



**Bachelorproef  
Professionele Opleidingen  
Studiegebied Industriële Wetenschappen en Technologie  
Academiejaar 2015-2016**

## **Studie, ontwerp en realisatie van een zelf-energievoorzienend kantoorgebouw**

Bachelorproef aangeboden door  
**Stijn Galle**  
tot het behalen van de graad van  
**Bachelor in de/het Energietechnologie**

Interne begeleider: **Patrick Plovyt**  
Externe begeleider: **Steven De Guchteneire**

## ABSTRACT BACHELORPROEF

Opleiding:	<b>Professionele bachelor energietechnologie</b>	
	<b>Voornaam</b>	<b>Naam</b>
Student:	Stijn	Galle
Externe begeleider:	Steven	De Guchteneire
Interne begeleider: bachelorproefbegeleider	Patrick	Plovyt
<b>Titel bachelorproef</b>	<b>Studie, ontwerp en realisatie van een zelf energievoorzienend kantoorgebouw</b>	
<b>Abstract publiceren</b> <input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Neen		

### Kern-/ trefwoorden bachelorproef:

- Energieonafhankelijkheid
- Batterijkeuzes
- Visualisatie
- SMA
- Energiezelfvoorziening

### Korte samenvatting bachelorproef:

Vandaag de dag worden de prijzen van elektriciteit van het distributienet steeds duurder. Veel mensen willen daarom hun elektriciteit zelf opwekken door middel van zonnepanelen. Na de invoering van de Turteltaks en het prosumententarief, stelt Ecofinity zich de vraag of het interessanter/praktisch haalbaar zou zijn om je af te zonderen van het openbare stroomnet en op ieder moment je eigen energie te voorzien d.m.v. een opslagsysteem.

Er zal dus een studie gemaakt worden van verschillende energie-onafhankelijke systemen, welke batterij het best in deze toepassing gebruikt wordt en of dit prijs/kwaliteit verantwoord is. Dit wordt ook berekend in een investeringsanalyse. In eerste instantie zal de studie bekeken worden voor een kantoorgebouw, omdat dit praktisch kan gerealiseerd worden. Nadien zal de studie uitgebreid worden voor een particuliere woning. De dagverbruiken worden bijgehouden en gevisualiseerd, hierdoor kunnen we het verschil zien tussen o.a. netafname, eigen verbruik,... voor en na dat het systeem geplaatst is.

Er zal gekozen worden een systeem van SMA. Bij dit systeem kan de keuze worden gemaakt of je enkel back-up wilt of dat de batterij je volledige energievoorziening overneemt. Dit wil zeggen dat de baterijen prioriteit hebben boven het net, het net wordt enkel gebruikt als de batterij niet meer in staat is het kantoorgebouw te voorzien van energie.

**Referentielijst:**

*Ersatzstrom.* (sd). Opgehaald van <http://files.sma.de/dl/20472/Ersatzstrom-IS-nl-32W.pdf>

*Hoppecke.* (sd). Opgehaald van  
[http://www.hoppecke.com/fileadmin/\\_hoppecke/content/download/brochures/rp/TechnicalDocumentation/Betriebsanleitung-sun\\_powerpack\\_premium\\_de.pdf](http://www.hoppecke.com/fileadmin/_hoppecke/content/download/brochures/rp/TechnicalDocumentation/Betriebsanleitung-sun_powerpack_premium_de.pdf)

*SMA.* (sd). Opgehaald van <http://www.sma-benelux.com/>

*Sunny Portal.* (sd). Opgehaald van  
<https://www.sunnyportal.com/FixedPages/HoManEnergyRedesign.aspx>

*Victronenergy.* (sd). Opgehaald van <https://www.victronenergy.com/blog/2015/03/30/batteries-lithium-ion-vs-agm/>

**E-mailadres:** [stijngalle@outlook.com](mailto:stijngalle@outlook.com)

## Woord Vooraf

Op basis van mijn kennis en vaardigheden die ik de afgelopen drie jaar heb verworven tijdens mijn opleiding energietechnologie in combinatie met de dertien weken stage bij Ecofinity te Zwalm, kon ik deze bachelorproef realiseren als sluitstuk van mijn opleiding. Uiteraard met de nodige steun van een aantal mensen. Daarom wil ik van deze gelegenheid gebruik maken om hen, die hebben bijgedragen tot de realisatie van deze bachelorproef, te bedanken.

Daartoe wil ik in eerste instantie mijn stagebegeleider Steven de Guchteneire bedanken. Enerzijds voor de goede begeleiding die hij mij gaf en anderzijds voor zijn tips. Daarnaast wil ik mijn interne promotor Dhr. Plovyt bedanken voor zijn goede inbreng en feedback op mijn bachelorproef.

Tot slot uit ik graag mijn oprechte waardering aan mijn ouders en familie voor het grenzeloze geduld en de openhartige steun, zowel tijdens de uitwerking van deze bachelorproef als gedurende mijn hele schoolcarrière.

## Inhoud

ABSTRACT BACHELORPROEF .....	I
Woord Vooraf .....	III
Inhoud.....	IV
Lijst met gebruikte afkortingen .....	VI
1 Voorstelling van het bedrijf.....	1
2 Beschrijving van de stageopdracht(en) en bachelorproef probleemstelling .....	3
3 Actieplan .....	4
3.1 Originele Planning .....	4
3.2 Geoptimaliseerde planning .....	5
3.3 Bespreking.....	6
4 Voorstudie.....	7
4.1 Situatieschets .....	7
4.2 Batterijkeuze .....	8
4.2.1 Lood.....	8
4.2.2 AGM (Absorbed Glass Mat) .....	9
4.2.3 Lithium-ion .....	9
4.2.4 Producten vergelijken.....	11
4.3 Systemen.....	12
4.3.1 Studer .....	12
4.3.2 SMA .....	13
4.3.3 Besluit.....	14
4.4 Bespreking componenten .....	15
4.4.1 Sunny Home Manager .....	15
4.4.2 Sunny Island met Remote control .....	16
4.4.3 Omschakelinrichting.....	17
4.4.4 Energy meter .....	19
4.4.5 Hoppecke Sun Powerpack Premium.....	19
5 Sunny Portal .....	20
6 Praktische uitwerking.....	21
6.1 Testopstelling 1 .....	21
6.2 Batterij-installatie.....	22
6.2.1 Eendraadschema .....	22
6.2.2 Situatieschema .....	23
6.2.3 Realisatieplan .....	24
6.2.4 Aansluitschema .....	25

6.2.5	Uitvoering.....	26
6.2.6	Resultaten op Sunny Portal .....	28
6.2.7	Hoppecke batterij beheer.....	33
6.2.8	Sunny Remote Control.....	34
7	Verbruiksprofiel: .....	36
7.1	Meetgegevens.....	36
7.2	Besluiten: .....	39
8	Investeringsanalyse.....	40
8.1	Kantoorgebouwen.....	40
8.2	Particuliere woningen .....	42
9	Conclusie.....	44
10	Lijst met figuren en tabellen .....	VII
11	Bibliografie .....	IX
	Bijlagen .....	XI

## Lijst met gebruikte afkortingen

A: Ampère  
AGM: Absorbed Glass Mat  
BEN: Bijna Energie Neutraal  
BMS: Batterij Management Systeem  
btw: belasting over de toegevoegde waarde  
Bvba: Besloten vennootschap met beperkte aansprakelijkheid  
DOD: Depth of Discharge  
Excl.: Exclusief  
F: Fault (Fout)  
FTP: Foiled Twisted Pair  
HW Rev: hardware versie  
KMO: Kleine of Middelgrote Onderneming  
kWh: kilo Watt uur  
min: minuten  
PV: PhotoVoltaic  
SMA: System-, Mess- und Anlagentechnik (Systeem, Meet- en Machinetechniek).  
SN BMS: serienummer van het batterij management systeem (BMS)  
SN SYS: serienummer batterijsysteem  
SOC: State Of Charge (Laadtoestand)  
SOH: State Of Health (gezondheidstoestand )  
SW Rev: software versie  
Temp: Temperatuur  
USB: Universele Seriële Bus  
UTP: Unshielded Twisted Pair  
V: Volt  
VRLA: Valve Regulated Lead Acid  
W: Watt  
W: Warning (Waarschuwing)  
WR: geconfigureerde invertor

## 1 Voorstelling van het bedrijf

Ecofinity is opgericht in 2010 onder de vorm van een bvba. Deze wordt geleid door Steven de Guchteneire en zijn vrouw Isabel Menschaert.

Ecofinity is gespecialiseerd in technieken in en om de woning, met als doel te besparen op energie. Het bedrijf is gelegen in de Astridstraat 15 te Zwalm. Het magazijn bevindt zich te Brakel-Zegelsem, Rovorst 1.



*Figuur 1: Logo ecofinity*

Ecofinity werd geselecteerd door het Vlaams Energie Agentschap als voorloper in het BEN project. Dit is een waardering vanuit de overheid voor het centraal stellen van energie neutraal bouwen. Op onderstaande URL vindt men hierover alle informatie. [1]

<http://www.energiesparen.be/ben>



*Figuur 2: Logo BEN*

---

<sup>1</sup> <https://www.solvari.be/nl/bedrijven-overzicht/ecofinity-bvba>



## Producten en diensten

Ecofinity heeft een ruim aanbod aan producten en diensten. Onder andere geeft de firma advies en maakt ze studies rond technieken om energie te besparen. Ook zorgt ze voor de eventuele uitvoering van projecten zoals PV-installaties, zonneboilers, warmtepompen, balansventilatie alsook het samenkoppelen van deze systemen.

Andere diensten en producten waarbij Ecofinity een partner kan zijn

- EPC inspectie residentieel (type A) en openbaar (type C)
- Realisatie van elektrische installaties
- Realisatie van verwarming installaties
- Thermografie analyses
- Studie van speciale technieken
- Netwerk cameratechniek - Mobotix
- Blowerdoor test
- Opleiding in verband met WAGO controllers
- Solar Trackers
- Niko Home Control

Ecofinity voorziet niet enkel diensten maar ook de mogelijkheid tot de aankoop van verschillende producten indien de klant beslist om de installatie zelf uit te voeren.

Ecofinity wil graag een betrouwbare partner zijn voor haar klanten. Info over realisaties en lopende projecten kan men altijd nalezen op de bedrijfswebsite [www.ecofinity.eu](http://www.ecofinity.eu) [2]

---

<sup>2</sup> [www.ecofinity.eu](http://www.ecofinity.eu)

## 2 Beschrijving van de stageopdracht(en) en bachelorproef probleemstelling

### Onderwerp van de bachelorproef:

Studie, ontwerp en opvolging van een zelf energievoorzienend kantoorgebouw.

### Probleemstelling:

Vandaag de dag worden de prijzen van elektriciteit van het distributienet steeds duurder. Veel mensen willen daarom hun elektriciteit zelf opwekken door middel van zonnepanelen. Na de invoering van de Turteltaks en het prosumementarief, stelt Ecofinity zich de vraag of het interessanter / praktisch haalbaar zou zijn om je af te zonderen van het openbare stroomnet en op ieder moment je eigen energie te voorzien d.m.v. een opslagsysteem.

Er zal dus een studie gemaakt worden van verschillende energie-onafhankelijke systemen, welke batterij het best in deze toepassing gebruikt wordt en of dit prijs/ kwaliteit verantwoord is. Dit wordt ook berekend in een investeringsanalyse. In eerste instantie zal de studie bekeken worden voor een kantoorgebouw, omdat dit praktisch kan gerealiseerd worden. Nadien zal de studie uitgebreid worden voor een particuliere woning.

De dagverbruiken worden bijgehouden en gevisualiseerd, hierdoor kunnen we het verschil zien tussen o.a. netafname, eigen verbruik,... voor en na dat het systeem geplaatst is.

### Stageopdracht:

- Bepaling van het jaarverbruik van het kantoor
- Studie van de bestaande batterijen
- Selectie van de beste optie, rekening houdend met de gevraagde autonomie
- Studie van verschillende systemen
- Studie van de gebruikte componenten
- Selectie beste koop en nadien de bestelling plaatsen
- Realisatie van het volledige systeem
- Visualisatie van de meetgegevens
- Analyse van de meetgegevens
- Opvolgen van de omschakeling tussen PV, batterijen en net

### 3 Actieplan

#### Legende

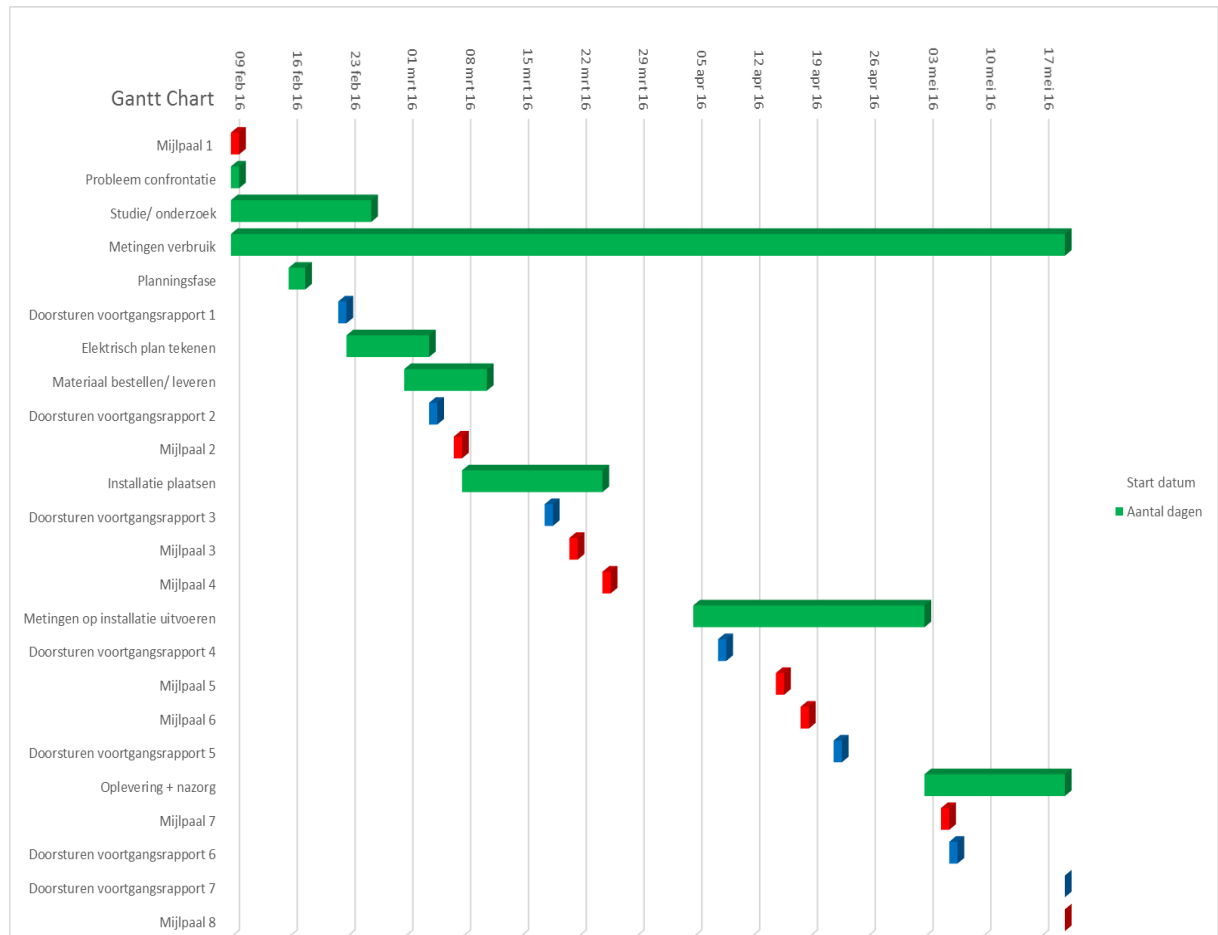
S= Stijn

IP = P. Plovyt

EP= S. De Guchteneire

#### 3.1 Originele Planning

Stageopdrachten Bachelorproef	Specifieke beschrijving	Start datum	Aantal dagen	Einddatum	Wie	Toezicht Controle
Mijlpaal 1	Begin stage	09-02-16	1	10-02-16	s	EP
Probleem confrontatie	-	09-02-16	1	10-02-16	s	
Studie/ onderzoek	Onderzoek onderdelen	09-02-16	17	26-02-16	s	EP
Metingen verbruik	Meterstanden bijhouden	09-02-16	103	22-05-16	s	EP
Planningsfase	Actieplan	16-02-16	2	18-02-16	s	IP
Doorsturen voortgangsrapport 1	Rapport en actieplan	22-02-16	1	23-02-16	s	IP
Elektrisch plan tekenen	Schema uitvoering	23-02-16	10	04-03-16	s	EP
Materiaal bestellen/ leveren	Bestelling bij leverancier plaatsen	01-03-16	10	11-03-16	s	EP
Doorsturen voortgangsrapport 2	Rapport	04-03-16	1	05-03-16	s	IP
Mijlpaal 2	Indienen eerste deel BP	07-03-16	1	08-03-16	s	IP
Installatie plaatsen	Componenten installeren	08-03-16	17	25-03-16	s	EP
Doorsturen voortgangsrapport 3	Rapport	18-03-16	1	19-03-16	s	IP
Mijlpaal 3	Indienen titel	21-03-16	1	22-03-16	s	IP
Mijlpaal 4	Tussentijdse evaluatie	25-03-16	1	26-03-16	s/EP	IP
Metingen op installatie uitvoeren	Testen en meten	05-04-16	28	03-05-16	s	EP
Doorsturen voortgangsrapport 4	Rapport	08-04-16	1	09-04-16	s	IP
Mijlpaal 5	Indienen tweede deel BP	15-04-16	1	16-04-16	s	IP
Mijlpaal 6	Indienen PR/ samenvatting stage	18-04-16	1	19-04-16	s	IP
Doorsturen voortgangsrapport 5	Rapport	22-04-16	1	23-04-16	s	IP
Oplevering + nazorg	Aanpassingen maken indien nodig	03-05-16	17	20-05-16	s	EP
Mijlpaal 7	Afhalen voorbladen secretariaat	05-05-16	1	06-05-16	s	IP
Doorsturen voortgangsrapport 6	Rapport	06-05-16	1	07-05-16	s	IP
Doorsturen voortgangsrapport 7	Rapport	20-05-16	1	20-05-16	s	IP
Mijlpaal 8	Einde stageperiode	20-05-16	1	20-05-16	s	IP



