	(1A s 2A) p (1B s 3A) p (2A s 2B)	16,67%	31	0,014	0,172	0,002408	0,026942	0,086909
2	31	0,09	0,166	0,08	0,01328	0,089378	(1A s 2A) p (1B s 3A) p (2A s 2B)	16,67%	31	0,08	0,166	0,01328	0,148582	0,479298
3	31	0,33	0,168	0,053	0,008904	0,089378	(1A s 2A) p (1B s 3A) p (2A s 2B)	16,67%	31	0,053	0,168	0,008904	0,099622	0,321361
4	31	0,66	0,164	0,108	0,017712	0,089378	(1A s 2A) p (1B s 3A) p (2A s 2B)	16,67%	31	0,108	0,164	0,017712	0,19817	0,639257
5	31	0,99	0,158	0,183	0,028914	0,089378	(1A s 2A) p (1B s 3A) p (2A s 2B)	16,67%	31	0,183	0,158	0,028914	0,323502	1,043556
6	31 open		0,176	0,885	0,15576	0,089378	(1A s 2A) p (1B s 3A) p (2A s 2B)	16,67%	31	0,885	0,176	0,15576	1,742711	5,621648
gemiddeld	31		0,167333	0,2205	0,03783				31	0,2205	0,167333	0,03783	0,423255	1,365338
MPP														
1	31	0	0,114	0,009	0,001026	0,089378	(1A s 2A) p (1B s 3A) p (2A s 2B)	33,33%	31	0,009	0,114	0,001026	0,011479	0,03703
2	31	0,09	0,109	0,053	0,005777	0,089378	(1A s 2A) p (1B s 3A) p (2A s 2B)	33,33%	31	0,053	0,109	0,005777	0,064636	0,208502
3	31	0,33	0,111	0,053	0,005883	0,089378	(1A s 2A) p (1B s 3A) p (2A s 2B)	33,33%	31	0,053	0,111	0,005883	0,065822	0,212328
4	31	0,66	0,107	0,071	0,007597	0,089378	(1A s 2A) p (1B s 3A) p (2A s 2B)	33,33%	31	0,071	0,107	0,007597	0,084999	0,274189
5	31	0,99	0,103	0,119	0,012257	0,089378	(1A s 2A) p (1B s 3A) p (2A s 2B)	33,33%	31	0,119	0,103	0,012257	0,137137	0,442376
6	31 open		0,117	0,82	0,09594	0,089378	(1A s 2A) p (1B s 3A) p (2A s 2B)	33,33%	31	0,82	0,117	0,09594	1,073419	3,46264
gemiddeld	31		0,110167	0,1875	0,021413				31	0,1875	0,110167	0,021413	0,239582	0,772844
MPP														
1	31	0	0,088	0,007	0,000616	0,089378	(1A s 2A) p (1B s 3A) p (2A s 2B)	50%	31	0,007	0,088	0,000616	0,006892	0,022233
2	31	0,09	0,086	0,041	0,003526	0,089378	(1A s 2A) p (1B s 3A) p (2A s 2B)	50%	31	0,041	0,086	0,003526	0,03945	0,127259
3	31	0,33	0,086	0,042	0,03612	0,089378	(1A s 2A) p (1B s 3A) p (2A s 2B)	50%	31	0,042	0,086	0,03612	0,404126	1,303633
4	31	0,66	0,085	0,056	0,00476	0,089378	(1A s 2A) p (1B s 3A) p (2A s 2B)	50%	31	0,056	0,085	0,00476	0,053257	0,171797
5	31	0,99	0,082	0,095	0,00779	0,089378	(1A s 2A) p (1B s 3A) p (2A s 2B)	50%	31	0,095	0,082	0,00779	0,087158	0,281155
6	31 open		0,09	0,666	0,05994	0,089378	(1A s 2A) p (1B s 3A) p (2A s 2B)	50%	31	0,666	0,09	0,05994	0,670635	2,163338
gemiddeld	31		0,215167	0,151167	0,018792				31	0,151167	0,215167	0,018792	0,210253	0,678236
MPP														
0,045195	FF*Isc*Voc													

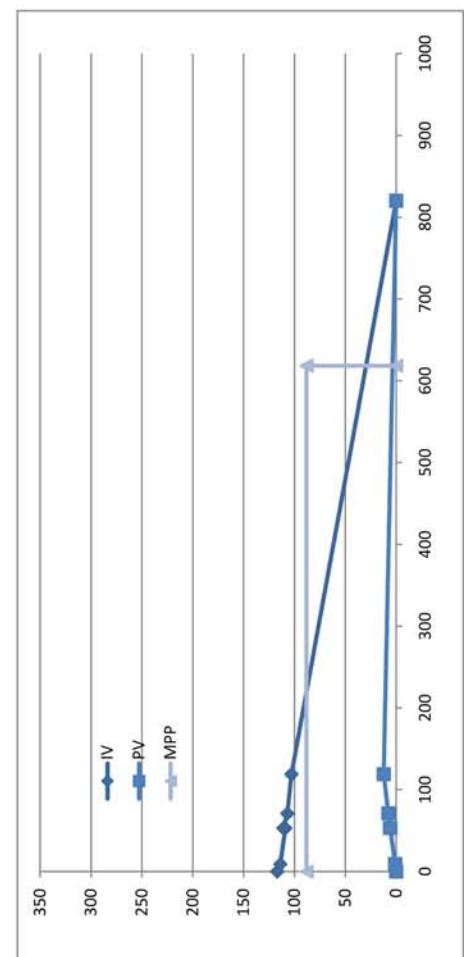
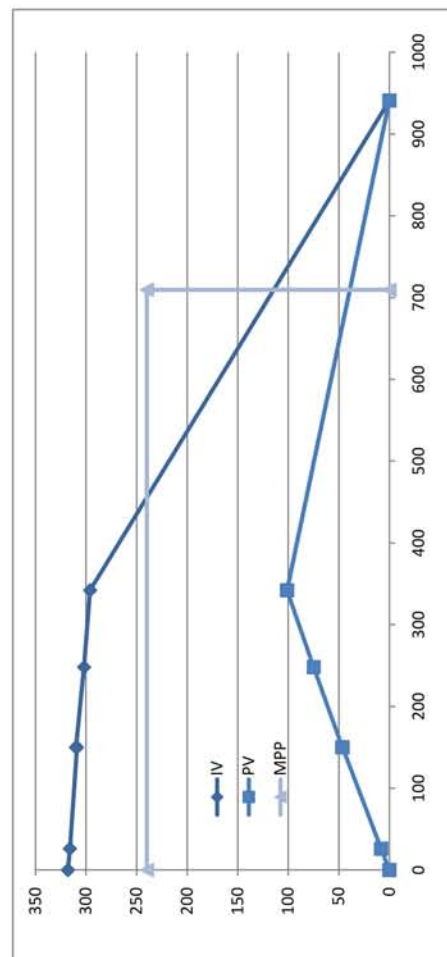
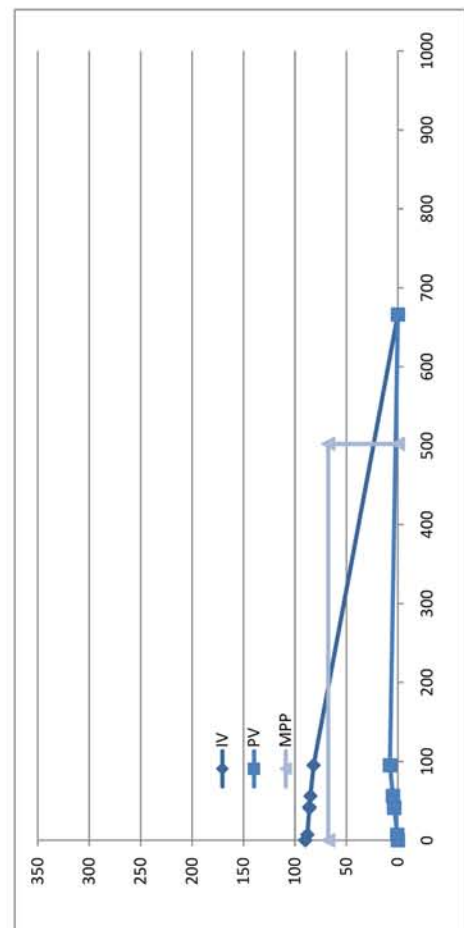
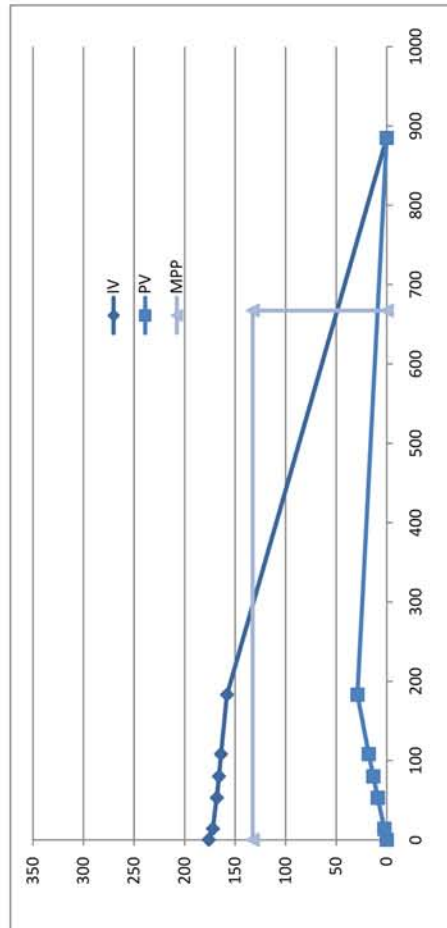
V	I	W
0,01	318	0,00318
26	316	8,216
150	309	46,35
150	310	46,5
248	302	74,896
342	296	101,232
941	0,01	0,00941
0,225625		FF*I _{sc} *V _{oc}

0,01	176	0,00176
14	172	2,408
80	166	13,28
53	168	8,904
108	164	17,712
183	158	28,914
885	0,01	0,00885
0,117443		FF*I _{sc} *V _{oc}

0,01	117	0,00117
9	114	1,026
53	109	5,777
53	111	5,883
71	107	7,597
119	103	12,257
820	0,01	0,0082
0,072339		FF*I _{sc} *V _{oc}

0,01	90	0,0009
7	88	0,616
41	86	3,526
42	86	3,612
56	85	4,76
95	82	7,79
666	0,01	0,00666
0,045195		FF*I _{sc} *V _{oc}

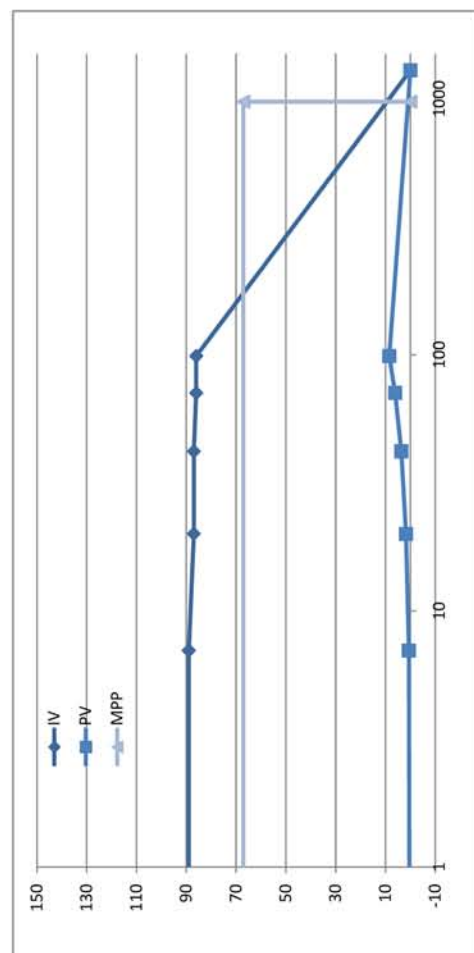
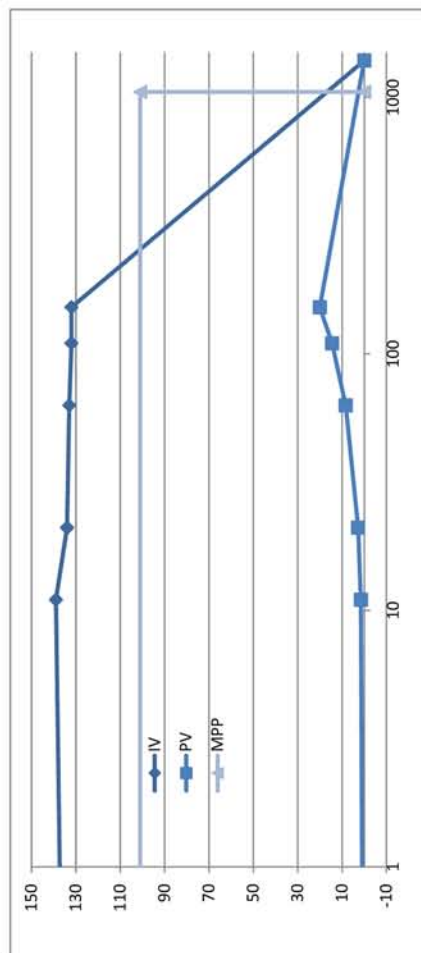
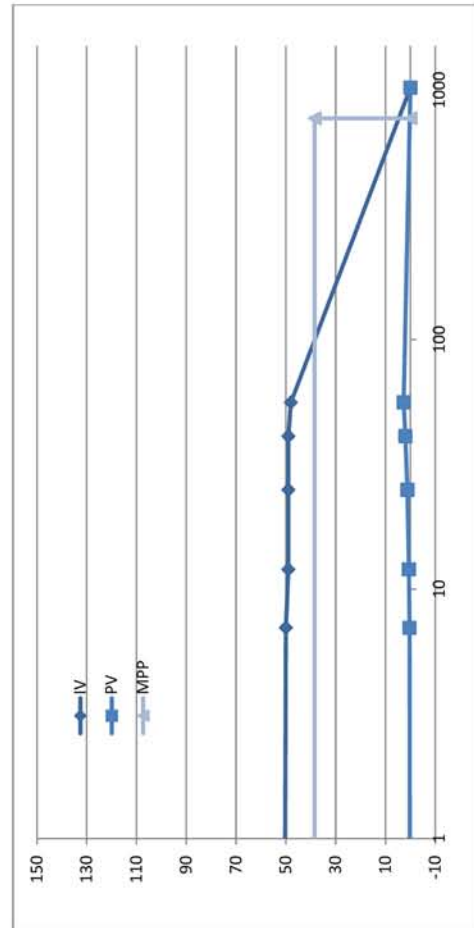
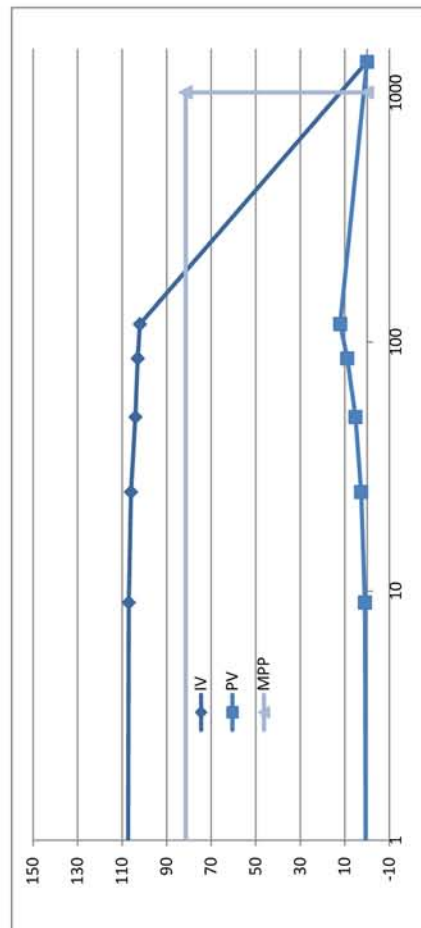
20090818 - iv & pv curves & MPP grafieken5



20090818 - iv & pv curves & MPP data6

meting	w/m2	ohm	A	V	P=V*A	opp.	Schakeling	schaduw	w/m ²	V _{oc}	I _{cc}	w	w/m ²	Eff.	V	I	W
1	31	0	0,139	0,011	0,001529	0,089378	(1A s 1B s 2A) p (2A s 3A s 2B)	0%	31	0,011	0,139	0,001529	0,017107	0,055184	0,01	134	0,00134
2	31	0,09	0,134	0,021	0,002814	0,089378	(1A s 1B s 2A) p (2A s 3A s 2B)	0%	31	0,021	0,134	0,002814	0,031484	0,101562	11	139	1,529
3	31	0,33	0,133	0,063	0,008379	0,089378	(1A s 1B s 2A) p (2A s 3A s 2B)	0%	31	0,063	0,133	0,008379	0,093748	0,302413	21	134	2,814
4	31	0,66	0,132	0,11	0,01452	0,089378	(1A s 1B s 2A) p (2A s 3A s 2B)	0%	31	0,11	0,132	0,01452	0,162456	0,524052	63	133	8,379
5	31	0,99	0,132	0,152	0,020064	0,089378	(1A s 1B s 2A) p (2A s 3A s 2B)	0%	31	0,152	0,132	0,020064	0,224485	0,724144	110	132	14,52
6	31 open		0,134	1,393	0,186662	0,089378	(1A s 1B s 2A) p (2A s 3A s 2B)	0%	31	1,393	0,134	0,186662	2,088456	6,736954	152	132	20,064
gemiddeld	31		0,134	0,291667	0,038995				31	0,291667	0,134	0,038995	0,436289	1,407385	1393	0,01	0,01393
															FF*Isc*Voc		
															0,140743		
1	31	0	0,107	0,009	0,000963	0,089378	(1A s 1B s 2A) p (2A s 3A s 2B)	16,67%	31	0,009	0,107	0,000963	0,010774	0,034756	0,01	108	0,00108
2	31	0,09	0,106	0,025	0,00265	0,089378	(1A s 1B s 2A) p (2A s 3A s 2B)	16,67%	31	0,025	0,106	0,00265	0,029649	0,095643	9	107	0,963
3	31	0,33	0,104	0,05	0,0052	0,089378	(1A s 1B s 2A) p (2A s 3A s 2B)	16,67%	31	0,05	0,104	0,0052	0,05818	0,187677	25	106	2,65
4	31	0,66	0,103	0,086	0,008858	0,089378	(1A s 1B s 2A) p (2A s 3A s 2B)	16,67%	31	0,086	0,103	0,008858	0,099107	0,319701	50	104	5,2
5	31	0,99	0,102	0,118	0,012036	0,089378	(1A s 1B s 2A) p (2A s 3A s 2B)	16,67%	31	0,118	0,102	0,012036	0,134664	0,4344	86	103	8,858
6	31 open		0,108	1,332	0,143856	0,089378	(1A s 1B s 2A) p (2A s 3A s 2B)	16,67%	31	1,332	0,108	0,143856	1,609524	5,192012	118	102	12,036
gemiddeld	31		0,105	0,27	0,028927				31	0,27	0,105	0,028927	0,32365	1,044031	1332	0,01	0,01332
															FF*Isc*Voc		
															0,108467		
1	31	0	0,089	0,007	0,000623	0,089378	(1A s 1B s 2A) p (2A s 3A s 2B)	33,33%	31	0,007	0,089	0,000623	0,00697	0,022485	0,01	89	0,00089
2	31	0,09	0,087	0,02	0,00174	0,089378	(1A s 1B s 2A) p (2A s 3A s 2B)	33,33%	31	0,02	0,087	0,00174	0,019468	0,0628	7	89	0,623
3	31	0,33	0,087	0,042	0,003654	0,089378	(1A s 1B s 2A) p (2A s 3A s 2B)	33,33%	31	0,042	0,087	0,003654	0,040883	0,131879	20	87	1,74
4	31	0,66	0,086	0,071	0,006106	0,089378	(1A s 1B s 2A) p (2A s 3A s 2B)	33,33%	31	0,071	0,086	0,006106	0,068317	0,220376	42	87	3,654
5	31	0,99	0,086	0,099	0,008514	0,089378	(1A s 1B s 2A) p (2A s 3A s 2B)	33,33%	31	0,099	0,086	0,008514	0,095258	0,307285	71	86	6,106
6	31 open		0,089	1,292	0,114988	0,089378	(1A s 1B s 2A) p (2A s 3A s 2B)	33,33%	31	1,292	0,089	0,114988	1,286536	4,150116	99	86	8,514
gemiddeld	31		0,087333	0,255167	0,022604				31	0,255167	0,087333	0,022604	0,252905	0,815823	1292	0,01	0,01292
															FF*Isc*Voc		
															0,086701		
1	31	0	0,05	0,007	0,00035	0,089378	(1A s 1B s 2A) p (2A s 3A s 2B)	50%	31	0,007	0,05	0,00035	0,003916	0,012632	0,01	51	0,00051
2	31	0,09	0,049	0,012	0,000588	0,089378	(1A s 1B s 2A) p (2A s 3A s 2B)	50%	31	0,012	0,049	0,000588	0,006579	0,021222	7	50	0,35
3	31	0,33	0,049	0,025	0,001225	0,089378	(1A s 1B s 2A) p (2A s 3A s 2B)	50%	31	0,025	0,049	0,001225	0,013706	0,044212	12	49	0,588
4	31	0,66	0,049	0,041	0,002009	0,089378	(1A s 1B s 2A) p (2A s 3A s 2B)	50%	31	0,041	0,049	0,002009	0,022478	0,072508	25	49	1,225
5	31	0,99	0,048	0,056	0,002688	0,089378	(1A s 1B s 2A) p (2A s 3A s 2B)	50%	31	0,056	0,048	0,002688	0,030075	0,097015	41	49	2,009
6	31 open		0,051	1,021	0,052071	0,089378	(1A s 1B s 2A) p (2A s 3A s 2B)	50%	31	1,021	0,051	0,052071	0,582593	1,879332	56	48	2,688
gemiddeld	31		0,049333	0,193667	0,009822				31	0,193667	0,049333	0,009822	0,109891	0,354487	1021	0,01	0,01021
															FF*Isc*Voc		
															0,039262		