Figuur 3: Vooropgesteld actieplan

## 3.2 Geoptimaliseerde planning

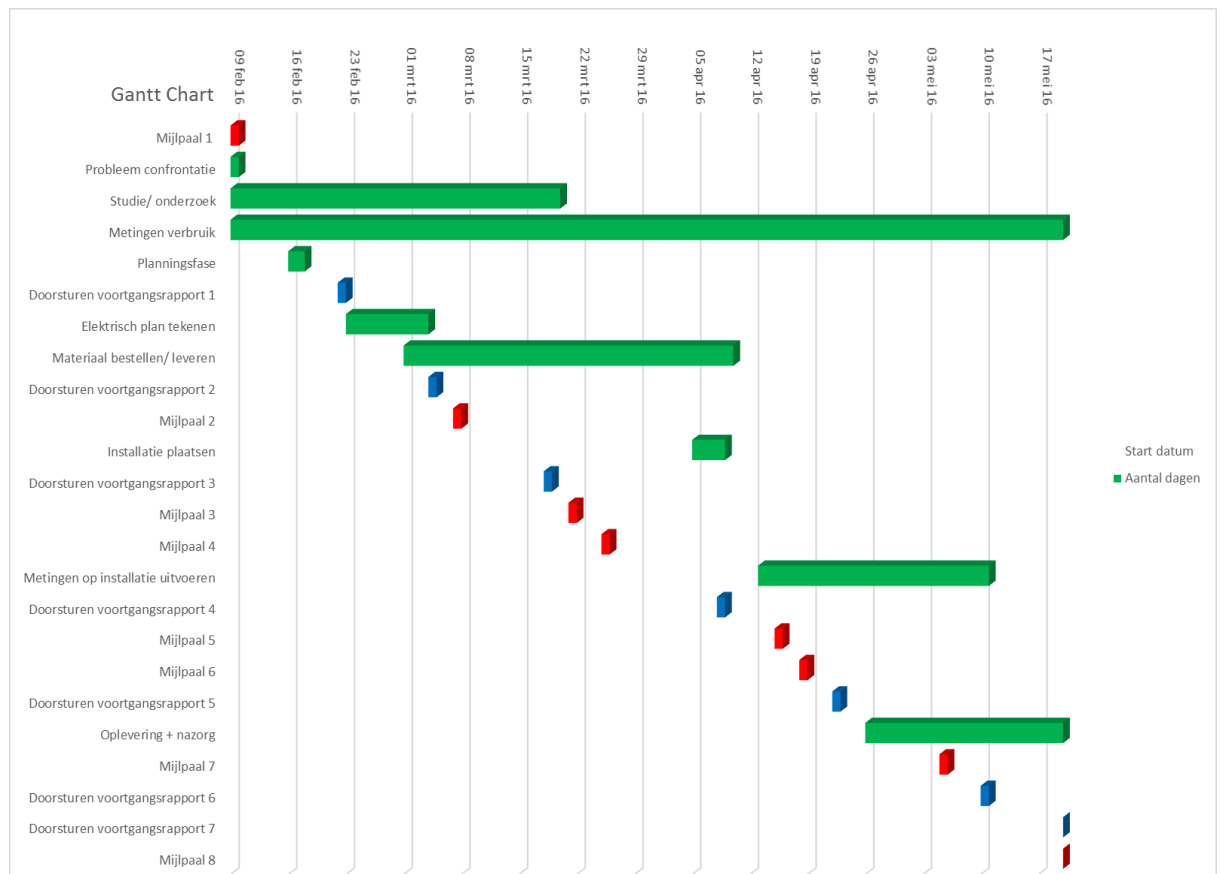
### Legende

S= Stijn

IP = P. Plovyt

EP= S. De Guchteneire

Stageopdrachten Bachelorproef	Specifieke beschrijving	Start datum	Aantal dagen	Einddatum	Wie	Toezicht Controle
Mijlpaal 1	Begin stage	09-02-16	1	10-02-16	s	EP
Probleem confrontatie	-	09-02-16	1	10-02-16	s	
Studie/ onderzoek	Onderzoek onderdelen	09-02-16	40	20-03-16	s	EP
Metingen verbruik	Meterstanden bijhouden	09-02-16	103	22-05-16	s	EP
Planningsfase	Actieplan	16-02-16	2	18-02-16	s	IP
Doorsturen voortgangsrapport 1	Rapport en actieplan	22-02-16	1	23-02-16	s	IP
Elektrisch plan tekenen	Schema uitvoering	23-02-16	10	04-03-16	s	EP
Materiaal bestellen/ leveren	Bestelling bij leverancier plaatsen	01-03-16	40	10-04-16	s	EP
Doorsturen voortgangsrapport 2	Rapport	04-03-16	1	05-03-16	s	IP
Mijlpaal 2	Indienen eerste deel BP	07-03-16	1	08-03-16	s	IP
Installatie plaatsen	Componenten installeren	05-04-16	4	09-04-16	s	EP
Doorsturen voortgangsrapport 3	Rapport	18-03-16	1	19-03-16	s	IP
Mijlpaal 3	Indienen titel	21-03-16	1	22-03-16	s	IP
Mijlpaal 4	Tussentijdse evaluatie	25-03-16	1	26-03-16	s/EP	IP
Metingen op installatie uitvoeren	Testen en meten	13-04-16	28	11-05-16	s	EP
Doorsturen voortgangsrapport 4	Rapport	08-04-16	1	09-04-16	s	IP
Mijlpaal 5	Indienen tweede deel BP	15-04-16	1	16-04-16	s	IP
Mijlpaal 6	Indienen PR/ samenvatting stage	18-04-16	1	19-04-16	s	IP
Doorsturen voortgangsrapport 5	Rapport	22-04-16	1	23-04-16	s	IP
Oplevering + nazorg	Aanpassingen maken indien nodig	26-04-16	24	20-05-16	s	EP
Mijlpaal 7	Afhalen voorbladen secretariaat	05-05-16	1	06-05-16	s	IP
Doorsturen voortgangsrapport 6	Rapport	10-05-16	1	11-05-16	s	IP
Doorsturen voortgangsrapport 7	Rapport	20-05-16	1	20-05-16	s	IP
Mijlpaal 8	Einde stageperiode	20-05-16	1	20-05-16	s	IP



Figuur 4: Aangepast actieplan

### 3.3 Bespreking

In bovenstaand Gantt diagram wordt door middel van drie kleuren (rood, groen en blauw) de planning visueel voorgesteld. In het rood worden de mijlpalen voorgesteld.

De data van deze mijlpalen staan voor belangrijke deadlines zoals het indienen van bepaalde delen van de bachelorproef. In het blauw worden de data voorgesteld wanneer het voortgangsrapport diende doorgestuurd te worden naar de interne promotor.

Volgens de afspraak was dit om de 2 weken.

De stageopdracht wordt verdeeld in specifiekere deelopdrachten, waarbij vooraf een bepaalde termijn wordt vastgelegd. Deze termijnen worden in het groen voorgesteld.

De originele planning werd gemaakt in het begin van de stage.

Naargelang de stage evolueerde, werd ook de planning aangepast. Alle aanpassingen zijn te vinden in het geoptimaliseerde actieplan.

Het grootste verschil met de originele planning is de levertermijn van de bestellingen.

De levertermijn was 4 keer langer dan dat er oorspronkelijk ingepland werd. Hierdoor werden de andere deelopdrachten ook aangepast qua termijn. De installatie plaatsen duurde minder lang dan oorspronkelijk gedacht. Nadien moest er nog een component besteld worden en die werd na ongeveer een week geleverd. Als alles geplaatst was, werd de dataregistratie in orde gebracht. Al deze data worden opgeslagen op het Sunny Portal account zodat er nadien besluiten worden uitgetrokken.

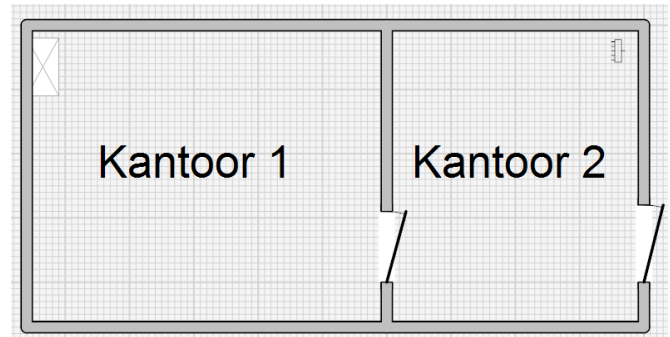
## 4 Voorstudie

### 4.1 Situatieschets

De kantoorruimtes bevinden zich in een container en hebben een jaarlijks verbruik van 1320 kWh. Het grootste aandeel van het dagelijkse verbruik is gelegen aan de verlichting, computers en verwarming via een warmtepomp.



*Figuur 6: Container*



*Figuur 5: Ruimteverdeling*

Op het dak van de container bevinden zich 14 zonnepanelen van het merk Canadian Solar Inc. Het type panelen is CS6P-250P ( 11/2014).

Bij normale bedrijfstemperatuur van 20°C bedraagt het maximumvermogen van 1 paneel 181Wp.

De verwachte opbrengst van de 14 panelen bij normale bedrijfstemperatuur is 2534 Wp. Het maximaal opgewekte vermogen bij een omgevingstemperatuur van 25°C is 250Wp.

Voor de 14 panelen komt dit op een totaal van 3500 Wp. [3]

De panelen zijn geplaatst in vrije opstelling onder een hoek van 15°, zuidelijk gericht maar 10° verschoven ten opzichte van het zuiden.



*Figuur 7: Plaatsingswijze zonnepanelen*

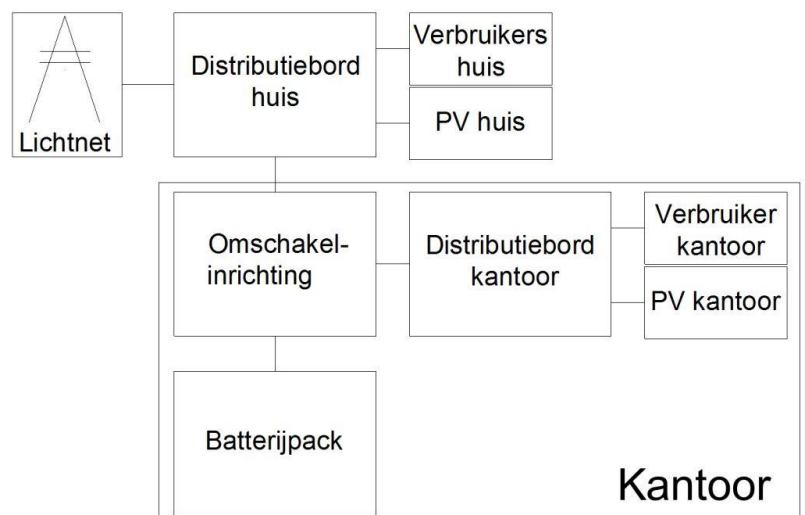
In de beginsituatie is enkel de SMA PV omvormer aanwezig nl. de Sunny Boy 2500HF-30.

Deze bevindt zich in kantoor 1 in de linkerbovenhoek.

Het elektrisch verdeelbord bevindt zich in kantoor 2 in de rechter bovenhoek.

Het kantoorgebouw wordt gevoed vanaf het distributiebord van de woning.

De batterijpack zal dienen voor het kantoorgebouw.



*Figuur 8: Opbouw*

<sup>3</sup> [http://www.koosverbart.nl/wp-content/uploads/Datasheet\\_CanadianSolar\\_CS6P-Poly\\_Quartech\\_NL.pdf](http://www.koosverbart.nl/wp-content/uploads/Datasheet_CanadianSolar_CS6P-Poly_Quartech_NL.pdf)

## 4.2 Batterijkeuze

Hieronder worden 3 batterijsoorten beschreven die mogelijks gebruikt kunnen worden voor de installatie.

### 4.2.1 Lood

De lood accu's vallen onder de noemer van de natte accu's.

Deze zijn opgebouwd uit water, lood en zwavelzuur. De loodplaten bevinden zich in een bak met verdund zwavelzuur. Door de chemische reactie ontstaat er een spanningsverschil tussen de platen.

Voordelen:

- Levensduur: 1 tot 10 jaar
- Eenvoudige opbouw
- Relatief goedkoop
- Leveren hoge stromen, vb. startmotoren van auto's
- Recycleerbaar

Nadelen

- 800 cycli bij 50% DOD <sup>4</sup>
- Kunnen enkel rechtop vervoerd en gemonteerd worden
- Kans op lekkage
- Onderhoud: accu's bijvullen met gedestilleerd water
- DOD van 50%
- Gevaar vloeibaar elektrolyt: ontstaan knalgas, explosief

[5] [6]



Figuur 9: Lood Accu [7]

<sup>4</sup> DOD: diepte van de ontlading van een batterij, deze factor geeft aan hoeveel energie er bruikbaar is t.o.v. de beschikbare energie van een batterij. Vb.: Batterij van 10kW en een DOD van 50% → 5kW beschikbaar.

<sup>5</sup> <http://www.acculaders.nl/blogs/acculadersnl/welke-soorten-accus-zijn-er/>

<sup>6</sup> <https://nl.wikipedia.org/wiki/Loodaccu>

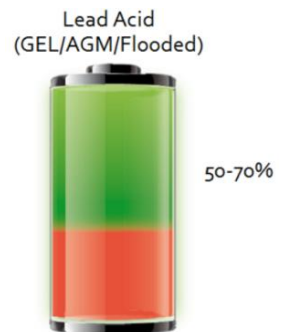
<sup>7</sup> <http://www.accu24.be/Accus-Info/1.86.YUA.2.7.YUASA-Lood-Accu-NP7-12-Vds.html>

## 4.2.2 AGM (Absorbed Glass Mat)

Een AGM batterij valt onder de noemer droge accu's omdat ze een niet vloeibare inhoud bevatten. Deze accu's worden ook afgekort met VRLA (Valve Regulated Lead Acid). Bij AGM batterijen wordt het elektrolyt vastgehouden door speciale glasvezelmatten.

Voordelen:

- 2500 cycli bij 50% DOD
- Levensduur: 10 jaar (bij 20°C) (Datasheet Hoppecke powerpack classic)
- Geringe zelfontlading
- Onderhoudsvrij en lekvrij
- Ideaal toe te passen voor zeer divers gebruik als stationair, cyclisch en hoge stromen
- Betere stroomopname en afgifte t.o.v. lood accu's



*Figuur 10: DOD AGM*

Nadelen:

- DOD van 50 – 60 %
- Hogere kostprijs t.o.v. lood accu (2,2 keer duurder)
- Hoge temperaturen verkorten de levensduur aanzienlijk (tot 2 jaar korter)

[5] [8] [9] [10]

## 4.2.3 Lithium-ion

Lithium-ion wordt vooral gebruikt in de elektronica en kent een enorme opmars. Dit komt omdat dit batterijtype veel voordelen heeft, deze zijn hieronder beschreven.

Voordelen:

- Groot aantal cycli: 7000 bij 80% DOD
- DOD van 80 -100 % - geen geheugeneffect
- Levensduur: 20 jaar (Datasheet Hoppecke powerpack premium)
- Hoogste energiedichtheid (3x hoger dan loodaccu's)
- Hoge stromen
- Lichter in gewicht (gemiddeld 60 procent minder dan de loodaccu)
- Geringe zelfontlading
- Milieuvriendelijk
- Onderhoudsvrij



*Figuur 11: DOD Lithium-ion*

Nadelen:

- Hoge kostprijs t.o.v. lood accu (3,5 keer duurder)
- Verliezen capaciteit, ook al worden ze niet gebruikt

[5] [8] [9] [10]

<sup>8</sup> <http://www.intercel.nl/accu-producten.html>

<sup>9</sup> [http://www.hoppecke.com/content/download/brochures/rp/sun.powerpack\\_classic\\_en.pdf](http://www.hoppecke.com/content/download/brochures/rp/sun.powerpack_classic_en.pdf)

<sup>10</sup> <https://www.victronenergy.com/blog/2015/03/30/batteries-lithium-ion-vs-agm/>



### Tesla powerwall

Tesla maakt gebruik van lithium-ion batterijen voor de gekende Tesla powerwalls. Deze producten van Tesla worden de laatste tijd sterk gepromoot.

Oorspronkelijk was de powerwall verkrijgbaar in 2 versies, de eerste had een capaciteit van 7 kWh en de 2<sup>de</sup> versie had een capaciteit van 10 kWh. Nu is enkel de versie van 6,4 kWh verkrijgbaar. De oorzaak hiervan zou volgens onderstaande bron gelegen zijn aan het werkelijke aantal laadcyclussen van de 10 kWh batterij, waardoor de levensduur enorm minimaliseerde. [11]



*Figuur 12: Tesla powerwall*

De powerwall-versie van 6,4 kWh zou 5000 laadcyclussen hebben. Als deze batterij zich iedere dag volledig op- en ontlad, zal dit neerkomen op een levensduur van 14 jaar. Tesla geeft 10 jaar garantie op zijn product.

[12] [13]

---

<sup>11</sup> <http://www.zdnet.be/nieuws/178566/tesla-verbant-grootste-model-powerwall/>

<sup>12</sup> <http://www.egear.be/tesla-powerwall/>

<sup>13</sup> [https://www.teslamotors.com/nl\\_BE/powerwall](https://www.teslamotors.com/nl_BE/powerwall)

#### 4.2.4 Producten vergelijken

Laten we het ontladgedrag van de loodzuur- en de lithium-ion batterij bekijken op basis van onderstaande grafieken. Daarin wordt de spanning uiteengezet in functie van de ontladcapaciteit bij uiteenlopende belastingen.

Allereerst worden de benamingen van de grafieken verduidelijkt. De benamingen 5 C, 3 C, 1 C, 0.5 C en 0.05 C zijn een maat voor de belasting, deze worden duidelijker door een rekenvoorbeeld. We rekenen in dit voorbeeld met een batterij met een opslagcapaciteit van 100 Ah.

Bij belasting 0.05 C  $\rightarrow 0.05 \times 100\text{Ah} = 5\text{ A}$  (stroom die wordt gevraagd van de batterij)

$$\rightarrow \frac{100\text{Ah}}{5\text{A}} = 20\text{ uur} \quad (\text{tijd waarin de accu zich zal ontladen})$$

Bij belasting 0.5 C  $\rightarrow 0.5 \times 100\text{ Ah} = 50\text{ A}$  gedurende  $\frac{100\text{Ah}}{50\text{A}} = 2\text{ uur}$  beschikbaar

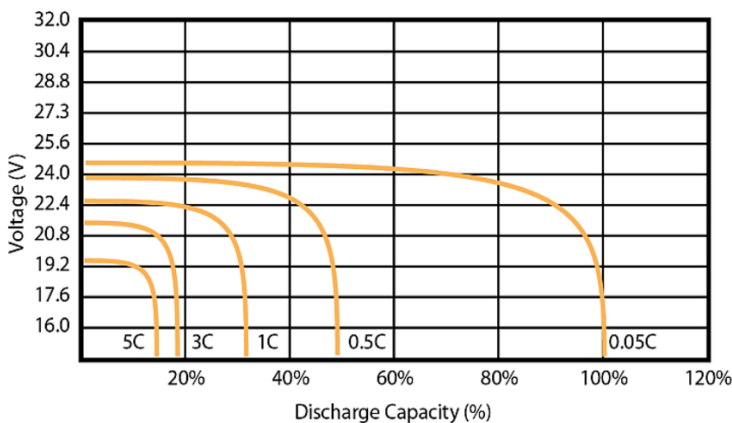
Bij belasting 1 C  $\rightarrow 1 \times 100\text{ Ah} = 100\text{ A}$  gedurende  $\frac{100\text{Ah}}{100\text{A}} = 1\text{ uur}$  beschikbaar

Bij belasting 3 C  $\rightarrow 3 \times 100\text{ Ah} = 300\text{ A}$  gedurende  $\frac{100\text{Ah}}{300\text{A}} = 20\text{ minuten}$  beschikbaar

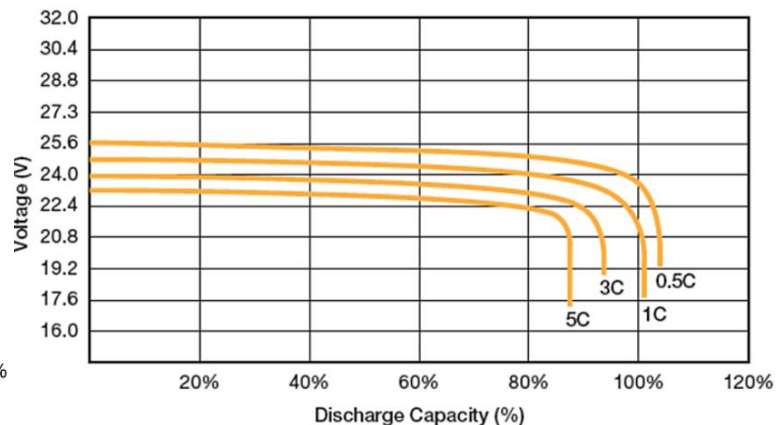
Bij belasting 5 C  $\rightarrow 5 \times 100\text{ Ah} = 500\text{ A}$  gedurende  $\frac{100\text{Ah}}{500\text{A}} = 12\text{ minuten}$  beschikbaar

Bovenstaande berekeningen zijn van toepassing op de lithium-ion batterijen omdat deze een DOD hebben van 80 - 100 % en men kan dus rekenen met de volledige capaciteit.

Aangezien loodzuur- en AGM batterijen een DOD hebben van 50 %, zal bij dezelfde belastingstroom de ontladingstijd halveren. Bij 0.05 C zal de batterij ontladen in 10 uur i.p.v. 20 uur. Bij deze batterijen zal je 50 Ah kunnen verbruiken.



**Figuur 13: Ontlaadkarakteristiek loodzuur-accu**



**Figuur 14: Ontlaadkarakteristiek lithium-ion-accu**

In figuur 13 zie je dat bij de loodzuur-accu een hogere belasting invloed heeft op de beschikbare energie en de accuspanning. De batterijspanning zal sterk dalen als de belasting toeneemt. De batterijen zullen sneller uitgeput zijn aangezien ze bij een lagere spanning aan dezelfde energievraag moeten voldoen.

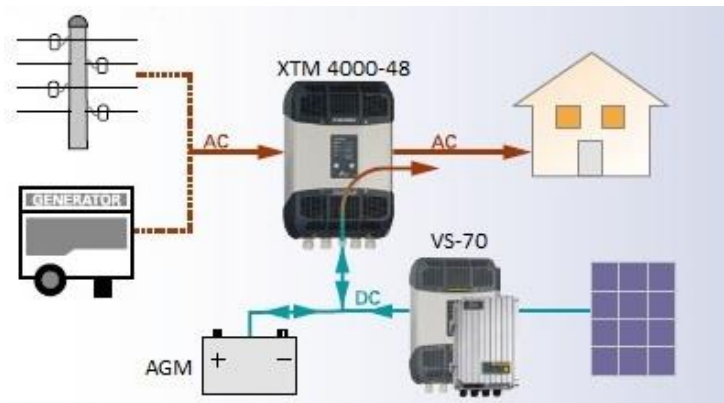
In figuur 14 is het verloop uitgezet van de lithium-ion batterij. Het valt op dat de batterijspanning stabiel is in tegenstelling tot de loodzuur-accu. Naarmate de batterij verder ontladt blijft deze spanning stabiel, zelfs bij zware belastingen.

Hierdoor is de lithium-batterij beter geschikt voor hoge belastingen dan een loodzuur-accu.

### 4.3 Systemen

Er zijn 2 systemen die in aanmerking komen om deze opdracht te vervullen. Deze systemen zijn van de merken Studer en SMA. Hieronder wordt er gekeken naar de opbouw van beide systemen.

#### 4.3.1 Studer



Figuur 15: Opbouw schema Studer

[14]

Bij dit systeem wordt de opgewekte DC-spanning door het zonnepaneel op de DC bus geplaatst. Via de VS-70, het onderste toestel in het schema, wordt de spanning aangepast zodat de 48 V batterij kan opladen. De batterij laadt en ontlad, naargelang de energievraag van de gebruiker. De XTM 4000-48, het bovenste toestel op het schema, zet de DC spanning om naar een AC spanning. Studer gaf de voorkeur voor AGM batterijen, maar het kan ook werken met lithium-ion batterijen. Het net wordt bijgeschakeld vanaf wanneer de batterij of de zonnepanelen de gebruiker niet meer van stroom kunnen voorzien.

#### Prijs van het systeem met AGM batterijen:

ARTIKEL	OMSCHRIJVING	AANTAL	PRIJS EUR	BEDRAG EUR
STUXTM4000-48	XTENDER XTM 4000-48 4000VA	1,00	1 853,4000	1 853,40
STURCC-02	WALLMOUNT REMOTE DISPLAY AND FUSEHOLDER + FUSE 100A	1,00	101,4000	101,40
STUFUSE100A	FUSE 100A STUDER	1,00	17,1000	17,10
STUFUSEHOLDER	FUSEHOLDER STUDER	1,00	27,0000	27,00
STUXCOM-LAN	COMMUNICATION KIT FOR	1,00	207,6000	207,60
LAD260		4,00	444,0000	1 776,00
vs70		1,00	639,6000	639,60
<b>Info BTW</b>	<b>4 BASIS 21%</b>			
Basis	4 622,10			
Belastbaar	4 622,10			
BTW	970,64			
			<b>E.BTW</b>	<b>4 622,10</b>
			<b>BTW</b>	<b>970,64</b>
			<b>EUR</b>	<b>TOTAAL 5 592,74</b>

Figuur 16: Offerte Carbomat

#### Prijs van het systeem met lithium-ion batterijen:

Lithium-ion batterij 150 Ah – 7,2 kWh → € 7.514,99 excl. btw

200 Ah – 9,6 kWh → € 8.266,48 excl. btw

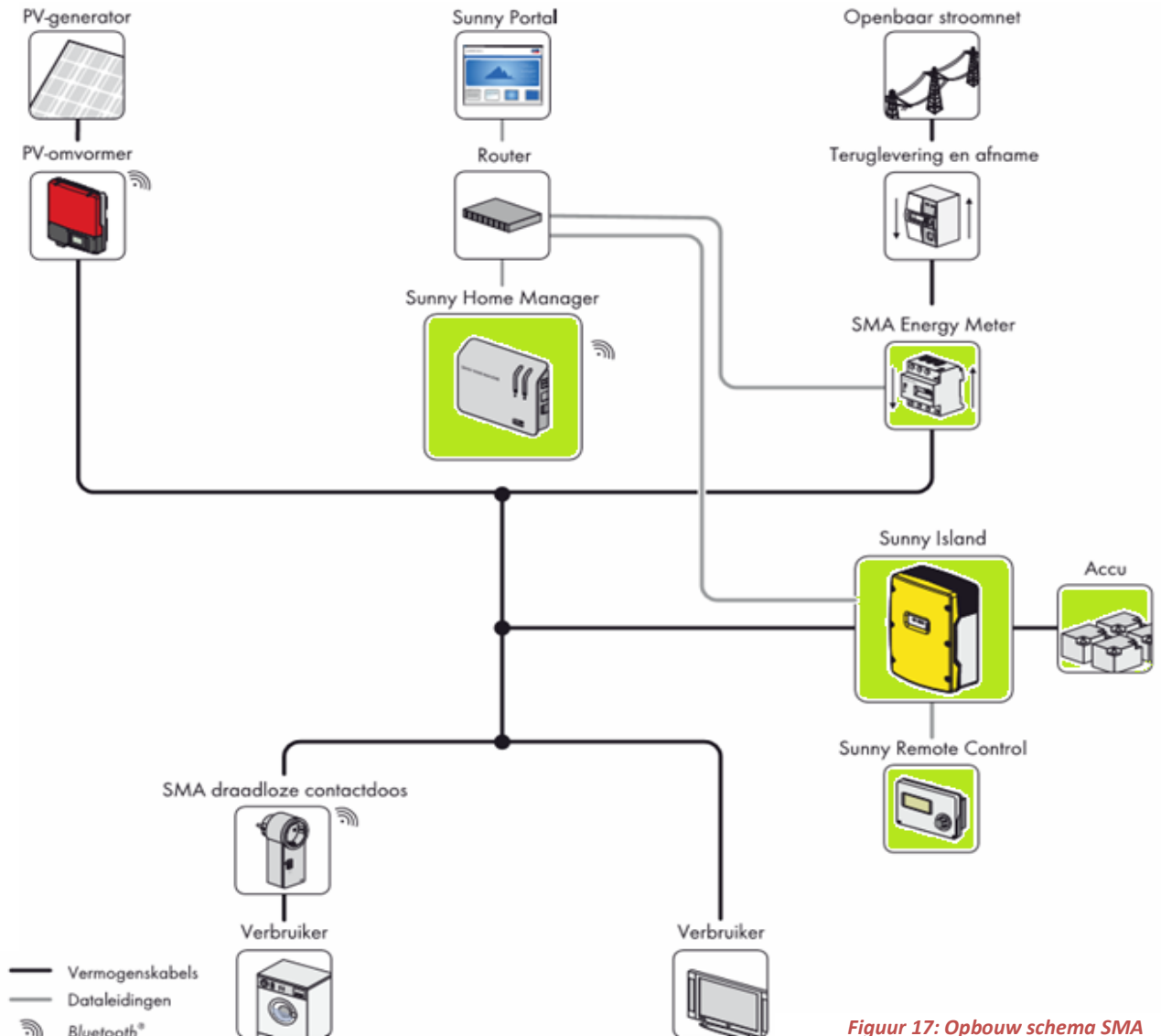
Aangezien enkel de batterij het verschil maakt bij de offerte, wordt het totaal bepaald door de batterijprijs + € 2.846,1

Batterij installatie 150 Ah – 7,2 kWh → € 10.361 excl. btw

Lithium-ion batterij 200 Ah – 9,6 kWh → € 11.112 excl. btw

<sup>14</sup> <http://www.studer-innotec.com/en/downloads/>


### 4.3.2 SMA



Figuur 17: Opbouw schema SMA

Bij de eerste indruk van deze schematische voorstelling van het SMA Smart Home met flexibel opslagsysteem, lijkt het alsof hier veel meer componenten aanwezig zijn. De componenten die aan het systeem worden toegevoegd, zijn in bovenstaande schema in het groen gearceerd. In tegenstelling tot Studer wordt de opgewekte DC spanning van de panelen omgezet naar 230 V AC door de PV-omvormer. De opgewekte spanning komt toe op het verdeelbord en voedt rechtstreeks de verbruikers. De Sunny Island zet de AC spanning terug om naar een DC spanning van 51,2 V. Deze omvormer zal zorgen voor het op- en ontladen van de batterijen. Op de display van de Sunny Remote control worden de instellingen en de gegevens van de batterij weergegeven. Bij SMA heb je de keuze tussen lood- en lithium-ion batterijen. Alle toestellen binnen deze schakeling communiceren via ethernet met de Home Manager. Enkel de PV omvormer communiceert via bluetooth. Via de Home Manager worden alle gegevens van de installatie bijgehouden en deze kunnen opgevraagd en aangepast worden via Sunny Portal. Als de PV-opwekking te hoog oploopt, kan men via de Home Manager draadloze SMA contactdozen aansturen en zo extra verbruikers schakelen. Hierdoor kan men efficiënter met energie omspringen. [15]

<sup>15</sup> <http://files.sma.de/dl/20472/Ersatzstrom-IS-nl-32W.pdf>

Prijs:	L	Referentie/Omschrijving	Aant.	Eenh.	Netto	Totaal
	10	SMASI30M11 SUNNY ISLAND 3.0M	1	P	1.994,4036	1.994,40
	20	SMASRC20 REMOTE CONTROL SUNNY ISLAND	1	P	207,3036	207,30
	30	SMADM485CB10 RS485 INTERFACE	1	P	68,1480	68,15
	40	 SMAHMBT10 SUNNY HOME MANAGER BLUETOOTH	1	P	262,1080	262,11
	50	SMAEMETER10 ENERGY METER 3F	1	P	271,6392	271,64
	60	SCMATS1PH AUTOMATIC TRANSFER SWITCH 1PH	1	P	627,3120	627,31
	70	HOP6001302980 SUN POWERPACK PREMIUM 5.0-48	1	P	4.408,1520	4.408,15
	80	HOP6001302981 SUN POWERPACK PREMIUM 7.5-48	1	P	6.786,2340	6.786,23

*Figuur 18: Offerte Rexel*

Aan de offerte is een wijziging aangebracht. Nummer 30, de communicatiemodule, is geschrapt omdat deze al aanwezig is in de PV- omvormer. Deze plaats in de offerte kan men opvullen met de SMA speedwire module SWDMSI met een nettoprijs van € 153,80. Deze module werd achteraf aangekocht omdat deze nog niet aanwezig was in de Sunny Island. Een SMA PV-omvormer moet niet worden aangeschaft aangezien deze al aanwezig is. Nummer 70 en 80 zijn lithium-ion batterijpacks van Hoppecke.

Als we het totaal maken komen we voor een opslagcapaciteit van 5 kWh op een totaal van € 7.924,71 en voor 7.5kWh op € 10.302,79. Alle prijzen hierboven zijn exclusief btw.

#### 4.3.3 Besluit

Beide investeringen liggen qua investeringsbedrag in dezelfde orde.

Na overleg hebben we voor SMA gekozen en dit omwille van onderstaande redenen:

- Er is al een SMA omvormer aanwezig, door te kiezen voor SMA kunnen deze toestellen onderling ook communiceren.
- Uitbreidingsmogelijkheden zoals de draadloze stopcontacten
- Via de home manager kun je veel parameters aanpassen en is er energieregistratie op de site van SMA.

Qua batterijpack wordt er gekozen voor lithium-ion batterijen met een energieopslag 7,5 kWh omdat:

- Lithium-ion heeft de beste eigenschappen qua energiedichtheid, invloed van hoge belastingen, levensduur,...
- Uit de metingen op p36 blijkt dat een batterijpack van 10kWh (€ 8832) beter zou zijn dan een pack van 7,5 kWh aangezien er een aantal keer een hogere netafname is dan 7,5 kWh. Toch kies ik voor een 7,5kWh pack omdat de prijzen voor lithium-ion packs enorm oplopen.
- Je moet minder batterijcapaciteit installeren met lithium-ion t.o.v. AGM

$$\text{AGM: } \frac{7,5\text{kWh (nodig)}}{0,5 \text{ (DOD)}} = 15 \text{ kWh installeren}$$

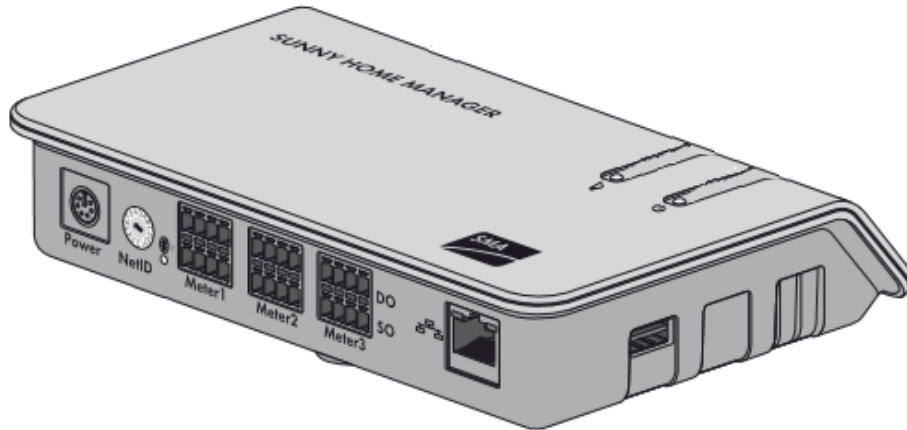
$$\text{Lithium-ion: } \frac{7,5\text{kWh (nodig)}}{0,8 \rightarrow 1 \text{ (DOD)}} = 7,5 \rightarrow 9,37 \text{ kWh installeren}$$

## 4.4 Bespreking componenten

### 4.4.1 Sunny Home Manager

De Home Manager is de master van het flexible storage systeem. Via de site van SMA kan je een Sunny Portal account aanmaken. Op dit account kan je de parameters van de Sunny Home Manager aanpassen.

Hieronder worden de aansluitingen van de Sunny Home Manager beschreven.



[16]

*Figuur 19: Sunny Home Manager*

Op de USB aansluiting na, bevinden alle aansluitingen zich aan de onderkant van het toestel. Links onderaan bevindt zich een aansluiting voor de netvoedingsadapter. Daarnaast bevindt zich een draaischakelaar waarmee het NetID kan ingesteld worden van getal 1 tot 9. Het NetID zorgt ervoor dat binnen een PV installatie alle Bluetooth apparaten met elkaar kunnen communiceren. De Home Manager en de PV omvormer moeten op hetzelfde NetID worden ingesteld. Als er communicatie is, zal de blauwe Bluetooth led, rechts van de draaischakelaar, branden.

De volgende ingangen op het toestel zijn meteringangen. Hierbij kunnen we 2 ingangstypes onderscheiden nl. DO en SO. Welke ingang je gebruikt hangt af van het metertype van de energiemeters. Op meter 1 wordt via DO of SO de afname meter of bidirectionele meter aangesloten, op meter 2 de teruglevermeter en op meter 3 de PV opwekkingsmeter. Aangezien wij een SMA energy meter gebruiken hebben wij deze ingangen niet nodig. Deze meter en dit toestel communiceren via ethernet. Deze netwerkaansluiting bevindt zich rechts onderaan en dient aan de router aangesloten te worden. Op de zijkant bevindt zich een USB aansluiting, via deze weg kan men het toestel updaten.

Verder bevinden er zich 2 leds op de voorkant van het toestel, links de energieafname-led en rechts de status-led. Als de status-led groen oplicht wil dit zeggen dat de Home manager verbonden is met apparaten van de PV installatie en gesynchroniseerd is met een Sunny Portal account. De energieafname-led kan 3 toestanden aannemen

- *Groen*: kantoor verbruikt uitsluitend energie van de PV installatie
- *Groen en oranje knipperend*: kantoor verbruikt energie van het stroomnet en van de PV-installatie
- *Oranje*: Kantoor verbruikt uitsluitend energie van het stroomnet

<sup>16</sup> <http://files.sma.de/dl/15583/HoMan-IA-nl-19.pdf>

#### 4.4.2 Sunny Island met Remote control

De Sunny Island wordt gebruikt bij systemen met energieopslag, zowel in on- als off-grid installaties. Het doel van dit toestel is de batterijen op te laden met de energie van de zonnepanelen en nadien de energie van de batterij terug af te geven aan de verbruikers van de installatie. Met andere woorden de Sunny Island zal de 230 V wisselspanning gelijkrichten naar een gelijkspanning van 51,2 V bij het opladen. Als hij de verbruikers voedt, zal hij de gelijkspanning inverteren tot een wisselspanning.

De Sunny Island detecteert wanneer er al dan niet netspanning aanwezig is. Naargelang de situatie zal de Sunny Island de contactoren in de omschakelinrichting sturen via de 2 relais uitgangen. In de bespreking van de omschakelinrichting zal dit duidelijker worden wanneer welke relais schakelt.

De remote control is een bedienings- en visualisatietoestel. Via de draai-drukknop kun je eenvoudig de Sunny Island instellen en de batterijgegevens weergeven. De remote control maakt het mogelijk dat je het batterijsysteem bewaakt zonder dat je bij de omvormer hoeft te staan.

Je kan de remote control op maximaal 20 meter van de Sunny Island plaatsen. Deze zijn onderling verbonden via een FTP- kabel.



*Figuur 20: Sunny Island met Remote Control*

De Sunny Island 3.0M is het geschikte toestel voor deze toepassing.

Volgens de datasheet kan de Sunny Island een continuvermogen van 2300 W leveren aan de elektrische installatie. Hij kan ook grotere vermogens leveren, dit wel in een beperkte tijd. Zo kan hij 3000 W leveren gedurende 30 min, 3500 W gedurende 5 min en 5500 W gedurende 3 seconden. Het maximale ingangsvermogen op de ingang is 11500 W.

Het DC spanningsbereik aan de batterijzijde is 41 tot 63 V. De gekozen batterij is een 51,2V batterij. De laad- en ontlaadstroom dat de Sunny Island kan leveren is 45 A, maximum 51 A.

Op het controlepaneel van de Sunny Island zie je 3 druktoetsen en 3 ledjes. De linkse toets is de start-stop toets van de Sunny Island. De middelste en rechtse toets hebben ook elk een aan- of uitfunctie. Deze kan men gebruiken in een systeem met meerdere Sunny Islands (master - slave systeem). Zo kan men de status van een bepaalde Sunny Island veranderen zonder dat de andere volgen. De bovenste led is de omvormer-led, deze verandert van oranje naar groen als de omvormer actief wordt. De middelste led visualiseert de aanwezigheid van het net. De onderste led toont de status van de batterij: ontladen is de led oranje, opgeladen is hij groen.

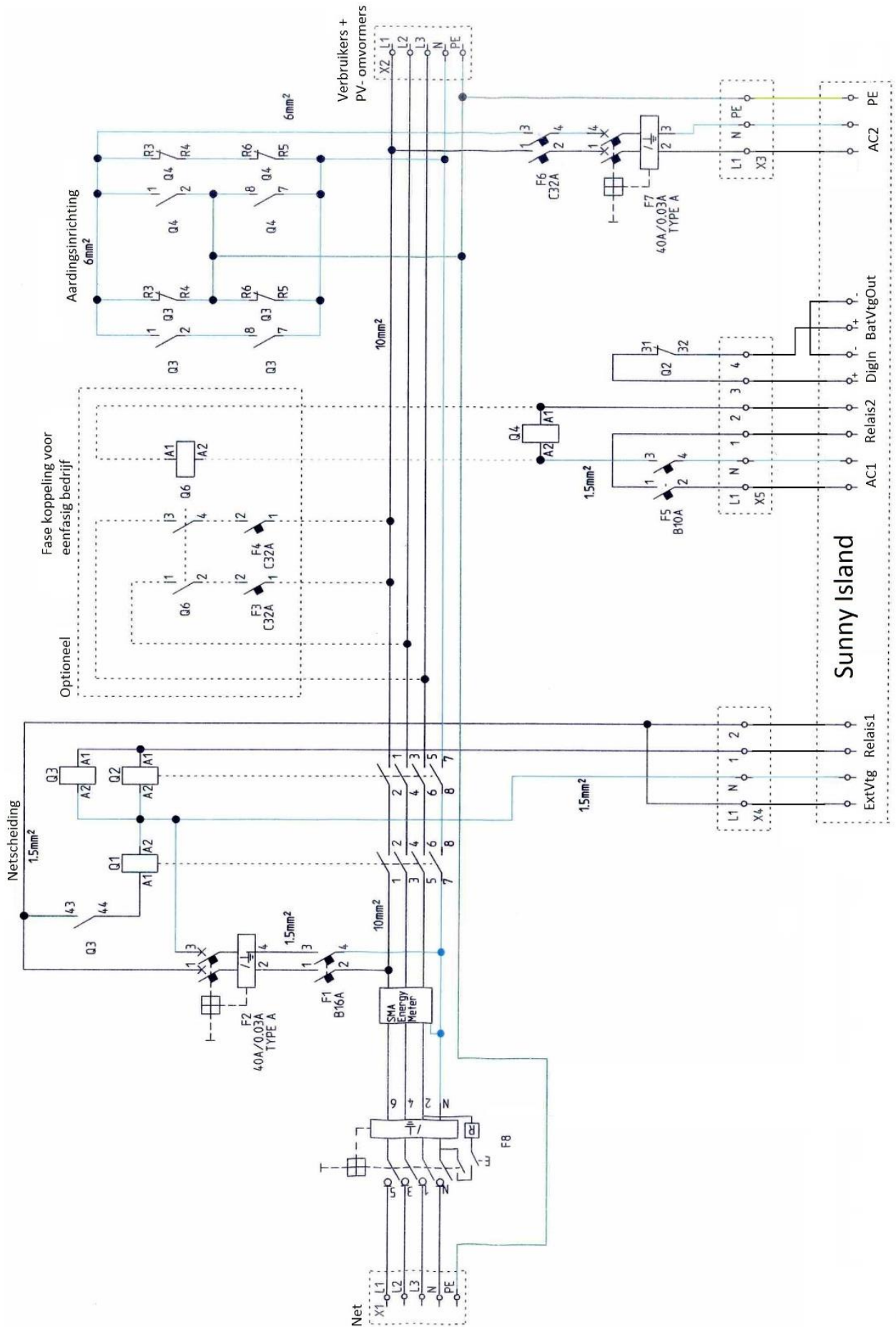
[17] [18] [19]

<sup>17</sup> <http://solaris.co.th/en/renewable-energy/solar-energy-on-grid-plus/sma-smart-house>

<sup>18</sup> <http://files.sma.de/dl/17632/SI30M-44M-DNL1617-V20web.pdf>

<sup>19</sup> <http://files.sma.de/dl/8062/SRC20-DNL1542-V10web.pdf>

### 4.4.3 Omschakelinrichting



Figuur 21: Schema automatische omschakelinrichting



## **Werking**

De omschakelinrichting kan worden opgedeeld in 3 delen: de netscheiding, fasekoppeling en aardingsinrichting. Via de netscheiding kan men zich aan- of afkoppelen van het net. De fasekoppeling wordt gebruikt als men enkelfasig werkt. De aardingsinrichting is actief als enkel de batterijpack actief is.