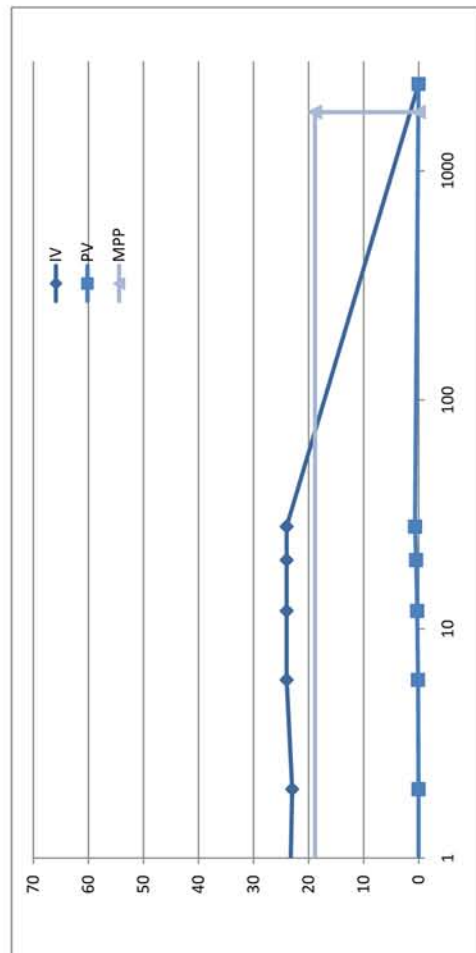
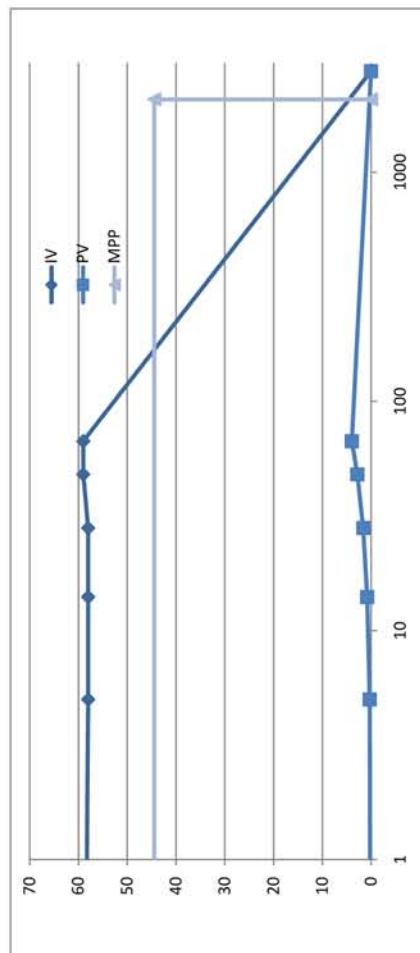
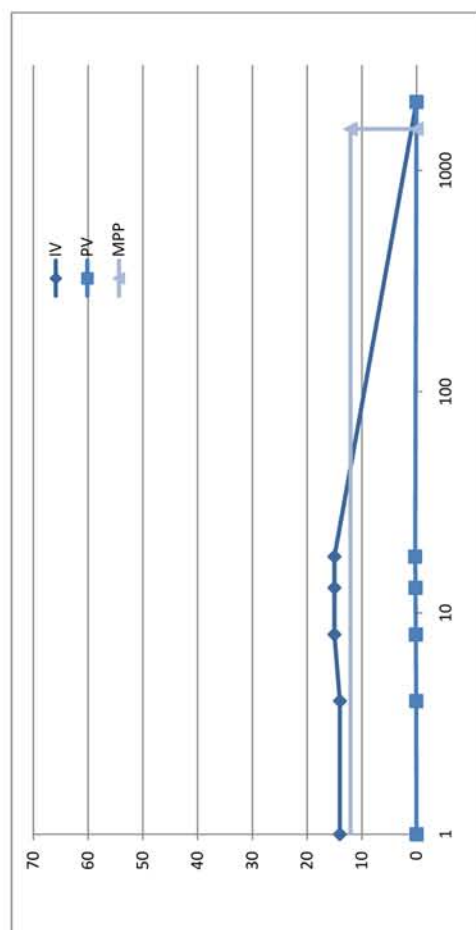
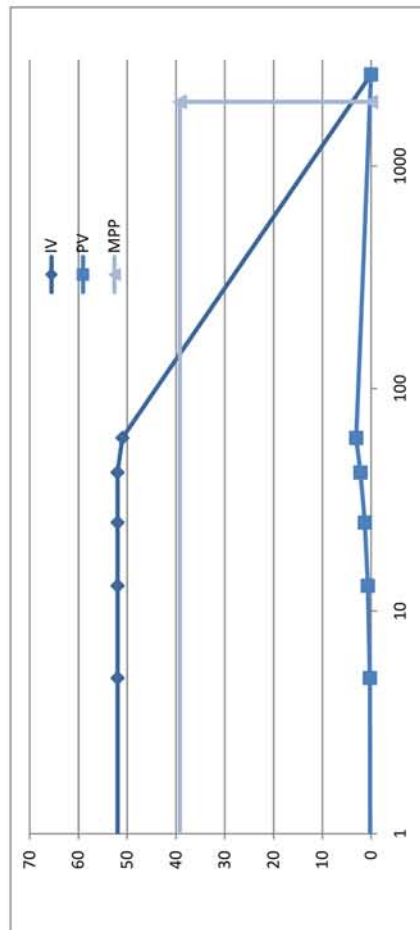
20090818 - iv & pv curves & MPP grafieken6



20090818 - iv & pv curves & MPP data7

Met diode																			
meting	w/m2	ohm	A	V	P=V*A	opp.	Schakeling	schaduw	w/m ²	V _{oc}	I _{sc}	w	w/m ²	Eff.	V	I	W		
1	31		0	0,058	0,005	0,00029	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A met dio	0%	31	0,005	0,058	0,00029	0,003245	0,010467	0,01	59	0,00059	
2	31		0,09	0,058	0,014	0,000812	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A met dio	0%	31	0,014	0,058	0,000812	0,009085	0,029306	5	58	0,29	
3	31		0,33	0,058	0,028	0,001624	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A met dio	0%	31	0,028	0,058	0,001624	0,01817	0,058613	14	58	0,812	
4	31		0,66	0,059	0,048	0,002832	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A met dio	0%	31	0,048	0,059	0,002832	0,031686	0,102212	28	58	1,624	
5	31		0,99	0,059	0,067	0,003953	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A met dio	0%	31	0,067	0,059	0,003953	0,044228	0,142671	48	59	2,832	
6	31 open			0,059	2,757	0,162663	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A met dio	0%	31	2,757	0,059	0,162663	1,819945	5,870789	67	59	3,953	
gemiddeld	31			0,0585	0,4865	0,028696				31	0,4865	0,0585	0,028696	0,32106	1,035676	2757	0,01	0,02757	
															0,122648			FF*Isc*Voc	
1	31		0	0,052	0,005	0,00026	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	16,67%	31	0,005	0,052	0,00026	0,002909	0,009384	0,01	52	0,00052	
2	31		0,09	0,052	0,013	0,000676	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	16,67%	31	0,013	0,052	0,000676	0,007563	0,024398	5	52	0,26	
3	31		0,33	0,052	0,025	0,0013	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	16,67%	31	0,025	0,052	0,0013	0,014545	0,046919	13	52	0,676	
4	31		0,66	0,052	0,042	0,002184	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	16,67%	31	0,042	0,052	0,002184	0,024436	0,078824	25	52	1,3	
5	31		0,99	0,051	0,06	0,00306	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	16,67%	31	0,06	0,051	0,00306	0,034237	0,110441	42	52	2,184	
6	31 open			0,052	2,578	0,134056	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	16,67%	31	2,578	0,052	0,134056	1,499877	4,838313	60	51	3,06	
gemiddeld	31			0,051833	0,453833	0,023589				31	0,453833	0,051833	0,023589	0,263928	0,85138	2578	0,01	0,02578	
															0,101078			FF*Isc*Voc	
1	31		0	0,023	0,002	0,000046	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	33,33%	31	0,002	0,023	0,000046	0,000515	0,00166	0,01	25	0,00025	
2	31		0,09	0,024	0,006	0,000144	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	33,33%	31	0,006	0,024	0,000144	0,001611	0,005197	2	23	0,046	
3	31		0,33	0,024	0,012	0,000288	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	33,33%	31	0,012	0,024	0,000288	0,003222	0,010394	6	24	0,144	
4	31		0,66	0,024	0,02	0,00048	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	33,33%	31	0,02	0,024	0,00048	0,00537	0,017324	12	24	0,288	
5	31		0,99	0,025	0,028	0,0007	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	33,33%	31	0,028	0,025	0,0007	0,007832	0,025264	20	24	0,48	
6	31 open			0,025	2,393	0,059825	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	33,33%	31	2,393	0,025	0,059825	0,669348	2,159188	28	24	0,672	
gemiddeld	31			0,024167	0,410167	0,010247				31	0,410167	0,024167	0,010247	0,11465	0,369838	2393	0,01	0,02393	
															0,045108			FF*Isc*Voc	
1	31		0	0,014	0,001	0,000014	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	50%	31	0,001	0,014	0,000014	0,000157	0,000505	0,01	16	0,00016	
2	31		0,09	0,014	0,004	0,000056	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	50%	31	0,004	0,014	0,000056	0,000627	0,002021	1	14	0,014	
3	31		0,33	0,015	0,008	0,00012	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	50%	31	0,008	0,015	0,00012	0,001343	0,004331	4	14	0,056	
4	31		0,66	0,015	0,013	0,000195	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	50%	31	0,013	0,015	0,000195	0,002182	0,007038	8	15	0,12	
5	31		0,99	0,016	0,018	0,000288	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	50%	31	0,018	0,016	0,000288	0,003222	0,010394	13	15	0,195	
6	31 open			0,016	2,042	0,032672	0,089378	1A s 2A s 1B s 3A s 2B s 2A	50%	31	2,042	0,016	0,032672	0,365549	1,179189	18	15	0,27	
gemiddeld	31			0,015	0,347667	0,005558				31	0,347667	0,015	0,005558	0,06218	0,20058	2042	0,01	0,02042	
															0,024635			FF*Isc*Voc	