In de omschakelinrichting wordt er automatisch gekozen tussen 2 standen. Bij stand 1 is er een net aanwezig en stand 2 wordt geactiveerd als het net wegvalt. Hieronder worden beide standen beschreven. In beide standen zijn alle beveiligingschakelaars aangeschakeld.

### **Stand 1:**

Het net is aanwezig. Dit zal in de Sunny Island gedetecteerd worden via de spanningsmeting op de aansluiting ExtVtg. In de Sunny Island is het contact van relais 1 gesloten en relais 2 is geopend. Dit zijn de rusttoestanden van de relais. Doordat relais 1 gesloten is, zal contactor Q2 en Q3 aantrekken. Het contact 43-44 van Q3 zal sluiten waardoor contactor Q1 ook aantrekt. Hierdoor wordt het net doorgeschakeld naar het verdeelbord van de kantoorruimte. Contact 31-32 van Q2 zal zich openen. De Sunny Island weet nu dat de koppelschakelaar niet mag inschakelen. Relais 2 staat open, hierdoor zal Q4 en Q6 niet aantrekken. In de aardingsinrichting zullen de contacten van Q3 van toestand veranderen. De N van de batterij is gekoppeld aan de N van het verdeelbord. De batterijen en het net zijn aangesloten op het verdeelbord.

### **Stand 2:**

Het net is afwezig. De Sunny Island zal dit detecteren via de spanningsmeting op de aansluiting ExtVtg. In de Sunny Island is het contact van relais 1 geopend. De contactoren Q1, Q2 en Q3 gaan uitschakelen. Hierdoor wordt het net afgeschakeld. Contact 31-32 van Q2 zal terug naar zijn rusttoestand gaan en sluiten. De Sunny Island detecteert dit en zal relais 2 sluiten. Contactor Q4 en Q6 worden bekrachtigd via de stuurspanning AC1. Als de contacten van Q6 sluiten, worden L1,L2 en L3 met elkaar doorverbonden. Deze optie wordt enkel toegepast in een eenfasige toepassing. In de aardingsinrichting veranderen de contacten van Q4 van toestand en de contacten van Q3 gaan terug in rusttoestand. De N van de batterij is gekoppeld aan de N van het verdeelbord en de aarding.

#### 4.4.4 Energy meter

De SMA energy meter zorgt voor de energiemeting van de kantoorruimte. Deze meter is geplaatst in de omschakelinrichting. Deze bidirectionele meter registreert de elektrische meetwaarden van het systeem zoals de netafname, netteruglevering en PV-opwekking op je Sunny Portal account.

De meter communiceert via ethernetkabels met de Sunny Home Manager en de Sunny Island. Hierdoor heb je een optimale energiemonitoring van je verbruik en je batterijsysteem.

Het is ook mogelijk om de teruglevering van het werkelijk vermogen te begrenzen. Het toestel is ideaal voor het intelligent energiebeheer in kader van SMA Smart Home. De bovenste led op het toestel is de speedwire led en de onderste de statusled. [20]

De speedwire led brandt groen als er een verbinding via ethernet tot stand is gebracht en knippert als er data wordt verzonden. De statusled brandt groen als hij ingeschakeld is. De led kan ook groen knipperen, dit betekent dat er een firmware-update wordt uitgevoerd. [21]



*Figuur 22: Energy meter*

#### 4.4.5 Hoppecke Sun Powerpack Premium

De Hoppecke Sun Powerpack premium bevat 7,5 kWh batterijen van het type Lithium-Ion.

Het batterijsysteem bevat een ingewerkt batterij management systeem (BMS) met display. Het BMS systeem meet alle gegevens onder andere de batterijspanning, op- en ontladstroom en de temperatuur. Hierdoor moet er geen temperatuursensor geplaatst worden of aangesloten worden op de Sunny Island. Via een FTP kabel worden deze gegevens gedeeld met de Sunny Island. De + en de – van de batterijpack worden verbonden via 2 x 70 mm<sup>2</sup> kabels met de Sunny Island.

De nominale spanning van deze batterijen is 51,2 V. Volledig opgeladen zouden de batterijen een spanning afgeven van 56 V. De temperatuurgrenzen van de cellen zijn 0 °C en 35 °C en de maximale omgevingstemperatuur is 45 °C. De batterij heeft 7000 cyclussen en heeft een levensduur van maximaal 20 jaar.

[22] [23]



*Figuur 23: Batterijpack*

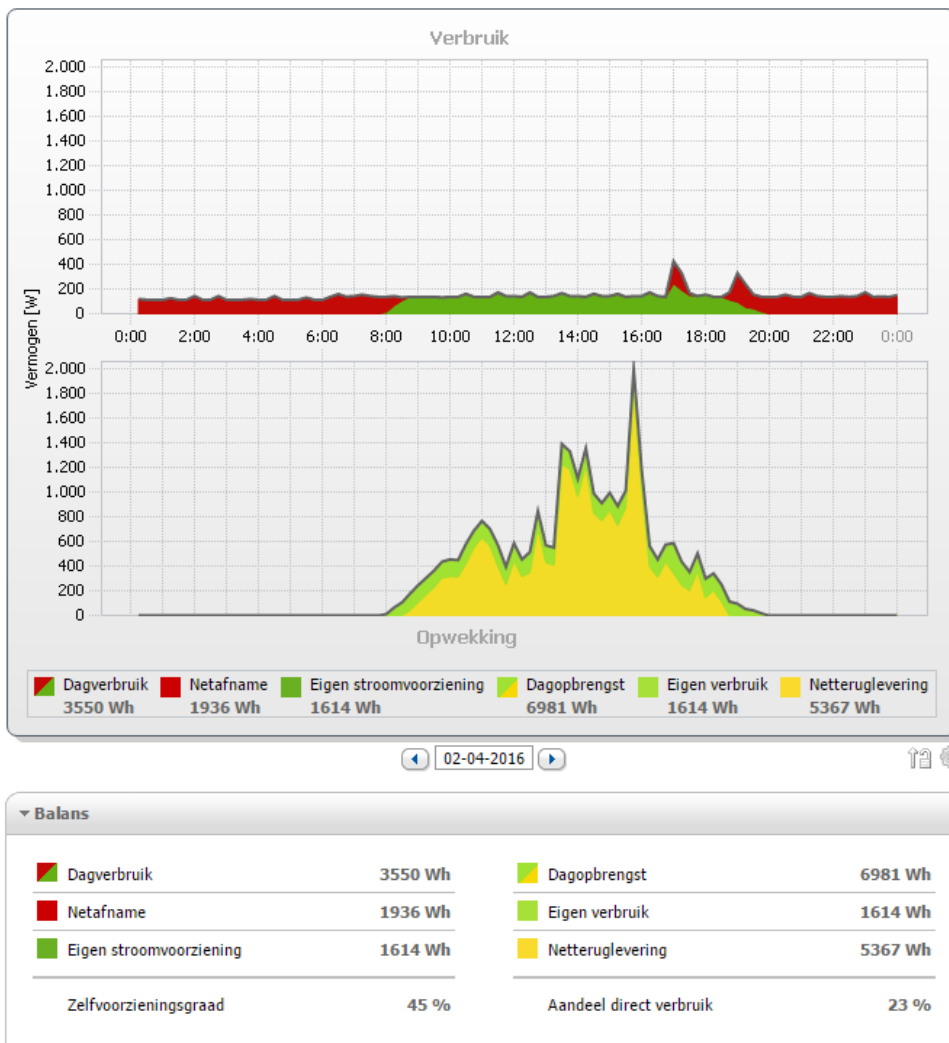
<sup>20</sup> <http://files.sma.de/dl/21477/EnergyMeter-IA-nl-16.pdf>

<sup>21</sup> [http://www.sma-benelux.com/nl\\_BE/producten/monitoring-systemen/sma-energy-meter.html](http://www.sma-benelux.com/nl_BE/producten/monitoring-systemen/sma-energy-meter.html)

<sup>22</sup> [http://www.hoppecke.com/content/download/brochures/rp/sun.powerpack-premium\\_en.pdf](http://www.hoppecke.com/content/download/brochures/rp/sun.powerpack-premium_en.pdf)

<sup>23</sup> [http://www.hoppecke.com/fileadmin/hoppecke/content/download/brochures/rp/TechnicalDocumentation/Betriebsanleitung-sun\\_powerpack\\_premium\\_de.pdf](http://www.hoppecke.com/fileadmin/hoppecke/content/download/brochures/rp/TechnicalDocumentation/Betriebsanleitung-sun_powerpack_premium_de.pdf)

## 5 Sunny Portal



*Figuur 24: Sunny Portal Energiebalans*

[24]

Op Sunny Portal worden op ieder moment de gegevens bijgehouden van de PV installatie. Op de bovenste grafiek ziet men het dagverbruik van het kantoor. Het rode gebied is de netafname en het groene gebied is eigen stroomvoorziening. Vanaf 8 uur 's morgens tot 20 uur 's avonds wekken de zonnepanelen energie op. De dagopbrengst wordt voorgesteld in de onderste grafiek. Het licht-groene visualiseert het aandeel eigen verbruik en het gele gebied stelt de netteruglevering voor.

De zelfvoorzieningsgraad is de procentuele verhouding tussen de eigen stroomvoorziening en het totale dagverbruik.

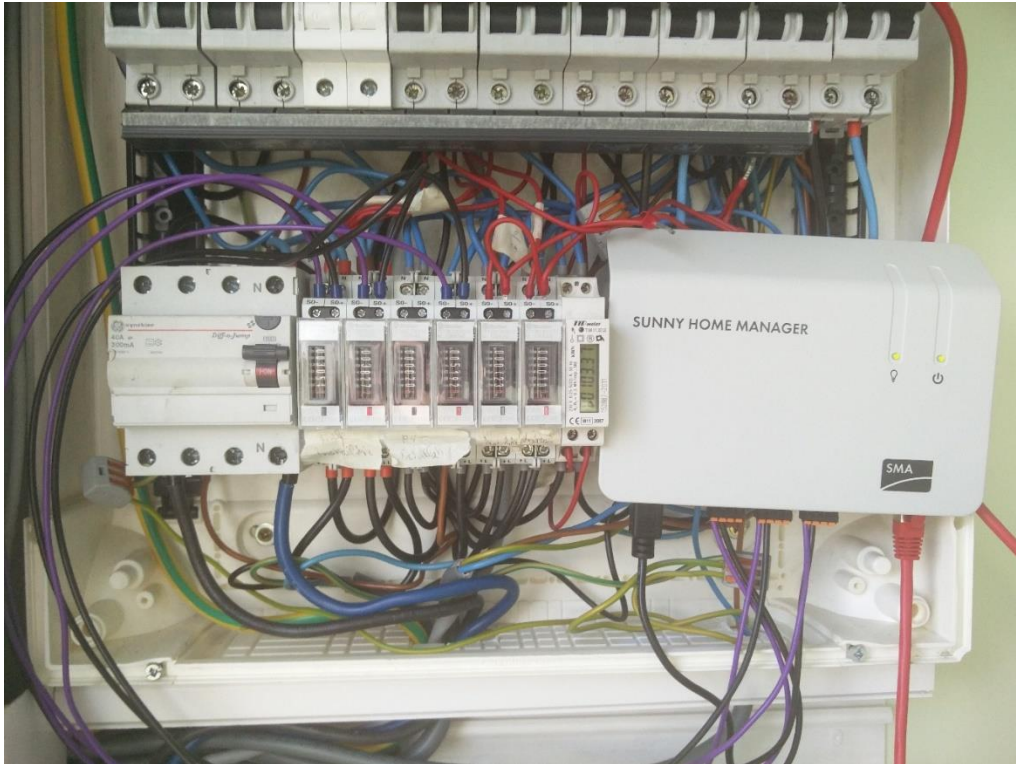
Het aandeel direct verbruik is de procentuele verhouding tussen het eigen verbruik en de totale dagopbrengst.

Deze meting werd genomen op zaterdag 2 april. Aangezien er op zaterdag niemand aanwezig is in het kantoor ziet men dat het verbruik een constant verloop heeft. Het stand-by verbruik ligt gemiddeld rond de 130 W. In de namiddag is de opbrengst het grootst aangezien de zon dan in het zuiden staat en de PV panelen ook zuidelijk gericht zijn.

<sup>24</sup> <https://www.sunnyportal.com/FixedPages/HoManEnergyRedesign.aspx>

## 6 Praktische uitwerking

### 6.1 Testopstelling 1



*Figuur 25: Testopstelling met Home Manager*

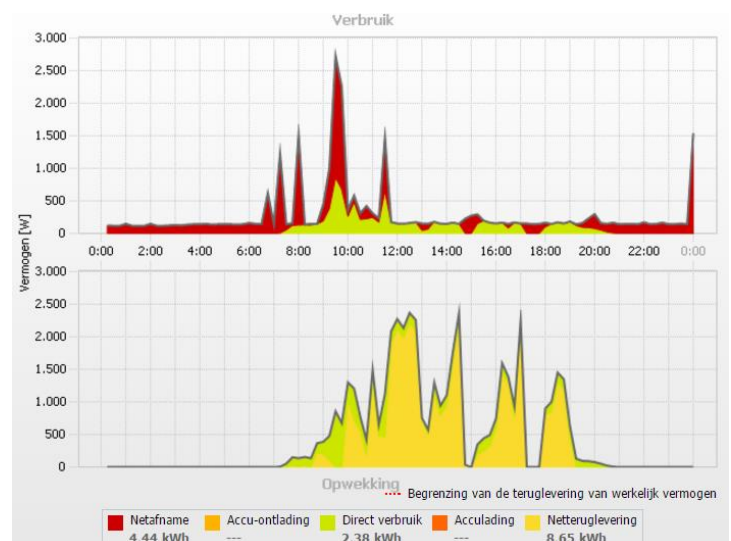
In deze testopstelling wordt de Sunny Home Manager uitgetest.

Er zijn 3 meters aangesloten via de S0 ingang, nl de afname meter, teruglevermeter en de PV opwekkingsmeter. Het toestel is geconnecteerd met het internet. Het NetID wordt ingesteld op 3. Als het toestel geregistreerd en gelinkt is met een Sunny Portal account, kan de uitlezing van de gegevens beginnen.

Het doel van deze testopstelling was de werking na te gaan van het toestel. Door deze opstelling te maken viel er iets bizar op. De week dat het toestel geconnecteerd was, werd in de Sunny Boy geen energie opgewekt. De oorzaak hiervan was een verkeerde instelling bij Sunny Portal bij de parameters van de terugleveringen.

In tegenstelling tot de grafiek op de vorige pagina, zijn er veel meer pieken in het verbruik. Dit komt omdat deze grafiek is opgenomen op een weekdag i.p.v. in het weekend.

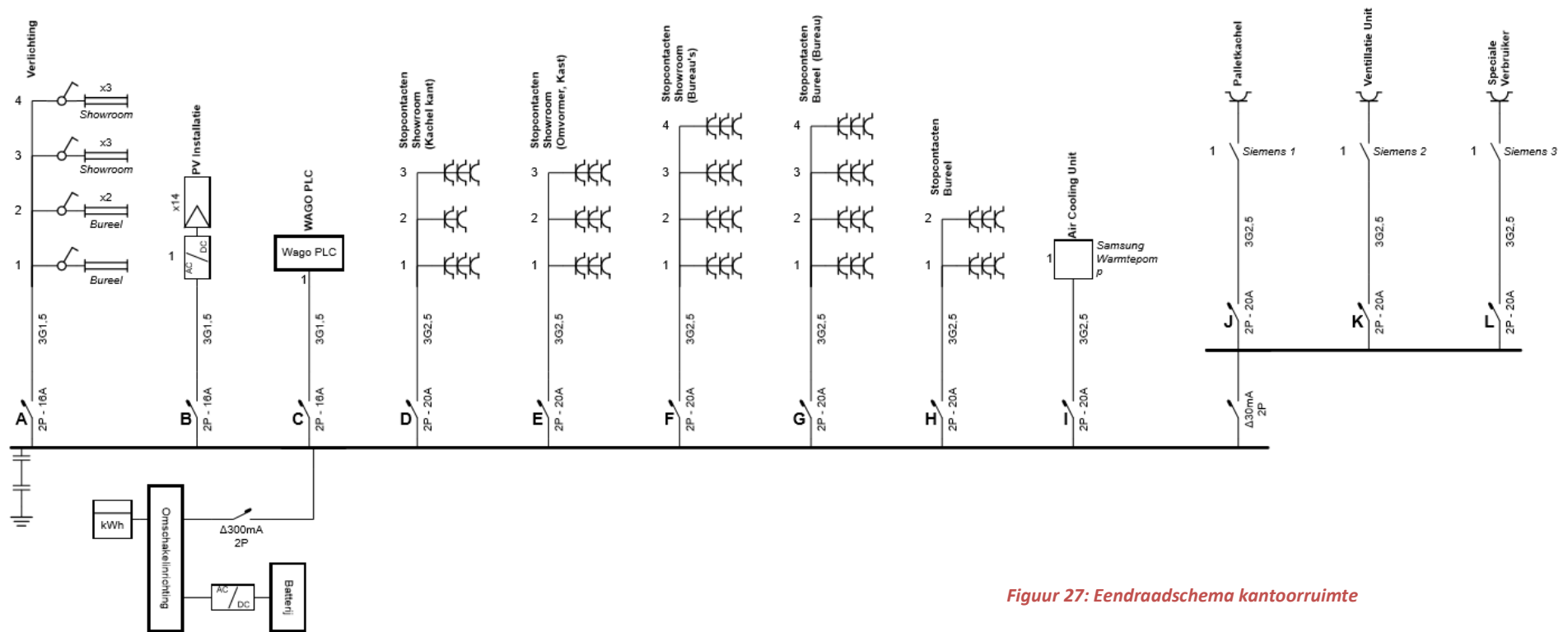
[24]



*Figuur 26: Grafiek verbruik*

## 6.2 Batterij-installatie

### 6.2.1 Eendraadschema



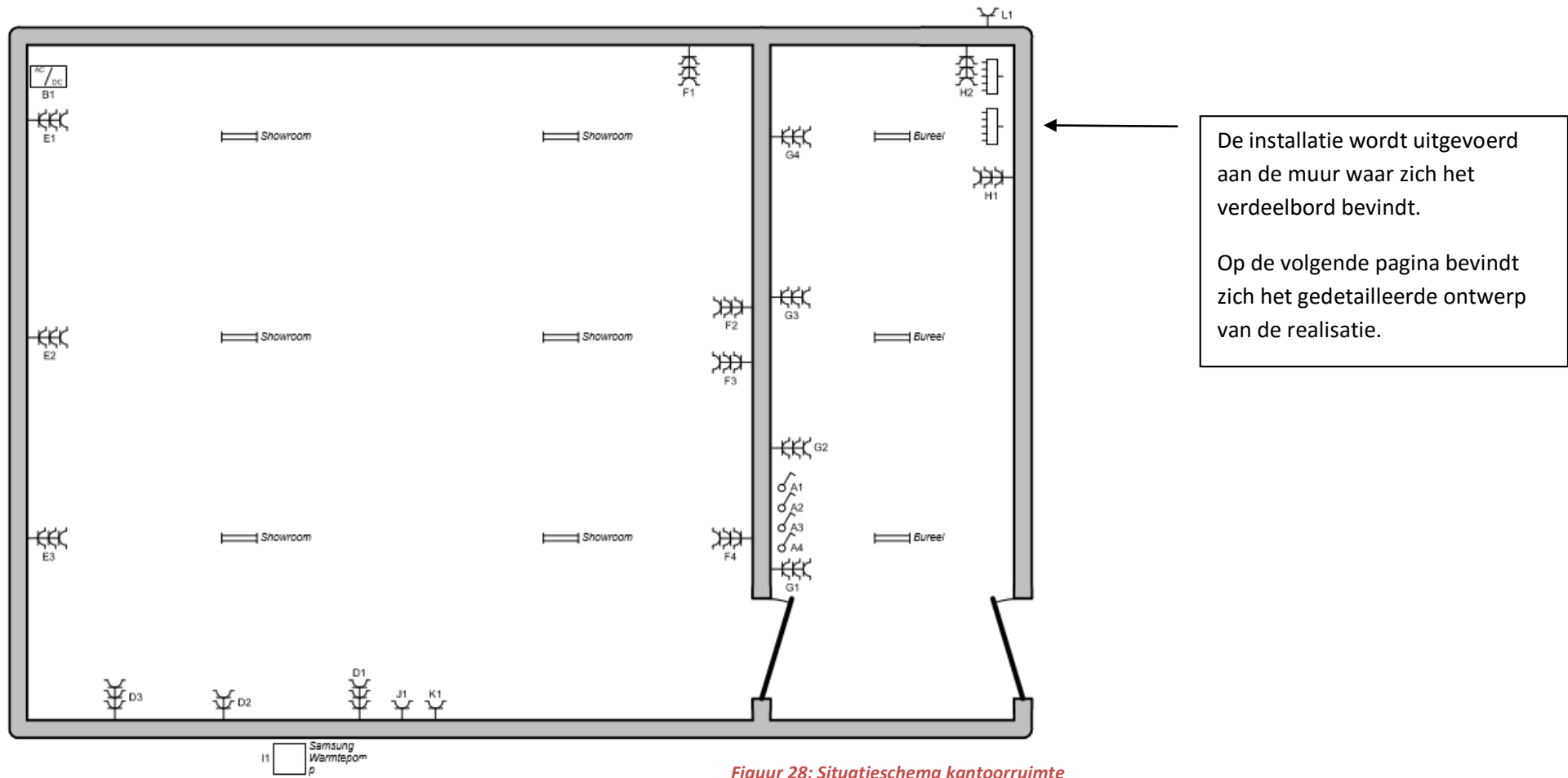
Figuur 27: Eendraadschema kantoorruimte

Het schema hierboven is het eendraadschema van de kantoorruimte.

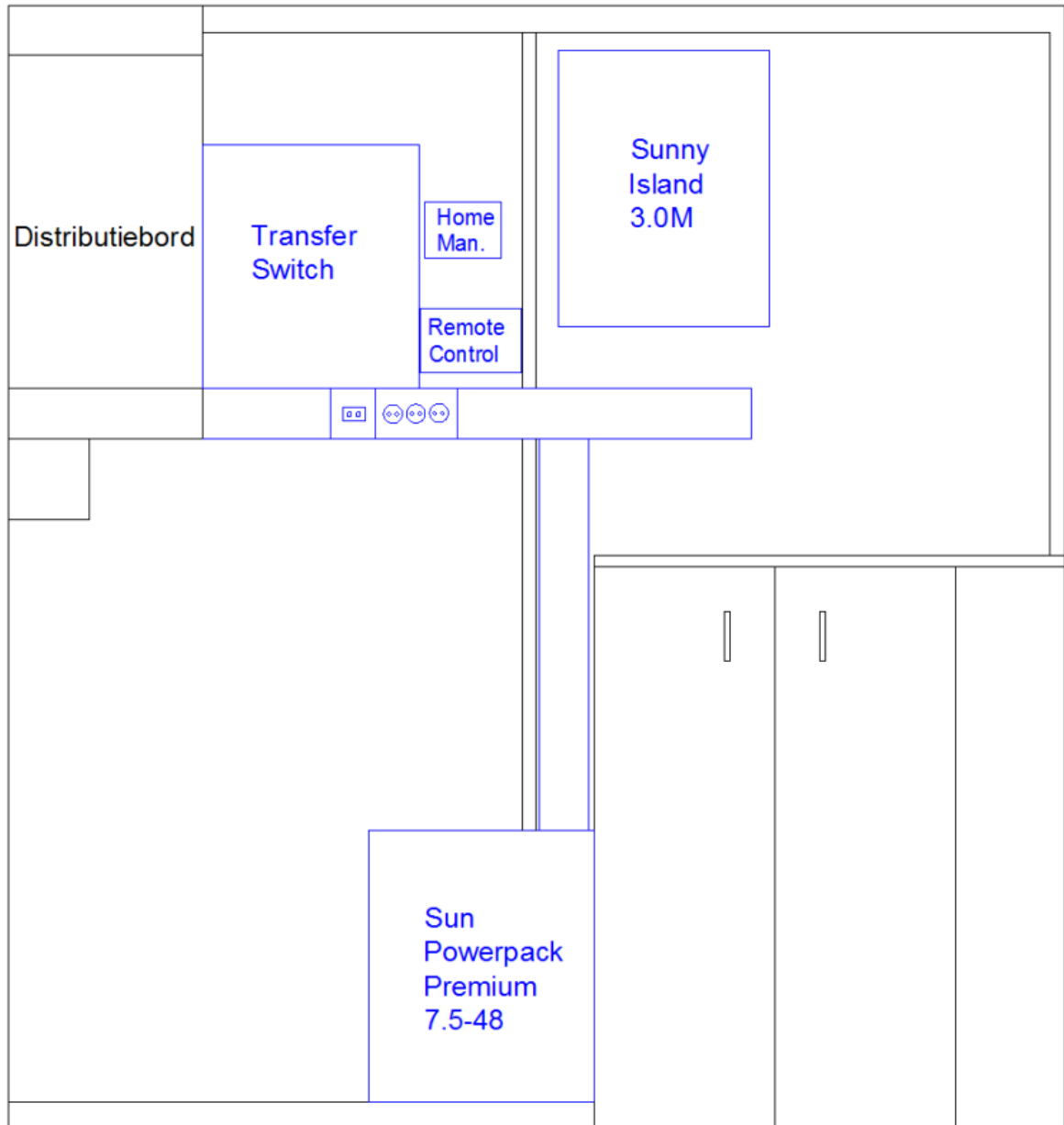
De installatie wordt geplaatst voor de verliesstroomschakelaar van 300 mA. Hierdoor kan men het verdeelbord afschakelen van het net en de batterijen.

De personenbeveiliging blijft gegarandeerd aangezien er zich in de omschakelinrichting 2 verliesstroomschakelaars bevinden, nl. van de netaansluiting en van de batterij. De omschakelinrichting zal ervoor zorgen dat de kantoorruimte nooit spanningsloos zal zijn. De gedetailleerde werking van deze omschakelinrichting bevindt zich in de voorstudie.

## 6.2.2 Situatieschema



### 6.2.3 Realisatieplan

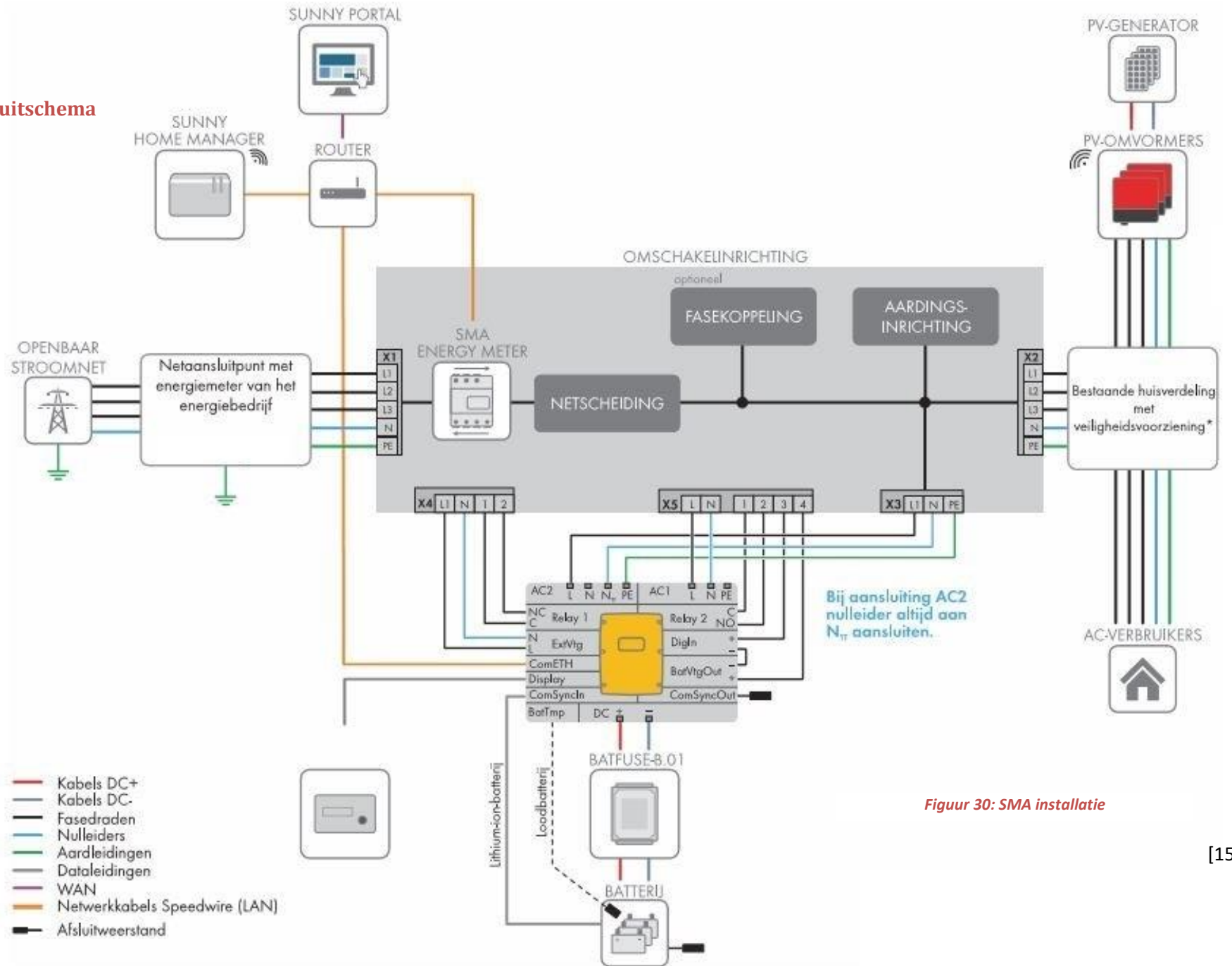


**Figuur 29: Realisatieplan**

De installatie is uitgevoerd volgens bovenstaand plan in kantoor 2. De objecten die reeds aanwezig waren worden voorgesteld in het zwart. Links bovenaan bevindt zich het distributiebord en rechts onderaan een kast.

Alle aanpassingen t.o.v. de oorspronkelijke situatie worden in het blauw getekend op het bovenstaand plan.

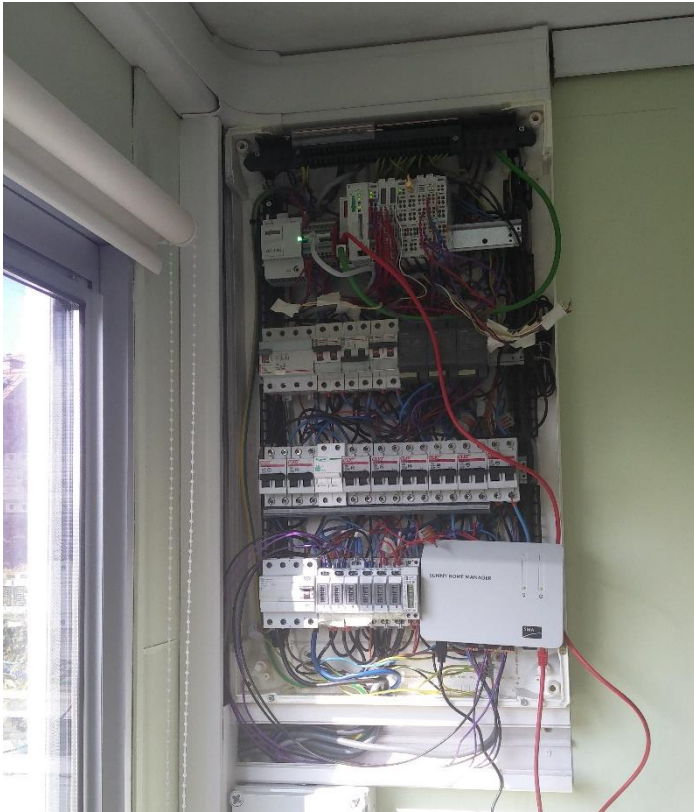
## 6.2.4 Aansluitschema



Figuur 30: SMA installatie



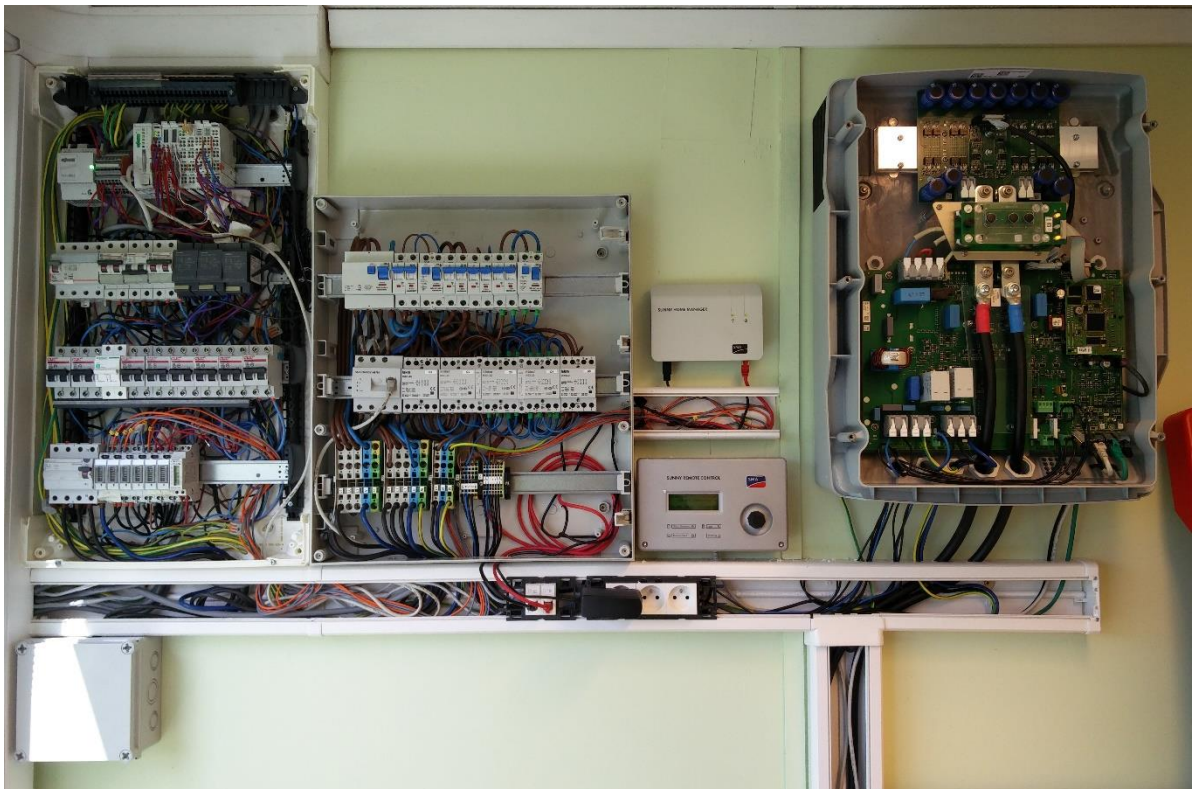
## 6.2.5 Uitvoering



Figuur 31 illustreert de beginsituatie. Enkel de eerste testopstelling is toegevoegd aan de verdeelkast. Na het uitvoeren van mijn testen kon het echte werk beginnen.

*Figuur 31: Testopstelling 1*

Figuur 32 geeft een beeld van de installatie nadat alles aan de wand van de container is bevestigd en alles is aangesloten volgens de schema's die zich op de vorige pagina's bevinden.



*Figuur 32: De uitvoering*

Toen de schakeling voor de eerste keer getest werd, deed er zich een probleem voor. Als je de installatie enkel via het net aanstuurde, was er geen probleem. Als je ze enkel aanstuurde via het batterijsysteem, was er geen probleem. Wanneer je ze gelijktijdig inschakelde, viel de container zonder spanning aangezien beveiligingen in de omschakelinrichting en de huisinstallatie in werking traden. Het probleem ontstond iedere keer als de contactor Q4 inschakelde. De 3 fasige spanning die toekomt in de container was aangesloten op klemmenstrook X1. De elektriciteitskast was enkelfasig uitgevoerd. Als er een eenfasige spanning toekomt op de omschakelinrichting, heeft de contactor Q4 tot doel de 3 lijndraden met elkaar te verbinden. Hierdoor kan men op de klemmenstrook eender welke zwarte klem gebruiken om een enkelfasige spanning te verkrijgen. Aangezien ik in eerste instantie de 3 fasige spanning had doorverbonden en ook Q4 gebruikte, omdat de verdeelkast eenfasig was uitgevoerd, maakte ik een kortsluiting iedere keer dat contactor Q4 inschakelde. Nadat deze fout werd rechtgezet werkte deze installatie zoals verwacht en kon de afwerking beginnen.

Hieronder staat een afbeelding van de afgewerkte installatie.

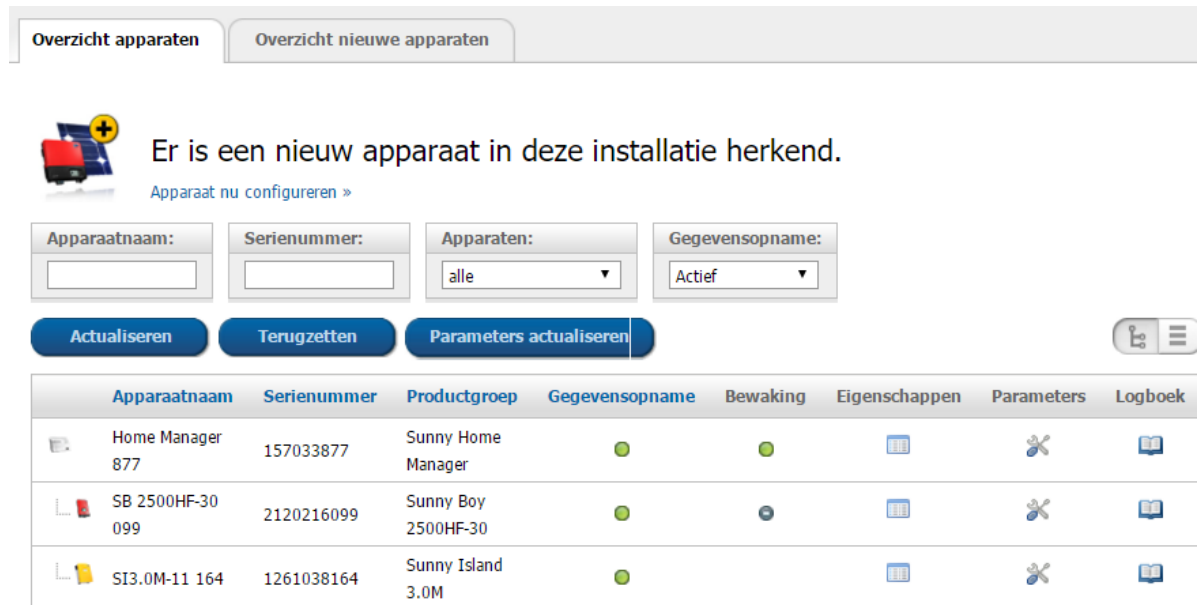


*Figuur 33: Afgewerkte installatie*


## 6.2.6 Resultaten op Sunny Portal

### 6.2.6.1 Configuratie

Nadat alles geïnstalleerd is moet je op Sunny Portal alle componenten toevoegen aan de installatie. Als je op het rechtse tabblad klikt (overzicht nieuwe apparaten), zal Sunny Portal zoeken naar nieuwe apparaten. Eens gevonden kan men deze toewijzen aan je account. Als deze toegevoegd zijn kan men de eigenschappen bekijken en de parameters aanpassen van deze toestellen. [25]












Overzicht apparaten    Overzicht nieuwe apparaten

 Er is een nieuw apparaat in deze installatie herkend.  
 Apparaat nu configureren >