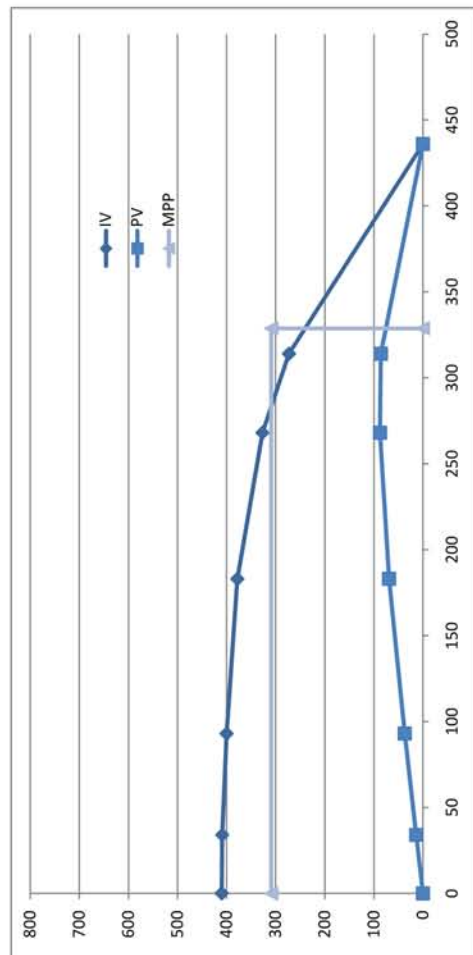
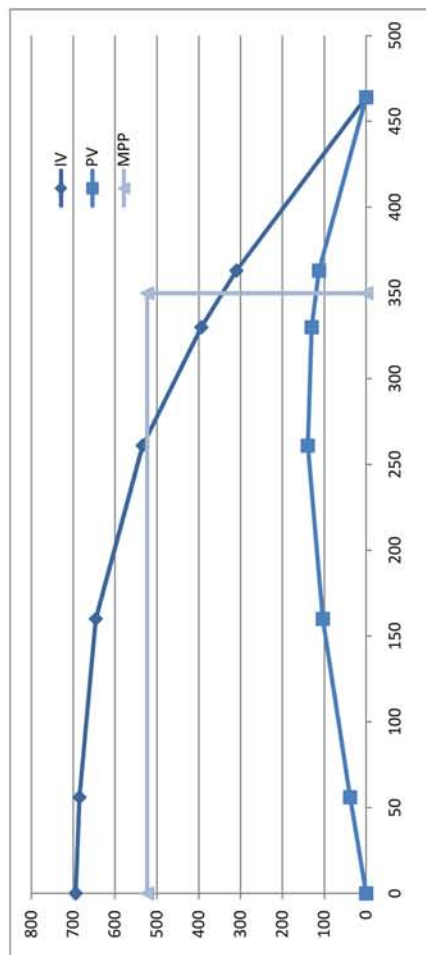
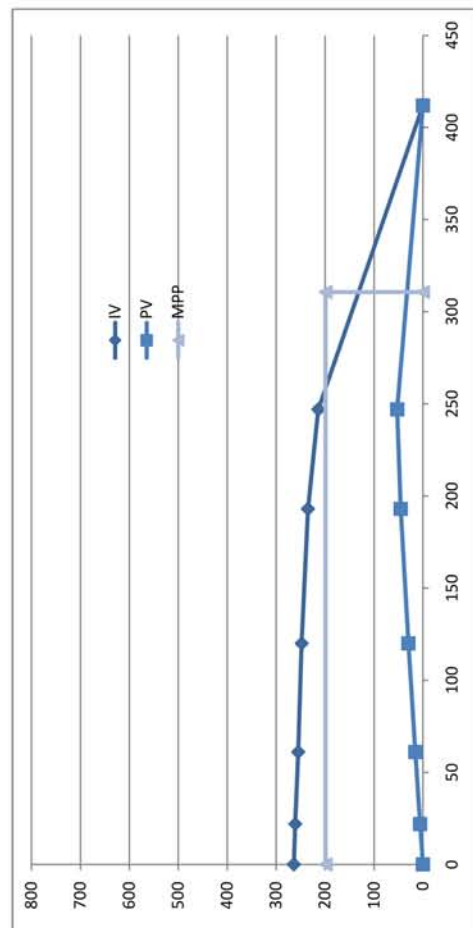
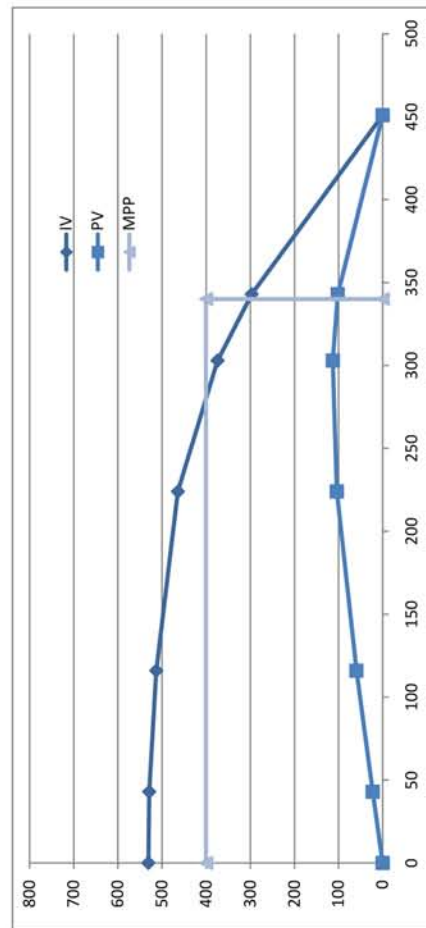
20090818 - iv & pv curves & MPP grafieken7



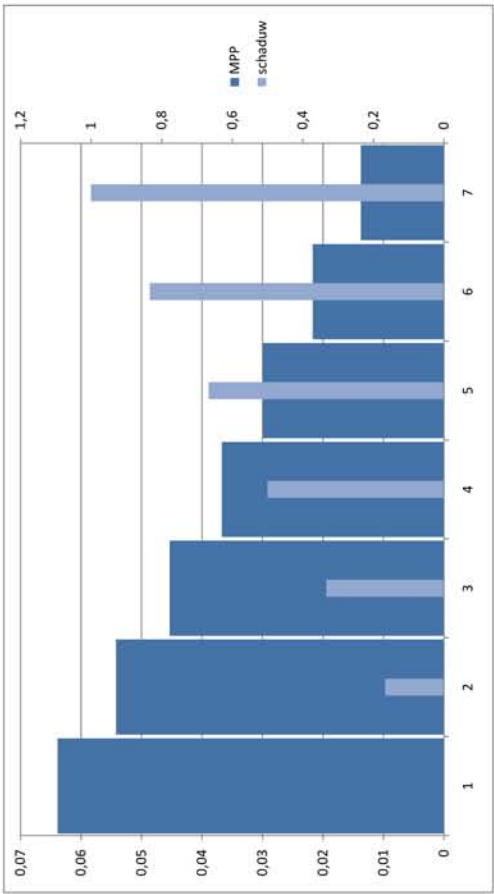
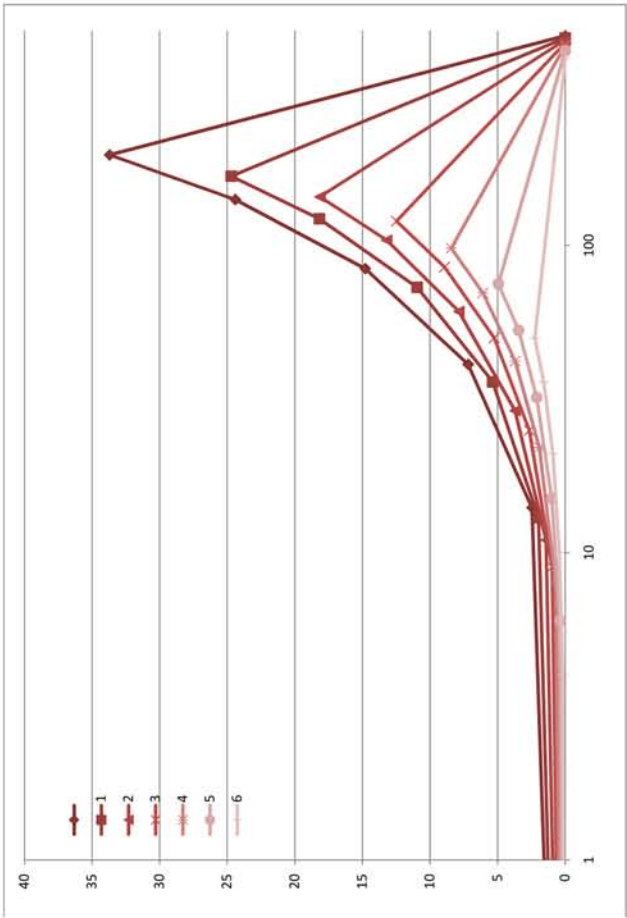
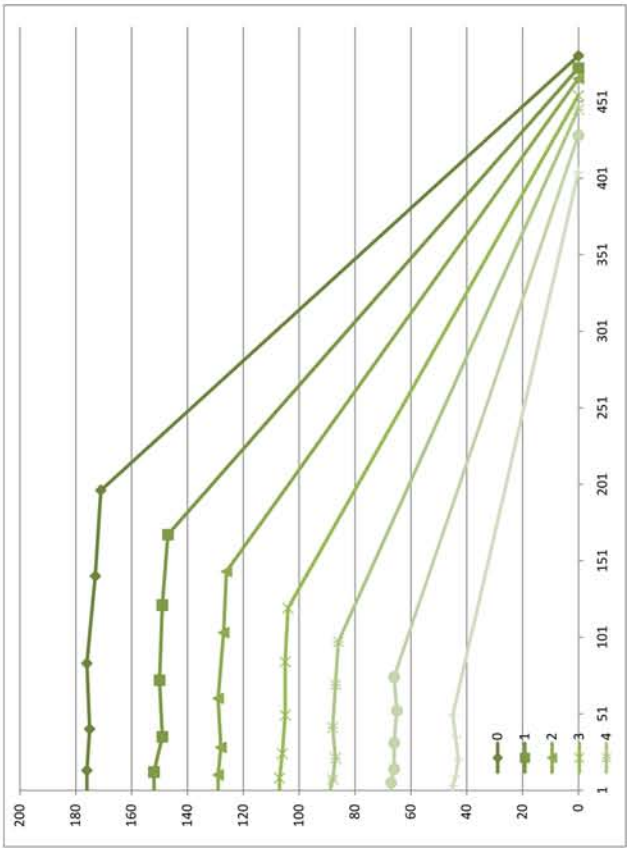
20090818 - iv & pv curves & MPP data8

met diode																		
meting	w/m2	ohm	A	V	P=V*A	opp.	Schakeling	schaduw	w/m ²	V _{oc}	I _{cc}	w	w/m ²	Eff.	V	I	W	
1	31	31	0	0,685	0,03836	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A met d	0%		31	0,056	0,685	0,03836	0,429188	1,384479	0,01	694	0,00694
2	31	31	0,09	0,646	0,16	0,10336	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A met d	0%	31	0,16	0,646	0,10336	1,156437	3,730441	56	685	38,36
3	31	31	0,33	0,534	0,261	0,139374	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A met d	0%	31	0,261	0,534	0,139374	1,559377	5,030248	160	646	103,36
4	31	31	0,66	0,394	0,33	0,13002	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A met d	0%	31	0,33	0,394	0,13002	1,45472	4,692646	261	534	139,374
5	31	31	0,99	0,31	0,363	0,11253	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A met d	0%	31	0,363	0,31	0,11253	1,259035	4,061402	330	394	130,02
6	31	open		0,694	0,464	0,322016	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A met d	0%	31	0,464	0,694	0,322016	3,602855	11,62211	363	310	112,53
gemiddeld	31		0,543833	0,272333	0,140943					31	0,272333	0,543833	0,140943	1,576935	5,086888	464	0,01	0,00464
															0,2428	FF*Isc*Voc		
															0,2428	FF*Isc*Voc		
1	31	31	0	0,529	0,043	0,022747	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	16,67%	31	0,043	0,529	0,022747	0,254503	0,820979	0,01	531	0,00531
2	31	31	0,09	0,513	0,116	0,059508	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	16,67%	31	0,116	0,513	0,059508	0,665801	2,147747	43	529	22,747
3	31	31	0,33	0,464	0,224	0,103936	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	16,67%	31	0,224	0,464	0,103936	1,162881	3,75123	116	513	59,508
4	31	31	0,66	0,374	0,303	0,113322	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	16,67%	31	0,303	0,374	0,113322	1,267896	4,089987	224	464	103,936
5	31	31	0,99	0,297	0,343	0,101871	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	16,67%	31	0,343	0,297	0,101871	1,139777	3,6767	303	374	113,322
6	31	open		0,531	0,451	0,239481	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	16,67%	31	0,451	0,531	0,239481	2,679418	8,643283	343	297	101,871
gemiddeld	31		0,451333	0,246667	0,106811					31	0,246667	0,451333	0,106811	1,195046	3,854988	451	0,01	0,00451
															0,180569	FF*Isc*Voc		
															0,180569	FF*Isc*Voc		
1	31	31	0	0,409	0,034	0,013906	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	33,33%	31	0,034	0,409	0,013906	0,155586	0,501892	0,01	410	0,0041
2	31	31	0,09	0,4	0,093	0,0372	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	33,33%	31	0,093	0,4	0,0372	0,41621	1,342612	34	409	13,906
3	31	31	0,33	0,378	0,183	0,069174	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	33,33%	31	0,183	0,378	0,069174	0,773949	2,496609	93	400	37,2
4	31	31	0,66	0,327	0,268	0,087636	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	33,33%	31	0,268	0,327	0,087636	0,98051	3,162935	183	378	69,174
5	31	31	0,99	0,273	0,314	0,085722	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	33,33%	31	0,314	0,273	0,085722	0,959095	3,093855	268	327	87,636
6	31	open		0,41	0,436	0,17876	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	33,33%	31	0,436	0,41	0,17876	2,000045	6,451757	314	273	85,722
gemiddeld	31		0,366167	0,221333	0,078733					31	0,221333	0,366167	0,078733	0,880899	2,84161	436	0,01	0,00436
															0,134785	FF*Isc*Voc		
															0,134785	FF*Isc*Voc		
1	31	31	0	0,261	0,022	0,005742	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	50%	31	0,022	0,261	0,005742	0,064244	0,207239	0,01	264	0,00264
2	31	31	0,09	0,255	0,061	0,015555	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	50%	31	0,061	0,255	0,015555	0,174036	0,561407	22	261	5,742
3	31	31	0,33	0,248	0,12	0,02976	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	50%	31	0,12	0,248	0,02976	0,332968	1,07409	61	255	15,555
4	31	31	0,66	0,235	0,193	0,045355	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	50%	31	0,193	0,235	0,045355	0,507451	1,63694	120	248	29,76
5	31	31	0,99	0,214	0,247	0,052858	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	50%	31	0,247	0,214	0,052858	0,591398	1,907737	193	235	45,355
6	31	open		0,264	0,412	0,108768	0,089378	1A p 2A p 3A p 1B p 2B p 2A	50%	31	0,412	0,264	0,108768	1,216944	3,925625	247	214	52,858
gemiddeld	31		0,246167	0,175833	0,043006					31	0,175833	0,246167	0,043006	0,481174	1,552173	412	0,01	0,00412
															0,082011	FF*Isc*Voc		

20090818 - iv & pv curves & MPP grafieken8



20090827 - gedeeltelijk beschaduwden 1 vlinder grafieken



20090827 - gedeeltelijk beschaduwen 1 vlinder data

meting	w/m2	ohm	A	V	P=V*A	type	opp.	hoeveelheid schaduw	w/m ²	V _{cc}	I _{cc}	w	w/m ²	Eff.	
1	2	31	0	0,176	0,014	0,002464 2A	0,089378	0	0,089378	31	0,014	0,176	0,002464	0,027568	0,08893
2	31	0,09	0,175	0,041	0,007175 2A	0,089378	0	0,089378	0,089378	31	0,041	0,175	0,007175	0,080277	0,258958
3	31	0,33	0,176	0,084	0,014784 2A	0,089378	0	0,089378	0,089378	31	0,084	0,176	0,014784	0,16541	0,53358
4	31	0,66	0,173	0,141	0,024393 2A	0,089378	0	0,089378	0,089378	31	0,141	0,173	0,024393	0,27292	0,880386
5	31	0,99	0,171	0,197	0,033687 2A	0,089378	0	0,089378	0,089378	31	0,197	0,171	0,033687	0,376905	1,215822
6	31	open	0,176	0,481	0,084656 2A	0,089378	0	0,089378	0,089378	31	0,481	0,176	0,084656	0,947168	3,055381
average	31		0,1745	0,159667	0,02786					31	0,159667	0,1745	0,02786	0,311708	1,00551

1	31	0	0,152	0,013	0,001976 2A	0,089378	0,166667			31	0,013	0,152	0,001976	0,022108	0,071317
2	31	0,09	0,149	0,036	0,005364 2A	0,089378	0,166667			31	0,036	0,149	0,005364	0,060015	0,193596
3	31	0,33	0,15	0,073	0,01095 2A	0,089378	0,166667			31	0,073	0,15	0,01095	0,122513	0,395204
4	31	0,66	0,149	0,122	0,018178 2A	0,089378	0,166667			31	0,122	0,149	0,018178	0,203383	0,656075
5	31	0,99	0,147	0,168	0,024696 2A	0,089378	0,166667			31	0,168	0,147	0,024696	0,27631	0,891321
6	31	open	0,152	0,473	0,071896 2A	0,089378	0,166667			31	0,473	0,152	0,071896	0,804404	2,594851
average	31		0,149833	0,1475	0,022177					31	0,1475	0,149833	0,022177	0,248122	0,800394

1	31	0	0,129	0,011	0,001419 2A	0,089378	0,333333			31	0,011	0,129	0,001419	0,015876	0,051214
2	31	0,09	0,128	0,029	0,003712 2A	0,089378	0,333333			31	0,029	0,128	0,003712	0,041531	0,133972
3	31	0,33	0,129	0,061	0,007869 2A	0,089378	0,333333			31	0,061	0,129	0,007869	0,088042	0,284006
4	31	0,66	0,127	0,104	0,013208 2A	0,089378	0,333333			31	0,104	0,127	0,013208	0,147777	0,4767
5	31	0,99	0,126	0,144	0,018144 2A	0,089378	0,333333			31	0,144	0,126	0,018144	0,203003	0,654848
6	31	open	0,129	0,466	0,060114 2A	0,089378	0,333333			31	0,466	0,129	0,060114	0,672582	2,169618
average	31		0,128	0,135833	0,017411					31	0,135833	0,128	0,017411	0,194802	0,628393

1	31	0	0,107	0,009	0,000963 2A	0,089378	0,5			31	0,009	0,107	0,000963	0,010774	0,034756
2	31	0,09	0,106	0,025	0,00265 2A	0,089378	0,5			31	0,025	0,106	0,00265	0,029649	0,095643
3	31	0,33	0,105	0,05	0,00525 2A	0,089378	0,5			31	0,05	0,105	0,00525	0,058739	0,189482
4	31	0,66	0,105	0,085	0,008925 2A	0,089378	0,5			31	0,085	0,105	0,008925	0,099857	0,322119
5	31	0,99	0,104	0,12	0,01248 2A	0,089378	0,5			31	0,12	0,104	0,01248	0,139632	0,450425
6	31	open	0,107	0,455	0,048685 2A	0,089378	0,5			31	0,455	0,107	0,048685	0,544709	1,757126
average	31		0,105667	0,124	0,013159					31	0,124	0,105667	0,013159	0,147227	0,474925

1	31	0	0,088	0,008	0,000704 2A	0,089378	0,666667			31	0,008	0,088	0,000704	0,007877	0,025409
2	31	0,09	0,087	0,022	0,001914 2A	0,089378	0,666667			31	0,022	0,087	0,001914	0,021415	0,06908
3	31	0,33	0,088	0,042	0,003696 2A	0,089378	0,666667			31	0,042	0,088	0,003696	0,041352	0,133395
4	31	0,66	0,087	0,07	0,00609 2A	0,089378	0,666667			31	0,07	0,087	0,00609	0,068138	0,219799
5	31	0,99	0,086	0,098	0,008428 2A	0,089378	0,666667			31	0,098	0,086	0,008428	0,094296	0,304181
6	31	open	0,089	0,446	0,039694 2A	0,089378	0,666667			31	0,446	0,089	0,039694	0,444114	1,432625
average	31		0,0875	0,114333	0,010088					31	0,114333	0,0875	0,010088	0,112865	0,364081

1	31	0	0,067	0,006	0,000402 2A	0,089378	0,833333			31	0,006	0,067	0,000402	0,004498	0,014509
2	31	0,09	0,066	0,015	0,00099 2A	0,089378	0,833333			31	0,015	0,066	0,00099	0,011077	0,035731
3	31	0,33	0,066	0,032	0,002112 2A	0,089378	0,833333			31	0,032	0,066	0,002112	0,02363	0,076226
4	31	0,66	0,065	0,053	0,003445 2A	0,089378	0,833333			31	0,053	0,065	0,003445	0,038544	0,124336
5	31	0,99	0,066	0,075	0,00495 2A	0,089378	0,833333			31	0,075	0,066	0,00495	0,055383	0,178654
6	31	open	0,067	0,429	0,028743 2A	0,089378	0,833333			31	0,429	0,067	0,028743	0,321589	1,037385
average	31		0,066167	0,101667	0,006774					31	0,101667	0,066167	0,006774	0,075787	0,244473

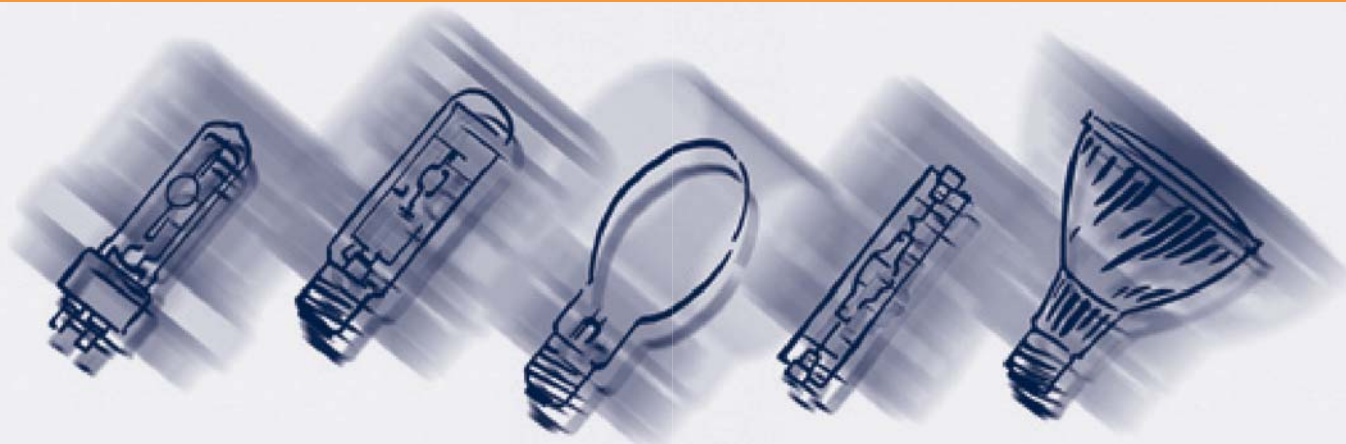
1	31	0	0,045	0,004	0,00018 2A	0,089378	1			31	0,004	0,045	0,00018	0,002014	0,006497
2	31	0,09	0,044	0,01	0,00044 2A	0,089378	1			31	0,01	0,044	0,00044	0,004923	0,01588
3	31	0,33	0,043	0,021	0,000903 2A	0,089378	1			31	0,021	0,043	0,000903	0,010103	0,032591
4	31	0,66	0,044	0,036	0,001584 2A	0,089378	1			31	0,036	0,044	0,001584	0,017722	0,057169
5	31	0,99	0,045	0,05	0,00225 2A	0,089378	1			31	0,05	0,045	0,00225	0,025174	0,081206
6	31	open	0,045	0,405	0,018225 2A	0,089378	1			31	0,405	0,045	0,018225	0,203909	0,657772
average	31		0,044333	0,087667	0,00393					31	0,087667	0,044333	0,00393	0,043974	0,141853