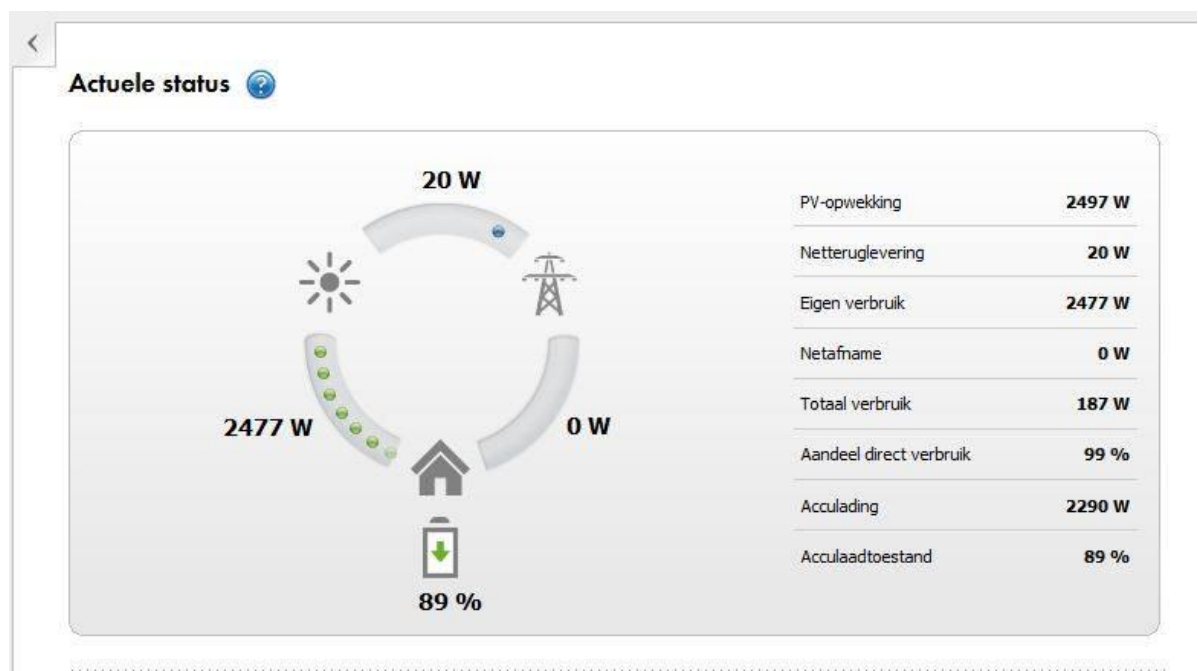
Apparaatnaam:     Serienummer:     Apparaten:     Gegevensopname:


Actualiseren    Terugzetten    Parameters actualiseren

Apparaatnaam	Serienummer	Productgroep	Gegevensopname	Bewaking	Eigenschappen	Parameters	Logboek
Home Manager 877	157033877	Sunny Home Manager	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>			
SB 2500HF-30 099	2120216099	Sunny Boy 2500HF-30	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: blue;">●</span>			
SI3.0M-11 164	1261038164	Sunny Island 3.0M	<span style="color: green;">●</span>				

*Figuur 34: Overzicht apparaten*

Je kan ook de actuele status opvragen van het systeem. Je kan op ieder moment zien hoeveel energie de batterij bevat. Je kan zien hoeveel netafname of netteruglevering er is en hoeveel PV opwekking er is. [26]



Actuele status 

20 W

2477 W

0 W

89 %

PV-opwekking	2497 W
Netteruglevering	20 W
Eigen verbruik	2477 W
Netafname	0 W
Totaal verbruik	187 W
Aandeel direct verbruik	99 %
Acculading	2290 W
Acculaadtoestand	89 %

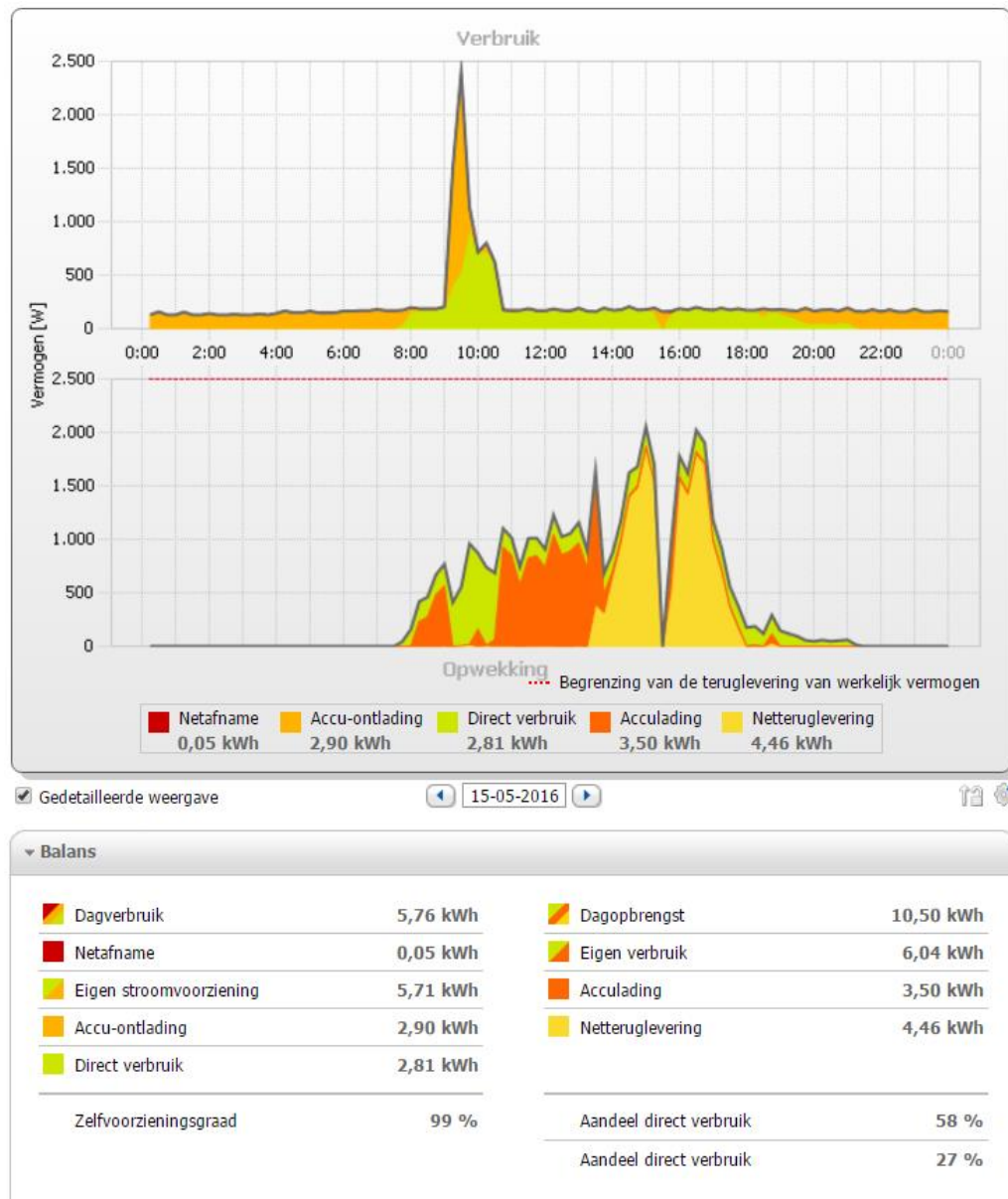
*Figuur 35: Actuele status*

<sup>25</sup> <https://www.sunnyportal.com/Templates/DeviceProperties.aspx>

<sup>26</sup> <https://www.sunnyportal.com/FixedPages/HoManLive.aspx>

### 6.2.6.2 Energiebalans met netteruglevering

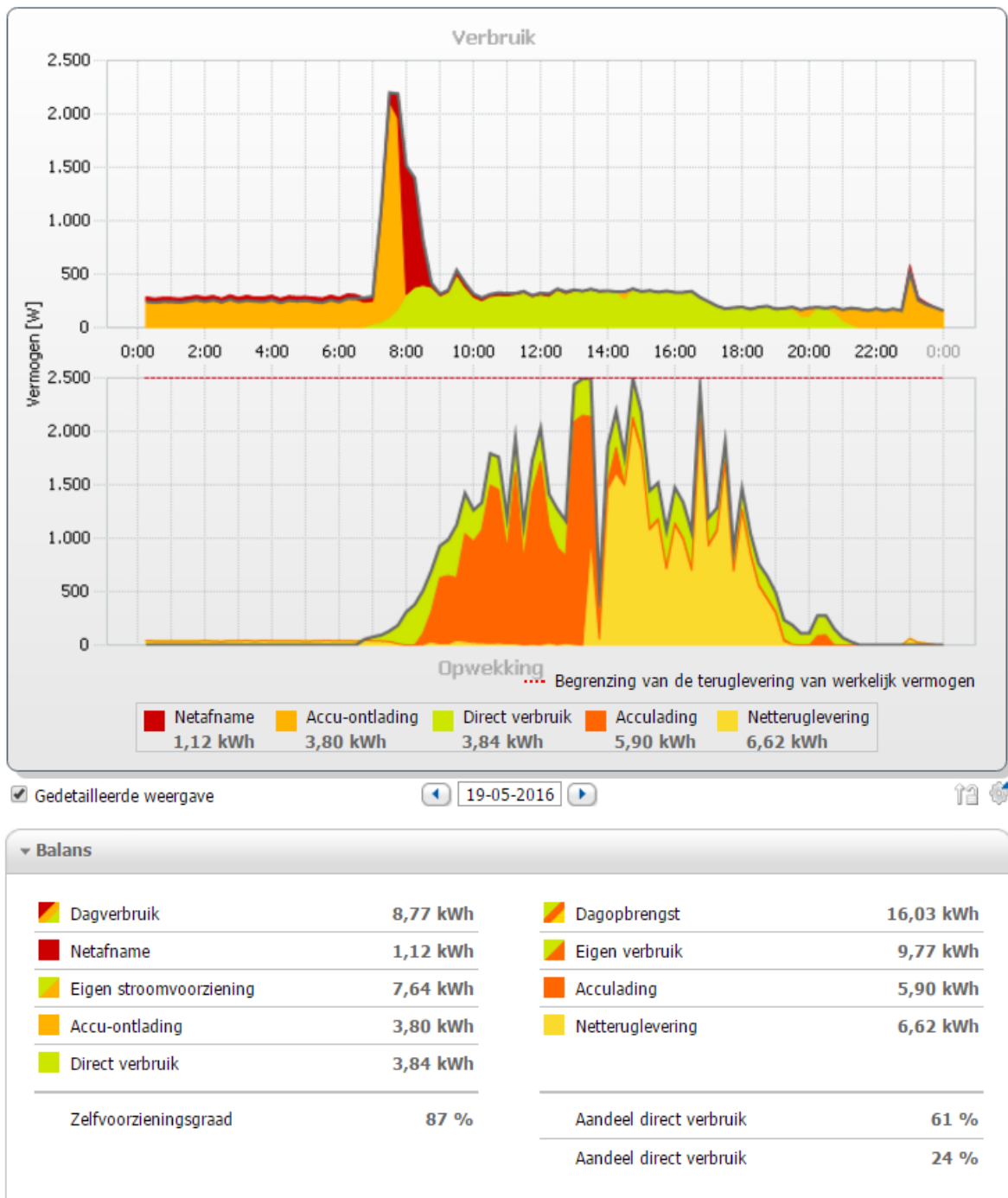
De energiebalans kan je opvragen over verschillende periodes. Dit kan actueel, dagelijks, maandelijks en jaarlijks. Onderstaande grafieken zijn op dagelijkse basis. [24]



**Figuur 36: Energiebalans met netteruglevering**

In bovenstaand verloop zien we dat de batterij ervoor zorgt dat we nagenoeg geen netafname hebben. De zelfvoorzieningsgraad is 99%. Deze wordt bepaald door de verhouding tussen eigen voorziening en dagverbruik. In de rechtse kolom zien we 2 keer aandeel direct verbruik. Het bovenste wordt bepaald door de verhouding tussen eigen verbruik en dagopbrengst en het onderste wordt bepaald door de verhouding tussen direct verbruik en de dagopbrengst. Als de zon begint te schijnen en als de zonnepanelen meer produceren dan dat we op dat moment verbruiken, worden de batterijen opgeladen. Als de energievraag van het kantoor groter is dan de PV-opbrengst, zal de batterij ontladen. Dit gebeurt in de figuur hierboven rond 9 uur. De netteruglevering staat op actief, eens de batterij volledig is opgeladen, zal de energie die geproduceerd wordt door de panelen terug geleverd worden naar het net. Als het avond wordt, zal de batterij zich terug ontladen en de verbruikers voeden.

### 6.2.6.3 Netafname als de batterij leeg is

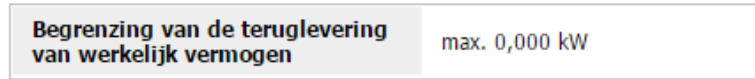


**Figuur 37: Netafname bij lege batterij**

De batterij ontladde zich op 18 mei vanaf 's avonds tot 19 mei 's morgens rond 8 uur. De batterij is leeg en kan dus geen energie meer leveren aan de installatie. Je kan zien dat het net inschakelt op het moment dat er energietekort is. De batterij laadt nadien terug op. In de namiddag rond 14 uur is de batterij terug opgeladen. Alle energie die de rest van de dag geproduceerd wordt, steken we terug op het net.

#### 6.2.6.4 Geen netteruglevering

Op Sunny Portal kan je in het linkse tabblad kiezen voor installatie-eigenschappen. Bij de parameters kan een begrenzing van de teruglevering van het werkelijk vermogen ingesteld worden.

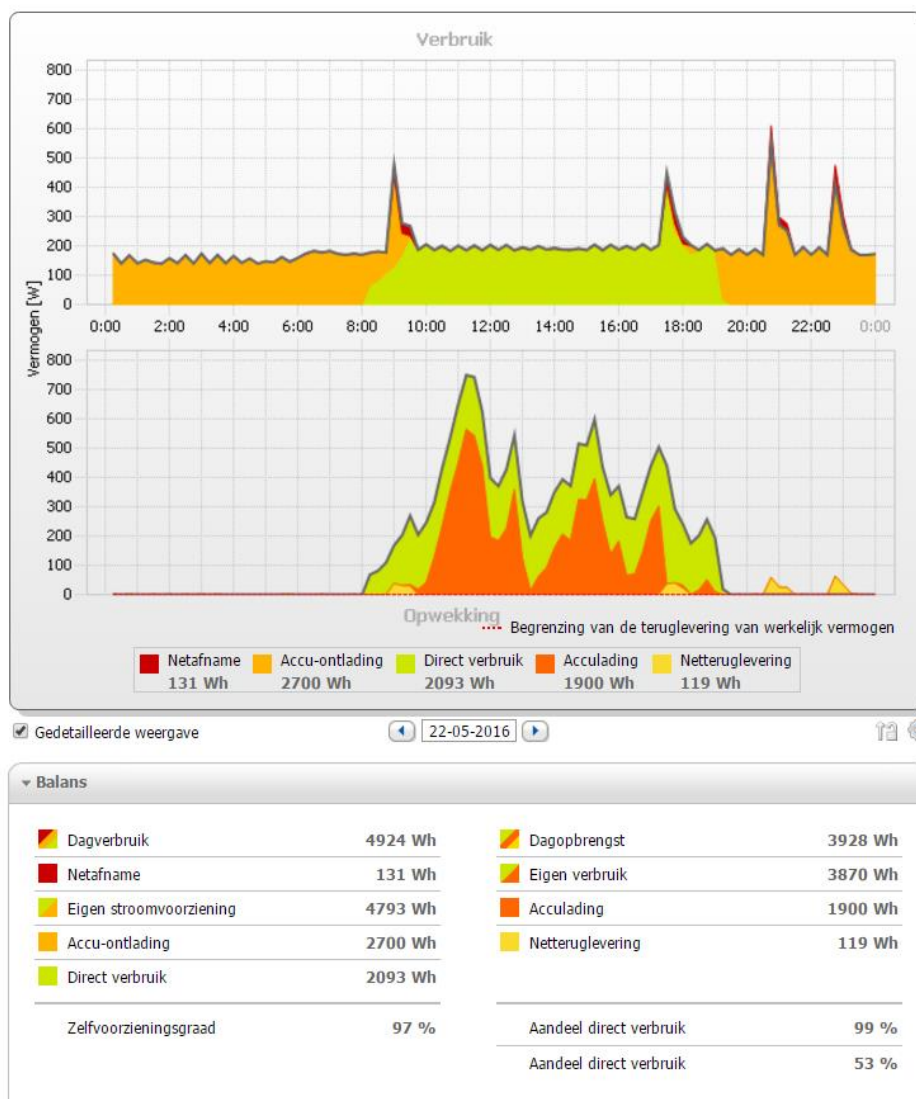


Figuur 38: Begrenzing instellen

In onderstaand dagverloop zie je dat er zo goed als geen netteruglevering is. Rond 9 uur zie je dat er 30W wordt terug geleverd naar het net. Dit werd ook vermeld op Sunny Portal:

*\*\*Ondanks zero export is het mogelijk dat door de reguliere cyclustijden een onvermijdbare resthoeveelheid aan energie aan het openbare stroomnet wordt teruggeleverd. [27]*

Omdat er nagenoeg geen netafname en geen netteruglevering is, is de zelfvoorzieningsgraad gestegen naar 97 % en het aandeel direct verbruik naar 99%.

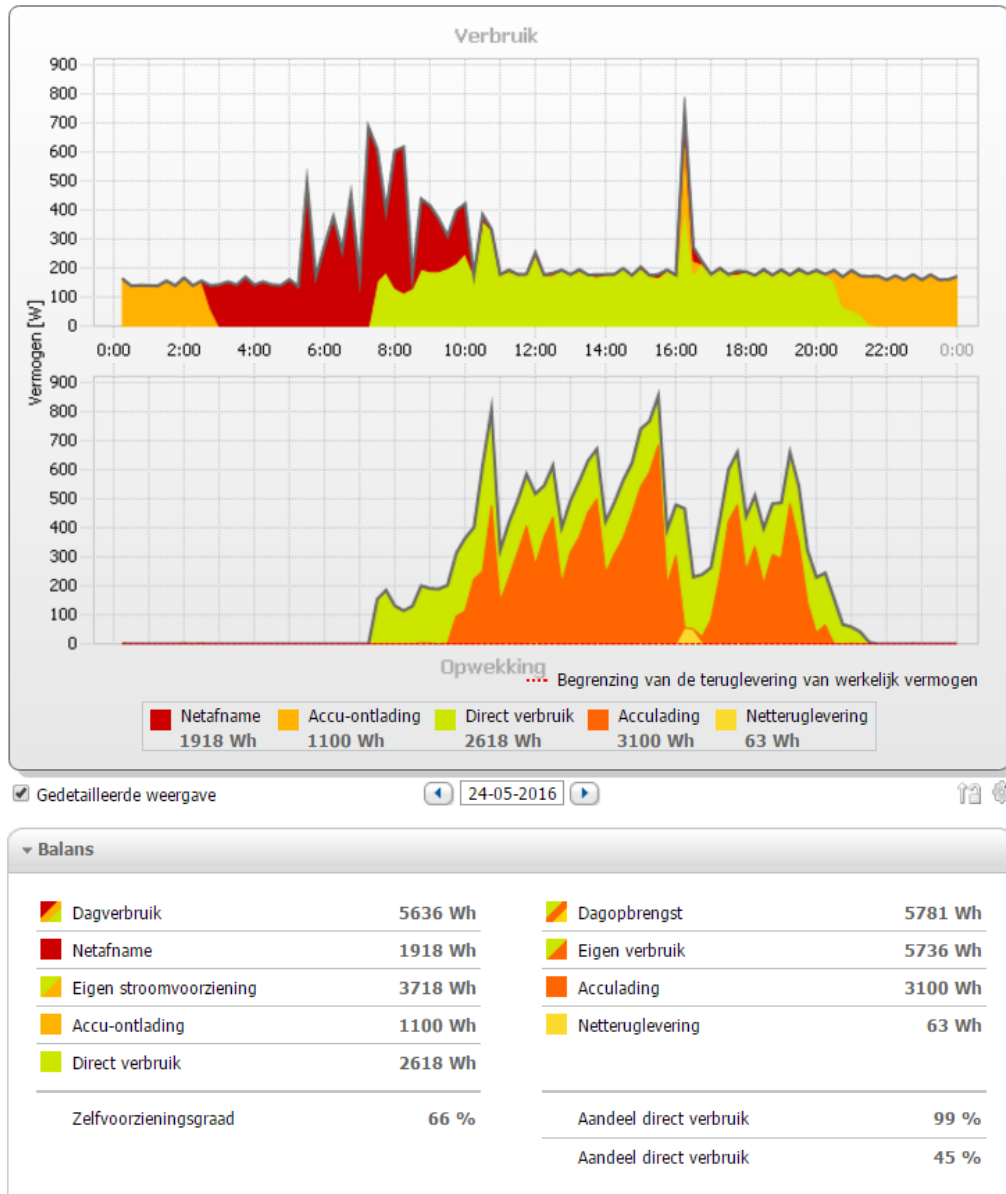


Figuur 39: Geen netteruglevering

<sup>27</sup> <https://www.sunnyportal.com/Templates/PlantFormulaConfiguration.aspx>

### 6.2.6.5 Netafname bij lege batterij

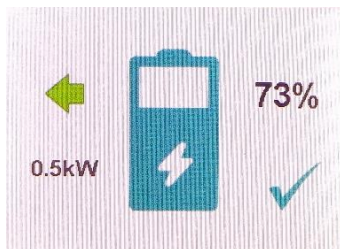
In onderstaande grafiek zie je dat vanaf 3 uur 's nachts de kantoren terug worden gevoed uit het net. De lading van de batterij is te laag en het net zal nu dienen als noodstroomgenerator. De oorzaak dat de batterij onvoldoende lading bevat is dat er de afgelopen dagen minder goed weer was. Gedurende de 2 vorige dagen was er meer accu-ontlading dan acculading.



Figuur 40: Netafname bij lege accu

## 6.2.7 Hoppecke batterij beheer

Het menu van het batterij management systeem bevat 4 verschillende schermen. Deze worden hieronder kort toegelicht.