6.5. CMP / CMA series performance specifications

Specification	Unit	CMP 6/ CMA 6	CMP 11 / CMA 11	CMP 21	CMP 22	Definition
Spectral range	μm	310 - 2800	310 - 2800	310 - 2800	200 - 3600	50 % response point
Sensitivity	μV/W/m ²	5 to 18	7 to 14	7 to 14	7 to 14	Signal output for 1 W/m ² irradiance
Impedance	Ω	20 to 200	10 to 100	10 to 100	10 to 100	At instrument housing connector
Response time	s	< 18	< 5	< 5	< 5	95% of final value
		< 6	< 1.7	< 1.7	< 1.7	63 % of final value
Non-linearity	%	< 1	< 0.2	< 0.2	< 0.2	From 0 to 1000 W/m ² irradiance
Temperature dependence of sensitivity	%	< 4	< 1	< 1*	< 0.5*	Variation in range - 10 °C to + 40 °C from value at + 20 °C *(- 20 °C to + 50 °C)
Tilt error	%	< 1	< 0.2	< 0.2	< 0.2	Deviation when facing downwards
Zero offset A	W/m ²	< 15	< 7	< 7	< 3	At 0 to - 200 W/m ² of IR net radiation
Zero offset B	W/m ²	< 4	< 2	< 2	< 1	At 5 K/h temperature change rate
Operating temperature	°C	-40 to +80	-40 to +80	-40 to +80	-40 to +80	Storage temperature is the same
Field of view		180°	180°	180°	180°	Hemispherical
Directional error	W/m ²	< 20	< 10	< 10	< 5	At 80° with 1000 W/m ² irradiance
Maximum irradiance	W/m ²	2000	4000	4000	4000	Level above which damage may occur
Non-stability	%	< 1	< 0.5	< 0.5	< 0.5	Variation in sensitivity per year
Humidity	% RH	0 - 100	0 - 100	0 - 100	0 - 100	Relative Humidity
Uncertainty in daily total	%	< 5	< 2	< 2	< 1	95 % confidence level

6.6. CMP / CMA series general specifications

Construction	Unit	CMP 6 / CMA 6	CMP 11 / CMA 11	CMP 21	CMP 22
Temperature sensor		N/A	N/A	Thermistor (standard): YSI 44031 10k@25°C Thermistor $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ Pt-100 (optional) DIN IEC 751. Class A	Thermistor (standard): YSI 44031 10k@25°C Thermistor $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ Pt-100 (optional) DIN IEC 751. Class A
Descicant		Silica gel (replaceable)	Silica gel (replaceable)	Silica gel (replaceable)	Silica gel (replaceable)
Housing		Anodized Aluminium body	Anodized Aluminium body	Anodized Aluminium body	Anodized Aluminium body
Cable Connector		Shell : CuZn (Brass, Nickel plated)	Shell : CuZn (Brass, Nickel plated)	Shell : CuZn (Brass, Nickel plated)	Shell : CuZn (Brass, Nickel plated)
Chassis connector		Shell : CuZn (Brass, Nickel plated) Contacts : CuZn, (Nickel, gold plated)	Shell : CuZn (Brass, Nickel plated) Contacts : CuZn, (Nickel, gold plated)	Shell : CuZn (Brass, Nickel plated) Contacts : CuZn, (Nickel, gold plated)	Shell : CuZn (Brass, Nickel plated) Contacts : CuZn, (Nickel, gold plated)
Cable		Colour Yellow (RAL 1021), Polyurethane, Halogen free, UV blocking	Colour Yellow (RAL 1021), Polyurethane, Halogen free, UV blocking	Colour Yellow (RAL 1021), Polyurethane, Halogen free, UV blocking	Colour Yellow (RAL 1021), Polyurethane, Halogen free, UV blocking
Cable length	m	10 (standard), 25, 50 (optional)	10 (standard), 25, 50 (optional)	10 (standard), 25, 50 (optional)	10 (standard), 25, 50 (optional)
Cable wires	Pin 1	Red (+)	Red (+)	Red (+)	Red (+)
	Pin 2	Blue (-)	Blue (-)	Blue (-)	Blue (-)
	Pin 3	Green (+) Albedo sensor facing downward	Green (+) Albedo sensor facing downward	Green (10 K thermistor) (Pt-100, with Gray)	Green (10 K thermistor) (Pt-100, with Gray)
	Pin 4	Yellow (-) Albedo sensor facing downward	Yellow (-) Albedo sensor facing downward	Yellow (10 K thermistor) (Pt-100, with Brown)	Yellow (10 K thermistor) (Pt-100, with Brown)
	Pin 5			Gray (Pt-100)	Gray (Pt-100)
	Pin 6			Brown (Pt-100)	Brown (Pt-100)
Bubble level sensitivity	°	0.1 (bubble inside ring)	0.1 (bubble inside ring)	0.1 (bubble inside ring)	0.1 (bubble inside ring)
Total weight	kg	0.6 (without cable)	0.6 (without cable)	0.6 (without cable)	0.6 (without cable)
		0.9 (with 10 m cable)	0.9 (with 10 m cable)	0.9 (with 10 m cable)	0.9 (with 10 m cable)
		0.9 (without cable)(Albedometer)	0.9 (without cable)(Albedometer)		
		1.2 (with 10 m cable)(Albedometer)	1.2 (with 10 m cable)(Albedometer)		
Outer dimensions	mm	79 x 92.5 (WxH), sun shield $\varnothing$ 150	79 x 92.5 (WxH), sun shield $\varnothing$ 150	79 x 92.5 (WxH), sun shield $\varnothing$ 150	79 x 92.5 (WxH), sun shield $\varnothing$ 150
		128 x 114 (WxH), sun shield $\varnothing$ 150 (Albedometer)	128 x 114 (WxH), sun shield $\varnothing$ 150 (Albedometer)		
Mounting		2 bolts M5 with 65 mm centres. Integral anodized Aluminium tube $\varnothing$ 16 mm x 350 mm long (Albedometer)	2 bolts M5 with 65 mm centres. Integral anodized Aluminium tube $\varnothing$ 16 mm x 350 mm long (Albedometer)	2 bolts M5 with 65 mm centres.	2 bolts M5 with 65 mm centres.
Sensor height	mm	68	68	68	68
International standards	WMO	Good quality	High quality	High quality	High quality
	ISO	First Class	Secondary standard	Secondary standard	Secondary standard
	Shock/ Vibration	IEC 721-3-2-2m2	IEC 721-3-2-2m2	IEC 721-3-2-2m2	IEC 721-3-2-2m2
	CE	According to EC guideline 89/336/EEC 73/23/EEC	According to EC guideline 89/336/EEC 73/23/EEC	According to EC guideline 89/336/EEC 73/23/EEC	According to EC guideline 89/336/EEC 73/23/EEC
	Protection	IP 67	IP 67	IP 67	IP 67
Instrument calibration		Indoors, side by side against reference CM(P) 6 pyranometer, according to ISO 9047:1992 annex A.3.1	Indoors, side by side against reference CM(P) 11 pyranometer, according to ISO 9047:1992 annex A.3.1	Indoors, side by side against reference CM(P) 21 pyranometer, according to ISO 9047:1992 annex A.3.1	Indoors, side by side against reference CM(P) 22 pyranometer, according to ISO 9047:1992 annex A.3.1
Measurement certificates		Sensitivity calibration certificate	Sensitivity calibration certificate	Sensitivity calibration certificate, temperature dependence test report, directional error test report	Sensitivity calibration certificate, temperature dependence test report, directional error test report



POWERBALL® HCL®

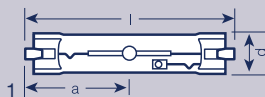
Technical Information

100
YEARS OF INNOVATION
OSRAM

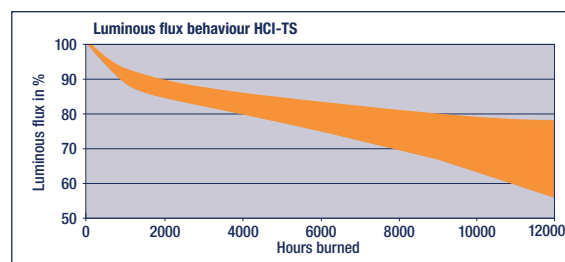
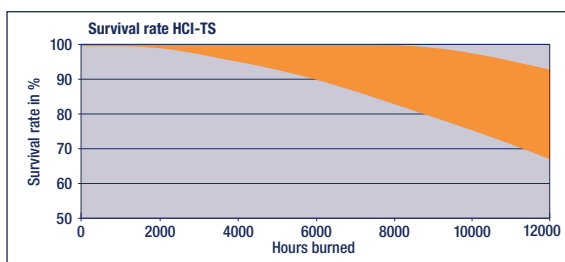
SEE THE WORLD IN A NEW LIGHT

OSRAM



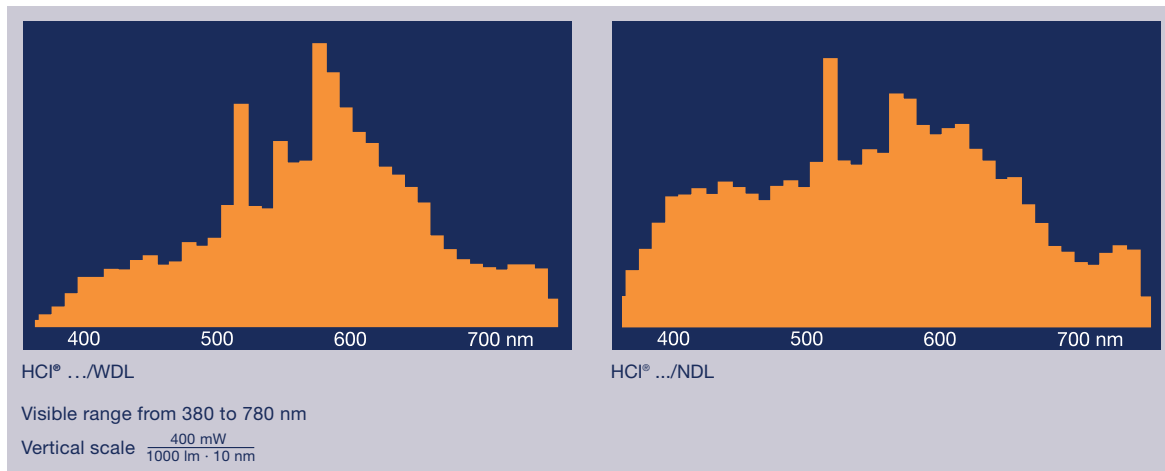


		HCI-TS 70 W	HCI-TS 70 W	HCI-TS 150 W	HCI-TS 150 W
		830 WDL PB	942 NDL PB	830 WDL PB	942 NDL PB
Type		UVS, PB	UVS, PB	UVS, PB	UVS, PB
ILCOS		MD/UB-70/30/1B- H-RX7s-21/114.2/P45	MD/UB-70/42/1A- H-RX7s-21/114.2/P45	MD/UB-150/30/1B- H-RX7s24-24/132/P45	MD/UB-150/42/1A- H-RX7s24-24/132/P45
Lamp wattage	W	72	74	144	144
Lamp voltage	V	95	94	100	96
Ignition voltage min./max.	kVs	3.6/4.5	3.6/5	3.6/5	3.6/5
Lamp current	A	0.95	0.98	1.8	1.8
Nominal luminous flux	lm	6900	6700	14800	14200
Luminous efficacy	lm/W	96	91	103	99
Light colour/Colour appearance		830 WDL	942 NDL	830 WDL	942 NDL
Colour temperature	K	3000	4200	3000	4200
Colour rendering index	R _a	88	95	90	97
NIOSH Skin	h	> 18	> 29.7	> 50	> 26
ACGIH UV output	mW/m ² · 1000 lx	< 0.45	< 0.28	< 0.4	< 0.32
Base		RX7s	RX7s	RX7s-24	RX7s-24
Diameter d	mm	21	21	24	24
Length max. l	mm	114.2	114.2	132	132
LCL a	mm	57	57	66	66
Burning position		p 45	p 45	p 45	p 45
Average lamp life	h	12000	12000	12000	12000
Max. perm. outer bulb temp.	°C	500	500	650	650
Max. perm. base edge temp.	°C	280	280	280	280
PF corr. cap. at 50 Hz	µF	12	12	20	20
Lamp reference		HCI-TS 70/830 WDL PB	HCI-TS 70/942 NDL PB	HCI-TS 150/830 WDL PB	HCI-TS 150/942 NDL PB
EAN		4050300784069	4050300784106	4050300783987	4050300784007
Standard pack	Qty	12	12	12	12
Figure	No.	1	1	1	1
Circuit (see page 26)	Fig. no.	1/2	1/2	1/2	1/2