Figuur 41: Scherm 1

In rusttoestand is het display niet actief. Als we op het knopje rechtsonder het display drukken, kunnen we scrollen door de menu's. In het eerste scherm heb je een visuele voorstelling van de batterij met een procentuele voorstelling van de aanwezige lading. Door middel van de pijl zie je of er vermogen geleverd wordt aan de installatie of dat de batterij vermogen opneemt. In dit geval is de batterij voor 73 % opgeladen en levert hij 0.5 kW aan de installatie.



Figuur 42: Scherm 2

In het 2<sup>de</sup> scherm zie je de systeem-eigenschappen.

Hieronder worden de afkortingen toegelicht.

SN SYS: serienummer batterijsysteem

SN BMS: serienummer van het batterij management systeem (BMS)

HW Rev: hardware versie van het BMS

SW Rev: software versie van het BMS

WR: geconfigureerde inverter

Rechts zie je de nominale spanning en nominale capaciteit van het systeem

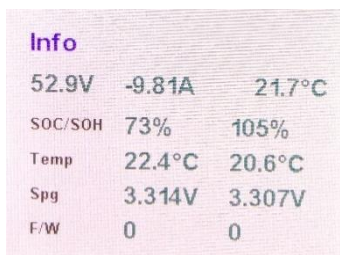


Figuur 43: Scherm 3

In het 3<sup>de</sup> scherm zie je de statistieken. Deze statistieken starten bij de inbedrijfstelling van het batterijsysteem.

De batterij heeft in totaal 22,2 kWh zonne-energie opgenomen en 23,8 kWh afgegeven aan de installatie.

Zyklen is Duits voor cycli, de batterij heeft 1 cycli doorlopen.



Figuur 44: Scherm 4

In het 4<sup>de</sup> scherm zie je de ogenblikkelijke waarden van de installatie.

In de eerste rij zie je de batterijspanning, -stroom en -temperatuur.

De batterijstroom is negatief, dit is omdat de batterij ontladend.

SOC staat voor laadtoestand, de batterij is voor 73 % opgeladen.

SOH staat voor de gezondheidstoestand van de batterij, deze wordt door de ontwerper van het BMS bepaald en zal in de loop der jaren afnemen. Het kan bepaald worden door één of meerdere van volgende factoren: interne batterijweerstand, spanning, capaciteit of zelf-ontlading van de batterij. Bij deze nieuwe batterij staat de SOH op 105 %.

Bij Temp wordt de maximum en de minimum cel temperatuur getoond. De cel temperatuur moet liggen tussen de 20,6 °C en 22,4 °C.

Spg geeft de waarde weer van de maximale en minimale celspanning.

F wordt gebruikt voor een error en W voor een waarschuwing.

In geval van een waarschuwing/fout kan men de betekenis van de foutcode opzoeken in de Hoppecke handleiding.



### 6.2.8 Sunny Remote Control

Als de Sunny Island is ingeschakeld, worden de gegevens van de batterij en de Sunny Island weergegeven op de remote control. Het systeem in- en uitschakelen doe je door gedurende 3 seconden op de draai-druktoets te duwen. Dan kom je terecht in onderstaand scherm. De batterij is aan het opladen. In dit geval wordt er 2,2 kW naar de batterij gestuurd, dit zie je aan het minteken en hij geeft ook geen energie af aan de verbruikers. De batterij is voor 98% opgeladen. Rechts bovenaan zie je M1, dit wil zeggen dat de Remote Control gekoppeld is aan de master. Onder de M1 staan 3 symbolen. Het eerste symbool stelt de aanwezigheid van een SD kaart voor. De 2 rechtse bollen stellen de toestand van relais 1 en 2 voor van de Sunny Island. De bollen worden opgevuld als de relais schakelt. Onderaan wordt de tijd weergegeven.



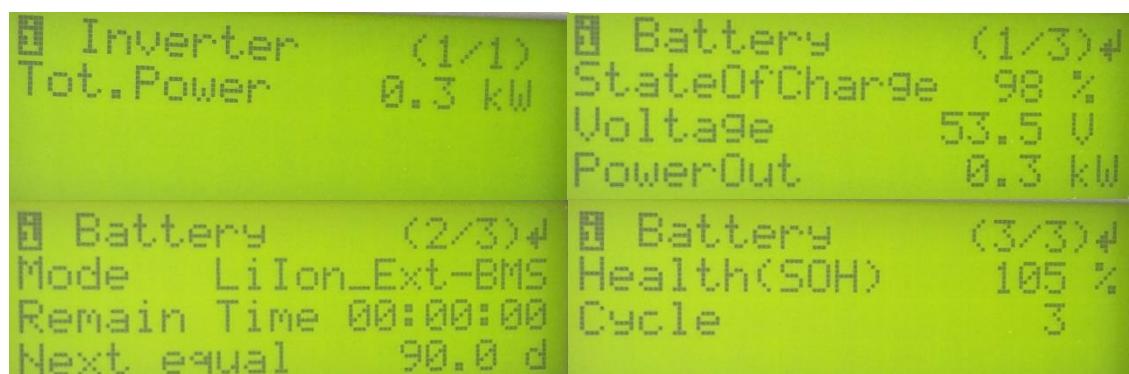
*Figuur 45: Scherm 1 opladen*

Als de batterij zich ontlad over de installatie, zie je onderstaand scherm op de Remote control. De pijlen illustreren mooi de richting van de energiestroom. Er wordt 300 W van de batterijen naar de belasting gestuurd.



*Figuur 46: Scherm 1 ontladen*

Door aan de draai-drukknop te draaien kunnen we door het menu scrollen van de Remote Control. Het volgende scherm toont de gegevens van de inverter en de batterij. In het scherm van de inverter zie je dat het totaal geïnverteerd vermogen 300 W bedraagt. Dit wordt op dagelijkse basis bijgehouden. Vervolgens worden er 3 schermen met batterijgegevens weergegeven.



*Figuur 47: Scherm 2 t.e.m. 5*

```

Grid (1/1)
Power -0.4 kW
Voltage 243.9 V
Frequency 50.0 Hz

```

*Figuur 48: Scherm 6*

Het volgende scherm geeft info weer over het net. Deze foto is genomen om 14 uur. De batterijen waren opgeladen en de netteruglevering was ingeschakeld.

Er werd 400 W terug op het net gestoken.

De netspanning bedraagt 243,9V en heeft een frequentie van 50Hz.

```

Grid Cnsmptn(1/1)
Power 0.0 kW
Energy 110 kWh

```

*Figuur 49: Scherm 7*

In totaal heeft het systeem 110 kWh van het net opgenomen.

```

Grid Feed (1/1)
Power 0.0 kW
Energy 220 kWh

```

*Figuur 50: Scherm 8*

Het systeem heeft 220 kWh terug op het net gestoken.

```

Loads (1/1)
Power 0.3 kW
Energy 27 kWh
ConState Grid

```

*Figuur 51: Scherm 9*

De installatie wordt gevoed door de batterij en vraagt 300 W. In totaal heeft de batterij 27 kWh afgegeven aan de installatie.

```

System (1/1)
Type 1Phase1

```

*Figuur 52: Scherm 10*

Het systeem is enkelfasig ingesteld.

```

Time (1/1)
Date 19.05.2016
Time 14:01:09

```

*Figuur 53: Scherm 11*

Volgend scherm is een scherm met de datum en de tijd.

```

Identity (1/1)
Serial No.1261038164
Firmware 3.208

```

*Figuur 54: Scherm 12*

In het laatste scherm kan je het serienummer en de firmware versie terugvinden.

## 7 Verbruiksprofiel:

### 7.1 Meetgegevens

!Onderstaande gegevens worden uitgedrukt in kWh

Datum	Meting 's ochtends			Meting namiddag			Berekening kantooruren			Berekening stand-by			Dag + nacht		
	Gehele installatie		PV opwekking	Gehele installatie		PV opwekking	Gehele installatie		PV opwekking	Gehele installatie		PV opwekking	Netafname	Dagopbrengst	Netteruglevering
	Verbruik	Winst	Winst	Verbruik	Winst	Winst	Verbruik	Winst	Winst	Verbruik	Winst	Winst			
09-feb-16	2632,9	3697,6	4972,5	2636,2	3697,6	4973,6	3,3	0	1,1	4,4	0	0	7,7	1,1	0
10-feb-16	2640,6	3697,6	4973,6	2643,2	3698,6	4976,4	2,6	1	2,8	3,5	0	0	6,1	2,8	1
11-feb-16	2646,7	3698,6	4976,4	2647,7	3699,6	4980,3	1	1	3,9	5,3	0	0,2	6,3	4,1	1
12-feb-16	2653,0	3699,6	4980,5	2654,1	3704,9	4987,7	1,1	5,3	7,2				1,1	7,2	5,3
16-feb-16	2690,5	3710,7	4998,8	2691,5	3718,6	5009,5	1	7,9	10,7	8,4	0,3	0,5	9,4	11,2	8,2
17-feb-16	2699,9	3718,9	5010,0	2700,8	3726,6	5020,0	0,9	7,7	10	5,4	0,2	0,3	6,3	10,3	7,9
18-feb-16	2706,2	3726,8	5020,3	2708,6	3726,8	5023,1	2,4	0	2,8	6,9	0	0,2	9,3	3	0
19-feb-16	2715,5	3726,8	5023,3	2716,6	3732,8	5031,7	1,1	6	8,4				1,1	8,4	6
23-feb-16	2741,4	3734,7	5038,1	2750,4	3735,2	5042,2	9	0,5	4,1	9	0	0,1	18	4,2	0,5
24-feb-16	2759,4	3735,2	5042,3	2766,8	3736,4	5049,3	7,4	1,2	7	10	0	0,5	17,4	7,5	1,2
25-feb-16	2776,8	3736,4	5049,8	2781,7	3738,4	5056,8	4,9	2	7	15	0	0,2	19,9	7,2	2
26-feb-16	2796,7	3738,4	5057,0	2806,5	3738,4	5060,9	9,8	0	3,9				9,8	3,9	0
01-mrt-16	2868,8	3759,5	5097,8	2872,2	3759,8	5099,9	3,4	0,3	2,1	7,1	0	0,1	10,5	2,2	0,3
02-mrt-16	2879,3	3759,8	5100,0	2882,1	3762,9	5105,2	2,8	3,1	5,2	6,7	0,1	0,4	9,5	5,6	3,2
03-mrt-16	2888,8	3763,0	5105,6	2892,1	3766,7	5111,8	3,3	3,7	6,2	6,1	0,4	0,6	9,4	6,8	4,1

Bovenstaande metingen zijn de meterstanden van de kantoorruimte. Deze werden dagelijks opgenomen.

Tabel 1: Meetgegevens 09/02-03/03

Dit gebeurde 's morgens om 8 uur en 's avonds rond 16.30 uur. De kantooruren bevinden zich tussen deze 2 tijdstippen. Het stand-by verbruik start om 16.30 uur en eindigt de volgende werkdag om 8 uur. Naast de tabel bevinden zich 3 kolommen, hierin is de som gemaakt van de kantooruren en de stand-by metingen.

Het doel van deze metingen is nagaan hoeveel het kantoor effectief verbruikt en hierin een profiel te schetsen. In deze periode was het buiten koud en was er weinig zon. Als je de netafname bekijkt t.o.v. de PV-dagopbrengst, zie je dat er maar enkele dagen meer elektriciteit wordt opgewekt dan dat er verbruikt wordt.

De 3<sup>de</sup> week gaat het verbruik de hoogte in, dit komt omdat de ruimtes dan verwarmd werden door de warmtepomp i.p.v. de palletkachel. Als je de netafname bekijkt, kun je concluderen dat een batterijpack van 10 kWh voldoende kan zijn om het verbruik te dekken, afgezien van enkele hogere netafnames.

Maar rekening houdend met de kostprijs van deze batterijen, zal toch gekozen worden voor een batterijpack van 7,5 kWh.

04-mrt-16	2898,2	3767,1	5112,4	2902,0	3767,1	5112,6	3,8	0	0,2				3,8	0,2	0
08-mrt-16	2940,9	3767,1	5113,3	2947,1	3767,1	5113,6	6,2	0	0,3	4,4	0	0	10,6	0,3	0
09-mrt-16	2951,5	3767,1	5113,6	2961,7	3767,1	5113,8	10,2	0	0,2	6,5	0	0	16,7	0,2	0
10-mrt-16	2968,2	3767,1	5113,8	2969,3	3767,1	5114,0	1,1	0	0,2				1,1	0,2	0
15-mrt-16	2997,0	3814,8	5171,9	2997,7	3821,3	5180,2	0,7	6,5	8,3	3,9	0	0,1	4,6	8,4	6,5
16-mrt-16	3001,6	3821,3	5180,3	3004,1	3821,3	5180,5	2,5	0	0,2	8,4	0	0,1	10,9	0,3	0
17-mrt-16	3012,5	3821,3	5180,6	3013,6	3821,3	5180,8	1,1	0	0,2	6,7	0	0,1	7,8	0,3	0
18-mrt-16	3020,3	3821,3	5180,9	3023,9	3823,1	5184,2	3,6	1,8	3,3				3,6	3,3	1,8

Tabel 2: Meetgegevens 04/03-18/03

Op 4 maart was de Home Manager geleverd en konden de testen hiermee beginnen.

Iedere keer als de Home Manager actief was produceerden de panelen geen vermogen meer. Als de Home Manager uitgeschakeld was, produceerden de panelen terug het verwachte vermogen.

De oorzaak was een instelling op Sunny Portal. Er was een beperking ingesteld van het vermogen van de omvormer.

Toen dit was aangepast op Sunny Portal, vielen de metingen terug in het verwachte patroon.

Vanaf 22 maart worden alle gegevens bijgehouden op het Sunny Portal account. Hierdoor zijn er meer en nauwkeurigere meetgegevens beschikbaar.

De meterstanden kunnen via deze weg ook bijgehouden worden op dagen dat ik niet aanwezig ben. Onderstaande gegevens worden uitgedrukt in kWh.

Datum	Dagverbruik	Netafname	Eigen stroomvoorziening	Zelfvoorzieningsgraad	Dagopbrengst	Eigen verbruik	Netteruglevering	Aandeel eigen verbruik
22-mrt-16	5,81	1,85	3,96	68%	10,00	3,96	6,04	40%
23-mrt-16	7,32	4,19	3,13	43%	4,25	3,13	1,12	74%
24-mrt-16	12,40	8,48	3,92	32%	3,95	3,92	0,03	99%
25-mrt-16	9,95	6,15	3,80	38%	9,67	3,80	5,87	39%
26-mrt-16	8,26	6,21	2,05	25%	10,94	2,05	8,89	19%
27-mrt-16	4,09	2,31	1,78	44%	11,73	1,78	9,95	15%
28-mrt-16	9,17	6,33	2,84	31%	8,54	2,84	5,69	33%
29-mrt-16	7,57	5,24	2,33	31%	11,37	2,33	9,04	20%
30-mrt-16	6,71	4,41	2,31	34%	8,96	2,31	6,65	26%
31-mrt-16	7,99	6,18	1,82	23%	4,64	1,82	2,82	39%
01-apr-16	6,36	4,52	1,84	29%	13,58	1,84	11,74	14%
02-apr-16	3,55	1,94	1,61	45%	6,98	1,61	5,37	23%
03-apr-16	3,99	2,46	1,53	38%	11,68	1,53	10,15	13%
04-apr-16	5,64	3,36	2,28	40%	8,58	2,28	6,30	27%
05-apr-16	9,11	5,04	4,07	45%	9,50	4,07	5,43	43%

Tabel 3: Meetgegevens 22/03-05/04

Datum	Dagverbruik	Netafname	Eigen stroomvoorziening	Zelfvoorzieningsgraad	Dagopbrengst	Eigen verbruik	Netteruglevering	Aandeel eigen verbruik
06-apr-16	13,84	9,34	4,50	33%	6,58	4,50	2,08	68%
07-apr-16	18,20	10,71	7,49	41%	11,43	7,49	3,94	66%
08-apr-16	12,26	8,56	3,70	30%	10,03	3,70	6,33	37%
09-apr-16	4,48	2,15	2,33	52%	13,80	2,33	11,47	17%
10-apr-16	4,38	2,32	2,06	47%	15,58	2,06	13,52	13%
11-apr-16	7,10	4,11	2,99	42%	12,34	2,99	9,35	24%
12-apr-16	6,56	3,53	3,03	46%	13,58	3,03	10,55	22%
13-apr-16	15,40	10,48	4,92	32%	6,59	4,92	1,67	75%
14-apr-16	14,40	9,27	5,13	36%	13,50	5,13	8,37	38%
15-apr-16	11,61	7,33	4,28	37%	11,08	4,28	6,80	39%
16-apr-16	5,84	2,83	3,02	52%	8,53	3,02	5,52	35%
17-apr-16	6,82	4,44	2,38	35%	11,03	2,38	8,65	22%
18-apr-16	15,21	10,45	4,76	31%	11,60	4,76	6,84	41%
19-apr-16	16,16	10,75	5,41	33%	12,39	5,41	6,98	44%
20-apr-16	18,34	15,64	2,70	15%	10,33	2,70	7,63	26%
21-apr-16	8,67	4,19	4,48	52%	14,46	4,48	9,98	31%
22-apr-16	9,50	5,75	3,75	39%	9,23	3,75	5,48	41%
23-apr-16	6,81	4,16	2,65	39%	12,43	2,65	9,78	21%
24-apr-16	9,59	7,22	2,37	25%	10,57	2,37	8,20	22%
25-apr-16	13,26	10,32	2,94	22%	6,53	2,94	3,59	45%
26-apr-16	14,83	10,80	4,03	27%	7,51	4,03	3,48	54%
28-apr-16	17,56	11,35	6,21	35%	6,25	6,21	0,04	99%
29-apr-16	16,16	11,40	4,76	29%	4,77	4,76	0,01	100%
30-apr-16	7,16	3,42	3,66	51%	3,66	3,66	0,03	100%
01-mei-16	6,32	4,35	1,97	31%	10,66	1,97	8,69	18%
02-mei-16	11,05	7,33	3,72	34%	14,64	3,72	10,92	25%
03-mei-16	8,13	4,46	3,67	45%	18,73	3,67	15,06	20%
04-mei-16	9,16	5,33	3,83	42%	14,96	3,83	11,13	26%
05-mei-16	7,10	5,01	2,09	29%	13,57	2,09	11,48	15%
06-mei-16	5,40	3,02	2,38	44%	18,12	2,38	15,74	13%
07-mei-16	4,34	1,75	2,59	60%	19,28	2,59	16,69	13%
08-mei-16	4,12	1,75	2,37	58%	20,25	2,37	17,88	12%
09-mei-16	8,55	2,76	5,79	68%	15,64	5,79	9,85	37%
10-mei-16	6,81	3,24	3,57	52%	10,59	3,57	7,02	34%
11-mei-16	6,93	4,06	2,87	41%	10,58	2,87	7,71	27%
12-mei-16	6,21	2,41	3,80	61%	15,88	3,80	12,08	24%

**Tabel 4:**  
**Meetgegevens**  
**06/04-12/05**

Vanaf 13 mei werd de batterijpack actief. Hierdoor verkregen we op Sunny Portal extra meetgegevens zoals de laad- en ontladgegevens van de accu. Vanaf 22 mei is de netteruglevering uitgeschakeld.

Datum	Dagverbruik	Netafname	Eigen stroomvoorziening	Zelfvoorzieningsgraad	Dagopbrengst	Eigen verbruik	Netteruglevering	Aandeel eigen verbruik	Direct verbruik	Acculading	Accu- ontlading	Aandeel direct verbruik
13-mei-16	7,43	1,63	5,80	78%	19,87	9,40	10,47	47%	5,20	4,20	0,60	26%
14-mei-16	4,81	0,07	4,74	99%	13,41	5,28	8,13	39%	2,54	2,80	2,20	19%
15-mei-16	5,76	0,05	5,71	99%	10,50	6,04	4,46	58%	2,81	3,50	2,90	27%
16-mei-16	7,86	1,05	6,81	87%	14,63	8,07	6,56	55%	2,31	5,80	4,50	16%
17-mei-16	11,40	0,58	10,82	95%	10,43	10,11	0,54	97%	5,22	4,90	5,60	50%
18-mei-16	12,61	3,18	9,43	75%	11,02	10,36	0,86	94%	5,43	5,30	4,00	49%
19-mei-16	8,77	1,12	7,65	87%	16,03	9,77	6,62	61%	3,84	5,90	3,80	24%
20-mei-16	10,23	0,34	9,89	97%	11,90	10,88	1,16	91%	4,99	5,90	4,90	42%
21-mei-16	5,19	0,18	5,01	97%	14,73	5,30	9,43	36%	2,81	2,70	2,20	19%
22-mei-16	4,92	0,13	4,79	97%	3,93	3,87	0,12	99%	2,09	1,90	2,70	53%
23-mei-16	10,18	0,66	9,52	94%	6,65	6,51	0,19	98%	4,72	2,00	4,80	71%
24-mei-16	5,64	1,92	3,72	66%	5,78	5,74	0,06	99%	2,62	3,10	1,10	45%
25-mei-16	4,86	0,11	4,75	98%	8,75	8,69	0,09	99%	2,55	6,20	2,20	29%
26-mei-16	4,75	0,07	4,68	99%	5,80	5,77	0,04	99%	1,98	3,80	2,70	34%

Tabel 5: Meetgegevens 13/05-26/05

## 7.2 Besluiten:

Als we deze gegevens bekijken vanaf het begin van de stage tot de 26<sup>ste</sup> mei, zien we dat naargelang de tijd vordert en het buiten mooier weer wordt, dat de netafname daalt en de PV installatie meer energie opwekt. De netafname daalt omdat de temperatuur stijgt en dus moet de warmtepomp minder verwarmen. Tevens zal de verlichting minder lang branden aangezien er meer lichtinval is van buitenaf.