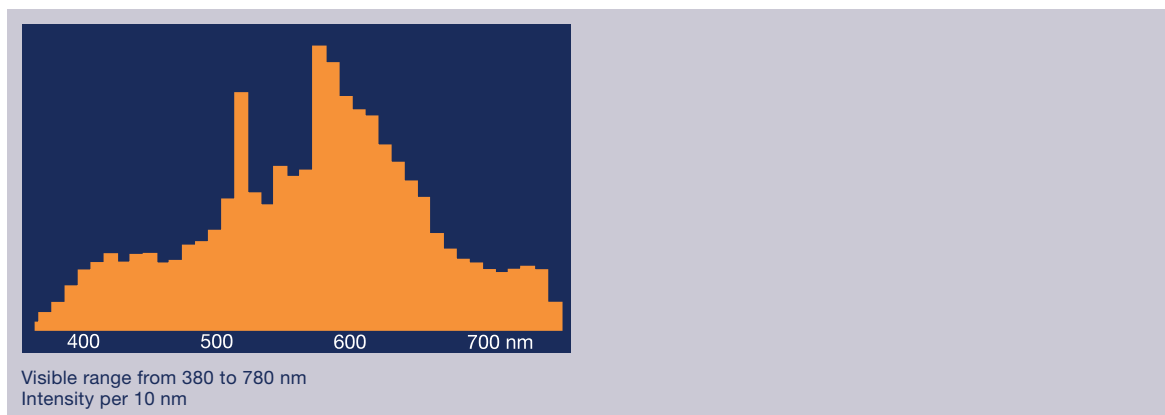


Spectral power distribution of discharge lamps

POWERBALL®



POWERBALL® SHOPLIGHT



- All rights reserved. No part of this document may be reproduced, copied or distributed in any form (printed matter, photocopy, etc.) without the written permission of HID M-M, OSRAM Germany.
- This brochure supersedes all previous editions.
- All dimensions, weights, specifications and graphic representations are given without obligation. All design features, dimensions and technical specifications are subject to change without notice.

POWERTRONIC[®]
for metal halide lamps 150 W
PTi 150/220-240 I

**Technical
Information**
Edition: Oct. 2007
Subject to change



Technical data:

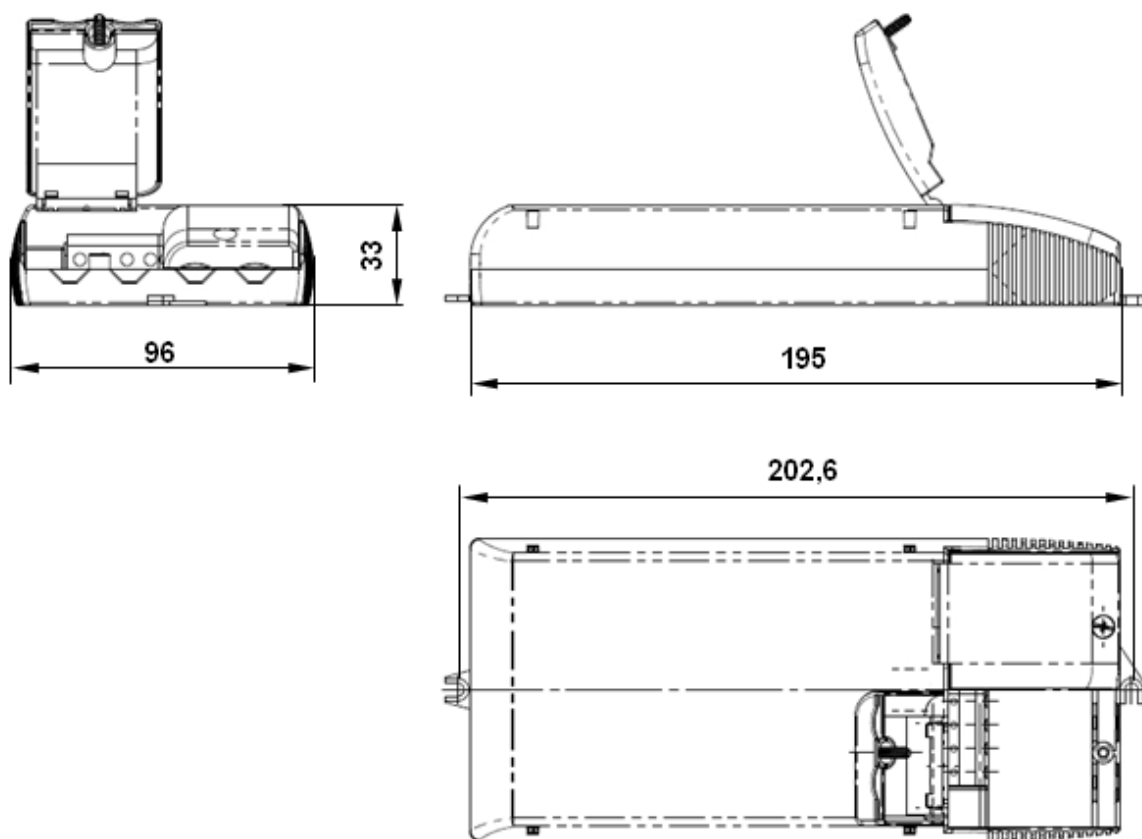
Reference:	PTi 150/220-240 I
For 1 lamp (wattage):	HCI 150 W, HQI 150 W , and other similar commercially available lamps
Line voltage(AC):	220 - 240 V
Perm. voltage fluctuations(AC):	198 - 264 V
Line frequency:	50 / 60 Hz
Line current (230V):	0,7 A
Power factor:	>0,95c
Inrush current:	70A/250µs
System wattage:	160 W ± 3 W
Losses:	13 W
Lamp wattage:	147 W ± 3 W
Operating frequency:	165 Hz
Microprocessor:	
Reliable cut off of defective lamps	
Overheating protection thanks to power reduction and cut off above $T > 75\text{ °C}$ at t_c	
Min. ECG-reset time (by mains interrupt)	0,5 s
Ignition voltage:	4,5 kV _p
Max. wiring length ECG/lamp:	1,5 m
Max. capacity of wire ECG/lamp:	120 pF
Limited ignition time:	18 min
Max. temperature at point t_c	75 °C
Max. ambient temperature t_a	50 °C
Min. ambient temperature t_a	-25 °C
Life time:	50000 h ($t_a = 45\text{ °C}$; $T = 70\text{ °C}$ at t_c) 40000 h ($t_a = 50\text{ °C}$; $T = t_c$)
Dimensions *:	195 x 96mm x 33mm
Weight:	≈ 420 g
Terminal: permitted wiring cross section	0,5-2,5 mm ²
Wire stripping:	10-11 mm
Cable stripping:	max. 40 mm
Radio interference suppression:	EN 55015
Harmonics of line current:	EN 61000-3-2
Immunity:	EN 61547
Safety:	acc. EN61347-1 / EN 61347-2-12
VDE-registration-no.:	40016889
VDE-EMC-sign:	40004500

*See drawing



POWERTRONIC[®]
for metal halide lamps 150 W
PTi 150/220-240 I

**Technical
Information**
Edition: Oct. 2007
Subject to change



Thermal characteristics:

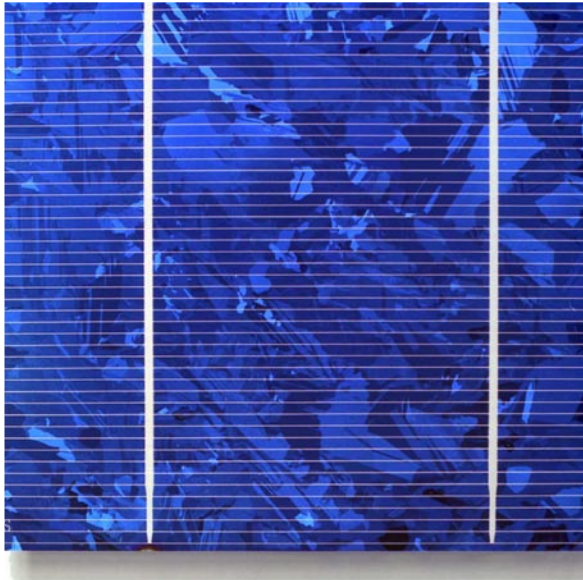
Ballast losses and lamp heat radiation can lead to heat accumulation in a complete closed case. Therefore it is necessary to ensure, that the temperature at the measuring point t_c does not exceed the maximum value.

Attention:

For safety reasons disconnect the device before replacing the lamp.
Installation by qualified electricians only.

SOLAR CELLS

Sunways Solar Cells



The multi-crystalline Sunways Solar Cell with 2 busbars achieves efficiencies of up to 15.4%. The cell appearance is determined by the distinctive crystal structure with its deep blue colour. Our high production quality standard guarantees trouble-free processing. Each cell is clearly characterised according to its electrical properties through sorting based on precisely defined current classes.

Product description

Category:	Multicrystalline textured, 2-busbar
Format:	156 +/-0.5 mm x 156 +/-0.5 mm
Cell thickness:	200 +/-40 µm
Temperature coefficients:	Output -0.43 %/K, Open-circuit voltage -0,36 %/K, Short-circuit current 0,06 %/K
Surface:	Acidically textured
Current class sorting:	following 100 % electronic measurement with measuring equipment calibrated in acc. with ISO 9001:2000

Electrical key data

Current class as per I (V _{FIX})	Efficiency [%]	Output at V _{FIX} [W]	I (V _{FIX} = 500 mV) [A]	Fill factor [%]	V _{OC} [mV]	I _{SC} [A]
CH907500	15,4	3,75	7,50	76,5	617	7,95
CH907400	15,2	3,70	7,40	76,4	615	7,88
CH907300	15,0	3,65	7,30	76,3	614	7,80
CH907200	14,8	3,60	7,20	76,2	612	7,74
CH907100	14,6	3,55	7,10	76,0	609	7,69
CH907000	14,4	3,50	7,00	75,7	608	7,63
CH906900	14,2	3,45	6,90	75,5	607	7,56
CH906800	14,0	3,40	6,80	75,4	606	7,47

All figures are averages, all figures +/- 3 %. Cell class measurement at V_{FIX} = 500 mV.

Information and Sales

Sunways AG · Photovoltaic Technology · Macairestraße 3-5
D - 78467 Konstanz · Telephone +49 7531 996770
Fax +49 7531 99677444 · E-Mail info@sunways.de
www.sunways.de

sunways
Photovoltaic Technology

Solar Cells

Recommendations for further processing

The multicrystalline Sunways Solar Cell can be processed further with tin-plated copper strips (2 - 2.5 mm x 0.18 mm).

These are coated with 10-15 µm Sn (62%), Pb (36%) and Ag (2%). We recommend the use of no clean flux. The solar cells should be preheated to 80°C - 150°C and soldered at a temperature of 250 - 350 °C.

Contact is made via the three continuous busbars on the front of the solar cells with 1.54 $\pm$ 0.15 mm and with 2.5 $\pm$ 0.5 mm on the back.

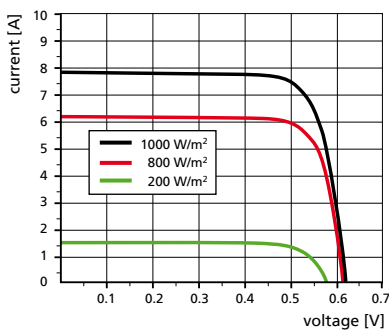
A maximum of 20 textured multicrystalline cells may be connected in series per bypass diode.

Production and Packing

Each Sunways Solar Cell runs through a mechanical and visual quality check. Then the individual solar cells are classified in closely defined current classes. The classification is carried out according to $I(V_{\text{FIX}} = 500 \text{ mV})$. The solar cells are sealed in foil packages of 100 pieces. The foam packing material can hold 2 x 4 packing units (= 800 solar cells) and offers optimum protection for transport.

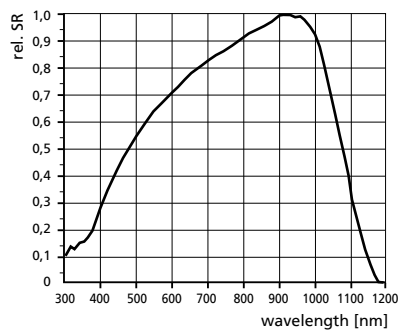
Electrical parameters

IV curves



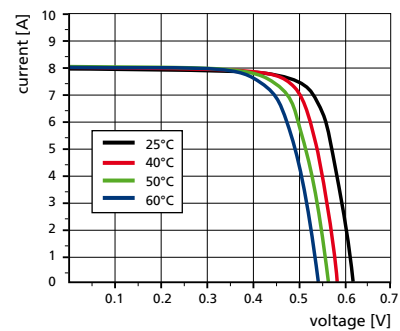
IV behaviour at various degrees of irradiation intensity.

spectral response



Spectral sensitivity curve.

IV curves

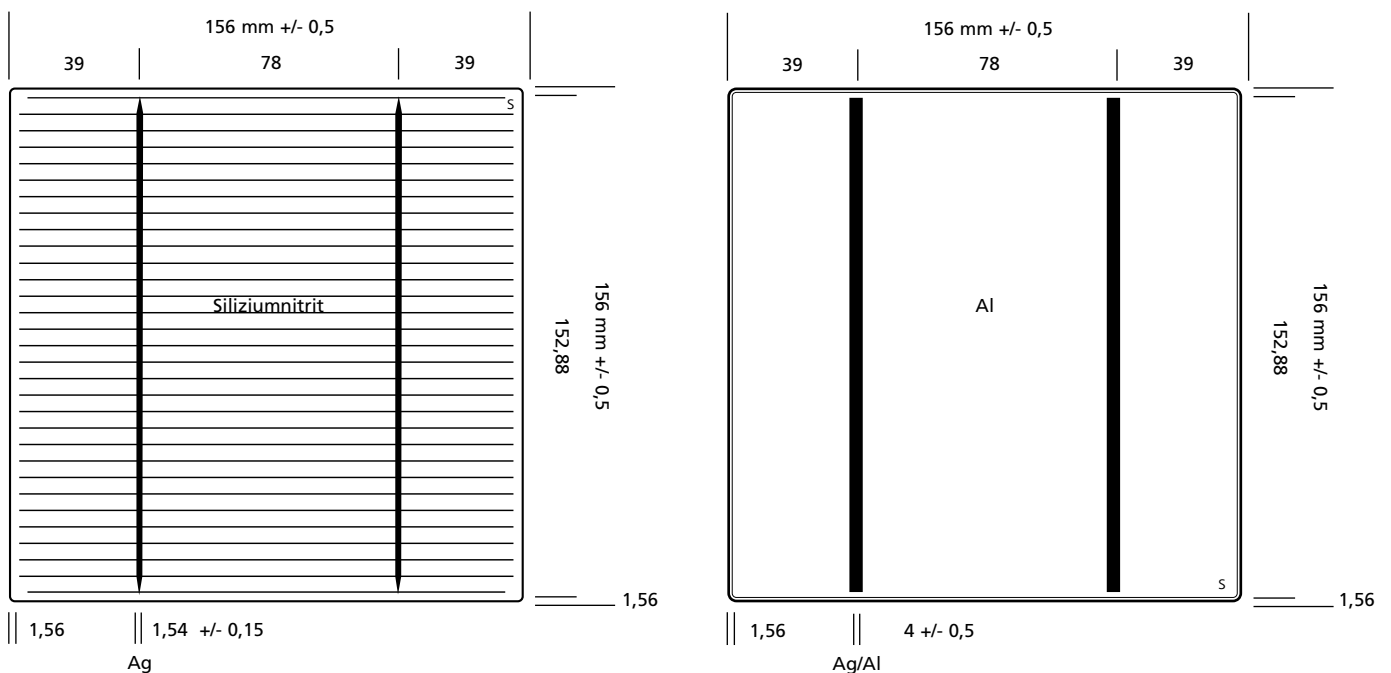


IV behaviour for various temperatures.

Calibration by Fraunhofer ISE, Freiburg, Germany. All data were determined under standard test conditions.

Standard test conditions (STC): Light range AM = 1.5. Irradiation strength $E = 1,000 \text{ W/m}^2$. Cell temperature $T_c = 25^\circ\text{C}$.

Metallization drawing



Subject to technical changes, as at Stand 03/2008

Copyright: Sunways AG · Photovoltaic Technology · Macairestraße 3-5 · D - 78467 Konstanz. SD310312A Version 03/08

Plan van Aanpak

Experimentele opstelling 'Solar Chandelier'

INHOUD

Opdrachtschrijving	3
Conceptueel ontwerp	4
Actoranalyse	4
Projectkader	4
Doelstelling	4
Vraagstelling	5
Begripsbepaling	5
Technisch ontwerp	6
Onderzoeksstrategie	6
Planning	6

Opdrachtomschrijving

Achtergrond project:

Demakersvan is een design studio die werkt op de grens van kunst en design. In deze context zijn we nu bezig met het realiseren van een Solar Chandelier voor een internationale design show in Londen.

Om de innovatieve toepassing van zonnecellen op technisch vlak uit te werken zijn we een samenwerking aangegaan met de UT Twente.

Werkzaamheden:

In de kroonluchter zijn een groot aantal zonnecellen gebruikt, deze zijn gesneden in verschillende vlinder-vormen. Om inzicht te verwerven in het effect van de vorm verandering van de zonnecellen moeten een aantal metingen gedaan worden.

Door deze experimentele werkzaamheden kunnen we belangrijke eigenschappen van de solar-vlinders verwerken in het ontwerp-voorstel van de kroonluchter.

In dit project zal de focus liggen op de volgende zaken:

- Bouwen van werkende opstelling van deel van de kroonluchter
- Metingen aan verschillende solar vlinders
- Ontwerp voorstel uitwerken in samenwerking met UT specialist

Deliverables:

Door de metingen die gedaan zullen dienen te worden, worden zeer bepalende parameters opgesteld.

Deze zullen vervolgens verwerkt worden in het een ontwerp voorstel voor de vormgeving en het elektronische circuit.

Conceptueel ontwerp

Actoranalyse

De opdrachtgever is een ontwerpbureau uit Rotterdam, ze zijn een design studio die werken op de grens van kunst en design.

Meerdere ontwerpen van dit ontwerpbureau zijn opgenomen in de collectie van het MOMA in New York.

Ze werken zowel aan commerciële opdrachten als aan eigen projecten.

Hun nieuwste project is een kroonluchter, de Solar Chandelier, die bestaat uit een zwerm vlinders rond een lamp. De vlinders bestaan uit zonnepaneeltjes en laden gezamenlijk overdag de accu voor de lamp op.

Demakers van hebben deze lamp al wel een bepaalde vorm gegeven, maar hebben de techniek nog niet uitgewerkt.

Projectkader

– Welke problemen spelen er precies?

De opdrachtgever wil een werkend exemplaar hebben van hun 'Solar Chandelier' maar heeft niet de technische kennis in huis om de techniek van de lamp uit te werken.

Door de hoeveelheid vlinders en het gegeven dat de 'Solar Chandelier' binnen komt te hangen zullen er veel vlinders zijn waar geen licht op valt, waardoor ze geen stroom opwekken.

– In welke richting zoekt men naar oplossingen?

Door metingen uit te voeren en simulaties te doen wil men de werking van de zonnepanelen in kaart brengen en zodoende een manier verzinnen om ze zodanig te schakelen dat er een zo hoog mogelijk rendement is

Doelstelling

Doel van de opdracht is het onderzoeken en bepalen van de juiste zonnepanelen en de manier waarop deze geschakeld dienen te worden om een zo hoog mogelijk rendement op te leveren.

De eerste stap is een literatuuronderzoek naar de werking van zonnecellen.

De tweede stap is een proefopstelling om de invloed van lichtinval te kunnen meten.

De derde stap is het realiseren van een schakeling waardoor de zonnepanelen zo efficiënt mogelijk worden benut.

Vierde stap is het bouwen dan wel simuleren van deze schakeling om de werking ervan te kunnen testen.

Laatste stap is het uitwerken van een ontwerpvoorstel waarin alle resultaten van de metingen en het literatuuronderzoek worden samengevat.

Vraagstelling

Centrale vragen

- 1 Hoeveel energie leveren de individuele vlinders?
- 2 Wat is de invloed van schaduw op de vlinders?
- 3 Hoe kan de output van de vlinders optimaal benut worden?

Deelvragen

- 1.1 hoeveel energie leveren de vlinders bij optimale lichtinval?
Wat is het voltage en amperage van de zonnecellen in vol daglicht?
- 1.2 hoeveel energie leveren de vlinders bij minimale lichtinval?
Wat is het voltage en amperage van de zonnecellen op een winterdag in een donkere kamer?
- 1.3 Wat is de hoeveelheid licht binnen in een kamer?
Hoeveel stralingsenergie is er in een kamer aanwezig?
- 1.4 Wat is de efficiëntie van de vlinders in een binnenruimte?
Wat is het voltage en amperage van de zonnecellen in een binnenruimte, en hoe efficiënt werken deze dan?
- 2.1 Hoe gedragen de vlinders zich als ze geheel in de schaduw zijn?
Hoe verandert het elektrische gedrag van de zonnecellen als ze geheel beschaduwd worden?
- 2.2 Hoe gedragen de vlinders zich als ze gedeeltelijk in de schaduw zijn?
Hoe verandert het elektrische gedrag van de zonnecellen als ze gedeeltelijk beschaduwd worden?
- 3.1 Wat is de beste manier om de vlinders aan elkaar te koppelen?
Hoe is met behulp van een schakeling de problemen die kunnen optreden bij beschaduwde zonnecellen op te lossen?

Begripsbepaling

- Vlinder -Zonnepaneel in de vorm van een vlinder.
- Lamp -Middendeel van de kroonluchter.
- Schakeling -Elektronisch circuit waarmee de opgewekte stroom van de vlinders wordt omgezet en in de accu wordt opgeslagen.

Technisch ontwerp

Strategie

De eerste fase van de opdracht zal bestaan uit een literatuuronderzoek naar de werking van zonnepanelen en schakelingen.

De tweede fase bestaat uit het bouwen van testopstellingen en het verrichten van metingen.

De derde fase is het analyseren van die metingen om daarna een schakelontwerp te maken.

Vierde fase is het bouwen van de schakeling en het testen ervan.

Deelvraag	Strategie	Bron
1.1	Case study, experiment	Literatuur
1.2	Experiment	
1.3	Case study, experiment	Literatuur
1.4	Experiment	
2.1	Experiment	
2.2	Experiment	
3.1	Case study, experiment	Literatuur