Vanaf het moment dat de batterijpack actief is zien we dat het gemiddelde van de zelfvoorzieningsgraad is gestegen van 39 % naar 90 %. Het direct verbruik is gestegen van gemiddeld 37 % naar 77 % sinds de batterijpack aanwezig is. De gemiddeldes zijn berekend via Excel.

Sinds de batterijpack aanwezig is, is er enkel netafname als de batterijen volledig ontladen zijn. De batterijen zorgen vanaf nu voor de energievoorziening van de kantoren. Op 25 mei heeft de batterijpack zijn grootste hoeveelheid lading opgeslagen nl. 6,2 kWh. Dit wil zeggen dat de batterij, met een opslagcapaciteit van 7,5 kWh, voor 83 % was ontladen.

## 8 Investeringsanalyse

### 8.1 Kantoorgebouwen

#### Deel 1: de investering

In deze analyse wordt ervan uitgegaan dat alles nieuw is aangekocht.

Investering	Eenheid	Eenheidsprijs	Kostprijs
<i>Sunny Island 3.0M</i>	1	€ 1.994,40	€ 1.994,40
<i>Remote Control Sunny Island</i>	1	€ 207,30	€ 207,30
<i>Speedwire module SWDMSI</i>	1	€ 153,80	€ 153,80
<i>Sunny Home Manager Bluetooth</i>	1	€ 262,11	€ 262,11
<i>Zonnepanelen</i>	14	€ 200,00	€ 2.800,00
<i>Sunny boy omvormer</i>	1	€ 1.119,00	€ 1.119,00
<i>Energy Meter 3F</i>	1	€ 271,64	€ 271,64
<i>Automatic Transfer Switch 1PH</i>	1	€ 627,31	€ 627,31
<i>Sun Powerpack Premium 7.5-48</i>	1	€ 6.786,23	€ 6.786,23
		<i>Totaal excl btw</i>	€ 14.221,79
		<i>Totaal incl btw</i>	€ 17.208,36

De KMO krijgt de btw terug, we rekenen verder met	€ 14.221,79
Belastingvoordeel via afschrijvingen <sup>28</sup>	€ 4.693,19
Netto kostprijs	€ 9.528,60

We rekenen verder met de netto kostprijs van € 9.528,60.

#### Deel 2: Kosten zonder investering

In onderstaande berekening gaan we ervan uit dat de kantooruimte enkel op het net is geconnecteerd. De kantoren hebben een jaarlijks verbruik van 1320 kWh.

De prijs per kWh is € 0,22. De te betalen som op de elektriciteitsfactuur is 1320 kWh x 0,22 €/ kWh.

De Turteltaks die sinds 1 maart '16 van kracht is wordt hieronder ook in rekening gebracht.

#### Kosten per jaar zonder het off-grid systeem

Omschrijving	Eenheid	Eenheidsprijs	Kostprijs
Netvergoeding Gaselwest <sup>29</sup> (omvormer 2,5 kW)	2,5	€ 113,03	€ 282,58
Elektriciteitsfactuur (verbruik + transport + heffingen)	1	€ 290,40	€ 290,40
Heffing op elektriciteit <sup>30</sup> (verbruik tot 5 MW)	1	€ 100,00	€ 100,00
		<i>Totaal incl btw</i>	€ 672,98

<sup>28</sup> Bepaling belastingvoordeel via afschrijvingen: bijlage 1

<sup>29</sup> Bepaling netvergoeding: bijlage 2

<sup>30</sup> Bepaling heffing op elektriciteit: bijlage 3

### Deel 3: Terugverdientijd enkel off-grid

Als we enkel off-grid werken, m.a.w. alle opgewekte energie door de zonnepanelen wordt opgeslagen en het net wordt nooit bijgeschakeld, moeten we onderstaande kosten niet betalen. We hebben dan een jaarlijkse besparing van € 672,98. De terugverdientijd bekomen we door een deling te maken tussen de investering en de besparing.

#### Kosten per jaar enkel off-grid

Omschrijving	Eenheid	Eenheidsprijs	Kostprijs	
Netvergoeding Gaselwest (omvormer 2,5 kW)	2,5	€ 0,00	€ 0,00	
Elektriciteitsfactuur (verbruik + transport + heffingen)	1	€ 0,00	€ 0,00	
Heffing op elektriciteit (verbruik tot 5 MW)	1	€ 0,00	€ 0,00	
			<i>Totaal incl btw</i>	€ 0,00
			<i>Besparing</i>	€ 672,98

Terugverdientijd volledig energievoorzienend → 14,16 jaar  
→ 15 jaar

### Deel 4: Terugverdientijd off-grid + gebruik net als noodstroomgenerator

Als we het net bijschakelen, brengen we de kosten van de elektriciteitsfactuur en de heffing op elektriciteit terug in rekening. De elektriciteitsfactuur wordt geschat op € 72,60 op jaarbasis. De netvergoeding wordt niet in rekening gebracht omdat we in deze situatie geen energie naar het net terugsturen. Als we wel zouden terugsturen, moet dit ook in rekening gebracht worden.

#### Kosten per jaar deels off-grid

Omschrijving	Eenheid	Eenheidsprijs	Kostprijs	
Netvergoeding Gaselwest (omvormer 2,5 kW)	2,5	€ 0,00	€ 0,00	
Elektriciteitsfactuur (verbruik + transport + heffingen)	1	€ 72,60	€ 72,60	
Heffing op elektriciteit (verbruik tot 5 MW)	1	€ 100,00	€ 100,00	
			<i>Totaal incl btw</i>	€ 172,60
			<i>Besparing</i>	€ 500,38

Terugverdientijd deels energievoorzienend → 19,04 jaar  
→ 19 jaar

In het geval van Ecofinity zijn de zonnepanelen en de PV-omvormer al aanwezig.

Deze moeten dus niet opnieuw worden aangekocht. Na een herberekening komt dit neer op:

Totale kost: € 10.302,79

Netto prijs: € 6.902,87

- Volledig off-grid: 10,26 jaar → 11 jaar
- Deels off-grid: 13,8 jaar → 14 jaar



## 8.2 Particuliere woningen

### Deel 1: de investering

In deze berekening stellen we dat een woning 4000 kWh verbruikt op jaarbasis. Hierbij hebben we een gemiddeld dagverbruik van 11 kWh. We plaatsen hier 2 batterijpacks van 7.5 kWh en 2 Sunny Islands. In deze analyse wordt ervan uitgegaan dat alles nieuw is aangekocht. Deze installatie is duurder dan degene van het kantoorgebouw. Dit komt omdat er dubbel zoveel zonnepanelen voorzien zijn alsook een 2<sup>de</sup> PV omvormer is toegevoegd aan de installatie. De batterijpack zal een grotere capaciteit moeten hebben aangezien een particuliere woning meer verbruikt dan het kantoorgebouw.

<b>Investering</b>			
<b>Omschrijving</b>	<b>Eenheid</b>	<b>Eenheidsprijs</b>	<b>Kostprijs</b>
<i>Sunny Island 3.0M</i>	2	€ 1.994,40	€ 3.988,80
<i>Remote Control Sunny Island</i>	1	€ 207,30	€ 207,30
<i>Speedwire module SWDMSI</i>	1	€ 153,80	€ 153,80
<i>Sunny Home Manager Bluetooth</i>	1	€ 262,11	€ 262,11
<i>Energy Meter 3F</i>	1	€ 271,64	€ 271,64
<i>Zonnepanelen</i>	28	€ 200,00	€ 5.600,00
<i>Sunny boy omvormer</i>	2	€ 1.119,00	€ 2.238,00
<i>Automatic Transfer Switch 1PH</i>	1	€ 627,31	€ 627,31
<i>Sun Powerpack Premium 7.5-48</i>	2	€ 6.786,23	€ 13.572,46
		<i>Totaal excl btw</i>	€ 26.921,42
		<i>Totaal incl btw</i>	€ 32.574,92

We rekenen verder met de kostprijs van € 32.921,42 aangezien een particulier de btw niet kan terugvorderen.

### Deel 2: Kosten zonder investering

In onderstaande berekening gaan we ervan uit dat de woning enkel op het net is geconnecteerd.

De woning heeft een jaarlijks verbruik van 4000 kWh. De prijs per kWh is € 0,22.

De te betalen som op de elektriciteitsfactuur is 4000 kWh x 0,22 €/ kWh = € 880.

De Turteltaks die sinds 1 maart '16 van kracht is wordt hieronder ook in rekening gebracht.

<b>Kosten per jaar zonder het off-grid systeem</b>			
<b>Omschrijving</b>	<b>Eenheid</b>	<b>Eenheidsprijs</b>	<b>Kostprijs</b>
Netvergoeding Gaselwest (omvormer 5 kW)	5	€ 113,03	€ 565,15
Elektriciteitsfactuur (verbruik + transport + heffingen)	1	€ 880,00	€ 880,00
Heffing op elektriciteit (verbruik tot 5 MW)	1	€ 100,00	€ 100,00
		<i>Totaal incl btw</i>	€ 1.545,15

### Deel 3: Terugverdientijd enkel off-grid

Als we enkel off-grid werken, m.a.w. alle energie wordt opgewekt door de zonnepanelen en wordt opgeslagen zodat het net nooit zal worden bijgeschakeld, moeten we onderstaande kosten niet betalen. We hebben dan een jaarlijkse besparing van € 1545,15. De terugverdientijd bekomen we door een deling te maken tussen de investering en de besparing.

#### Kosten per jaar enkel off-grid

Omschrijving	Eenheid	Eenheidsprijs	Kostprijs
Netvergoeding Gaselwest (omvormer 5 kW)	5	€ 0,00	€ 0,00
Elektriciteitsfactuur (verbruik + transport + heffingen)	1	€ 0,00	€ 0,00
Heffing op elektriciteit (verbruik tot 5 MW)	1	€ 0,00	€ 0,00
		<i>Totaal incl btw</i>	€ 0,00
		<i>Besparing</i>	€ 1.545,15
Terugverdientijd volledig energievoorzienend	21,08	jaar	
→	21	jaar	

### Deel 4: Terugverdientijd off-grid + gebruik net als noodstroomgenerator

Als we het net bijschakelen, brengen we de kosten van de elektriciteitsfactuur en de heffing op elektriciteit terug in rekening. De elektriciteitsfactuur wordt geschat op € 220 op jaarbasis. De netvergoeding wordt niet in rekening gebracht omdat we in deze situatie geen energie naar het net terugsturen. Als we wel zouden terugsturen, moet dit ook in rekening gebracht worden.

#### Kosten per jaar deels off-grid

Omschrijving	Eenheid	Eenheidsprijs	Kostprijs
Netvergoeding Gaselwest (omvormer 5 kW)	5	€ 0,00	€ 0,00
Elektriciteitsfactuur (verbruik + transport + heffingen)	1	€ 220,00	€ 220,00
Heffing op elektriciteit (verbruik tot 5 MW)	1	€ 100,00	€ 100,00
		<i>Totaal incl btw</i>	€ 320,00
		<i>Besparing</i>	€ 1.225,15
Terugverdientijd deels energievoorzienend	26,59	jaar	
→	27	jaar	

Als in de woning al zonnepanelen aanwezig zijn, m.a.w. de PV panelen en de Sunny Boy omvormers moeten niet opnieuw worden aangekocht, komt het prijskaartje van de investering op € 23.090,94. Hierdoor wordt de terugverdientijd geschat op

- Volledig off-grid: 14,94 jaar → 15 jaar
- Deels off-grid: 18,85 jaar → 19 jaar

## 9 Conclusie

### Is het nu interessant om te investeren in batterijpacks?

Als we bovenstaande analyses bekijken, lijkt het interessanter voor kantoorruimtes dan voor particuliere woningen. Bij de kantoorruimte zouden de batterijen terugverdiend zijn voordat de levensduur van de batterij verstreken is. Bij de particuliere woning zou de levensduur van de batterijen verstreken zijn vooraleer deze terugverdiend zijn.

Omwille van de Return on Investment hoeft men niet te investeren in batterijpacks.

### Waarom dan wel investeren?

Je kan meer halen uit je eigen opgewekte groene energie als je investeert in batterijpacks.

Tijdens de uren dat er veel zon is worden de batterijen opgeladen door zonne-energie, later op de dag kan je nog steeds je groene-energie gebruiken als er geen zon aanwezig is. Hierdoor wordt er efficiënter omgesprongen met je energie.

Als de zonnepanelen veel energie opwekken en de batterijen zijn al volledig opgeladen, is het mogelijk om extra verbruikers te schakelen via draadloze contactdozen. Hierdoor kan je beter je verbruik per dag spreiden en haal je meer uit je energie.

Je hebt je eigen back-up systeem. Als er een onverwachtse stroomonderbreking optreedt, zal je hier geen last van ondervinden. Het systeem zorgt ervoor dat je installatie gevoed blijft.

Personen die een PV-installatie hebben, maar geen back-up systeem, hebben ook last van de stroomonderbreking omdat PV-omvormers een net nodig hebben. Daarom valt bij deze personen ook de productie van hun panelen stil. Door een back-up installatie vergroot je je onafhankelijkheid. De omschakelinrichting zal ervoor zorgen dat je afgeschakeld bent van het net, zodat je zelf verder van je groene energie kan genieten.

### Is lithium-ion in deze toepassing de beste keuze?

Lithium-ion is in deze toepassing meer geschikt dan bv de lood-accu. Als we enkel voor de optie back-up zouden gaan, zouden lood-batterijen veel goedkoper en dus veel interessanter geweest zijn. Maar aangezien in deze toepassing de batterij voortdurend moet op- en ontladen, is de lithium-ion batterij het beste. Deze heeft namelijk 7000 cyclussen en een langere levensduur.

### Welke doelstellingen zijn er bereikt?

Studie, ontwerp, realisatie en visualisatie zijn volledig uitgewerkt. Het kantoor van ecofinity wordt gevoed door batterijen. Het kantoor is in staat zijn eigen energie te voorzien d.m.v. zonnepanelen en deze op te slaan in batterijen. Het net zal enkel gebruikt worden wanneer de batterij-energie onvoldoende is.

### Wat is de oorzaak dat er afgeweken is van de originele planning?

Het grootste probleem was de levertermijn bij Rexel. Op sommige onderdelen moest er enorm lang gewacht worden. Eens alle componenten aanwezig waren, kon de planning aangepast worden en verder verliep alles zoals verwacht.

## 10 Lijst met figuren en tabellen

Figuur 1: Logo ecofinity .....	1
Figuur 2: Logo BEN .....	1
Figuur 3: Vooropgesteld actieplan .....	4
Figuur 4: Aangepast actieplan .....	5
Figuur 5: Ruimteverdeling .....	7
Figuur 6: Container.....	7
Figuur 7: Plaatsingswijze zonnepanelen.....	7
Figuur 8: Opbouw.....	7
Figuur 9: Lood Accu [7].....	8
Figuur 10: DOD AGM.....	9
Figuur 11: DOD Lithium-ion.....	9
Figuur 12: Tesla powerwall .....	10
Figuur 13: Ontlaadkarakteristiek loodzuur-accu .....	11
Figuur 14: Ontlaadkarakteristiek lithium-ion-accu .....	11
Figuur 15: Opbouw schema Studer .....	12
Figuur 16: Offerte Carbomat .....	12
Figuur 17: Opbouw schema SMA .....	13
Figuur 18: Offerte Rexel .....	14
Figuur 19: Sunny Home Manager .....	15
Figuur 20: Sunny Island met Remote Control.....	16
Figuur 21: Schema automatische omschakelinrichting .....	17
Figuur 22: Energy meter .....	19
Figuur 23: Batterijpack .....	19
Figuur 24: Sunny Portal Energiebalans .....	20
Figuur 25: Testopstelling met Home Manager .....	21
Figuur 26: Grafiek verbruik.....	21
Figuur 27: Eendraadschema kantoorruimte.....	22
Figuur 28: Situatieschema kantoorruimte.....	23
Figuur 29: Realisatieplan .....	24
Figuur 30: SMA installatie .....	25
Figuur 31: Testopstelling 1 .....	26
Figuur 32: De uitvoering.....	26
Figuur 33: Afgewerkte installatie .....	27
Figuur 34: Overzicht apparaten.....	28
Figuur 35: Actuele status.....	28
Figuur 36: Energiebalans met netteruglevering .....	29
Figuur 37: Netafname bij lege batterij .....	30
Figuur 38: Begrenzing instellen .....	31
Figuur 39: Geen netteruglevering .....	31
Figuur 40: Netafname bij lege accu .....	32
Figuur 41: Scherm 1 .....	33
Figuur 42: Scherm 2 .....	33
Figuur 43: Scherm 3 .....	33
Figuur 44: Scherm 4 .....	33

Figuur 45: Scherm 1 opladen .....	34
Figuur 46: Scherm 1 ontladen .....	34
Figuur 47: Scherm 2 t.e.m. 5 .....	34
Figuur 48: Scherm 6 .....	35
Figuur 49: Scherm 7 .....	35
Figuur 50: Scherm 8 .....	35
Figuur 51: Scherm 9 .....	35
Figuur 52: Scherm 10 .....	35
Figuur 53: Scherm 11 .....	35
Figuur 54: Scherm 12 .....	35
Tabel 1: Meetgegevens 09/02-03/03 .....	36
Tabel 2: Meetgegevens 04/03-18/03 .....	37
Tabel 3: Meetgegevens 22/03-05/04 .....	37
Tabel 4: Meetgegevens 06/04-12/05 .....	38
Tabel 5: Meetgegevens 13/05-26/05 .....	39

## 11 Bibliografie

- [1] Bedrijfsvoorstelling, „solvari,” [Online]. Available: <https://www.solvari.be/nl/bedrijven-overzicht/ecofinity-bvba>.
- [2] Bedrijfsvoorstelling, „Ecofinity,” [Online]. Available: <http://www.ecofinity.eu/>.
- [3] „Datasheet\_CanadianSolar\_CS6P-Poly\_Quartech,” [Online]. Available: [http://www.koosverbart.nl/wp-content/uploads/Datasheet\\_CanadianSolar\\_CS6P-Poly\\_Quartech\\_NL.pdf](http://www.koosverbart.nl/wp-content/uploads/Datasheet_CanadianSolar_CS6P-Poly_Quartech_NL.pdf).
- [4] l. b. 1. [Online].
- [5] „Acculaders,” [Online]. Available: <http://www.acculaders.nl/blogs/acculadersnl/welke-soorten-accus-zijn-er/>.
- [6] „Wikipedia,” [Online]. Available: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Loodaccu>.
- [7] „Accu24,” [Online]. Available: <http://www.accu24.be/Accus-Info/1.86.YUA.2.7,YUASA-Lood-Accu-NP7-12-Vds.html>.
- [8] „Intercel,” [Online]. Available: <http://www.intercel.nl/accu-producten.html>.
- [9] „Hoppecke Powerpacks,” [Online]. Available: [http://www.hoppecke.com/content/download/brochures/rp/sun.powerpack\\_classic\\_en.pdf](http://www.hoppecke.com/content/download/brochures/rp/sun.powerpack_classic_en.pdf).
- [10] „Victronenergy,” [Online]. Available: <https://www.victronenergy.com/blog/2015/03/30/batteries-lithium-ion-vs-agm/>.
- [11] „Tesla verbant model,” [Online]. Available: <http://www.zdnet.be/nieuws/178566/tesla-verbant-grootste-model-powerwall/>.
- [12] „Egear Tesla,” [Online]. Available: <http://www.egear.be/tesla-powerwall/>.
- [13] „Teslamotors,” [Online]. Available: [https://www.teslamotors.com/nl\\_BE/powerwall](https://www.teslamotors.com/nl_BE/powerwall).
- [14] „Studer,” [Online]. Available: <http://www.studer-innotec.com/en/downloads/>.
- [15] „SMA Flexible System,” [Online]. Available: <http://files.sma.de/dl/20472/Ersatzstrom-IS-nl-32W.pdf>.
- [16] „HoMan,” [Online]. Available: <http://files.sma.de/dl/15583/HoMan-IA-nl-19.pdf>.
- [17] „Solaris,” [Online]. Available: <http://solaris.co.th/en/renewable-energy/solar-energy-on-grid-plus/sma-smart-house>.

- [18] „Sunny Island,” [Online]. Available: <http://files.sma.de/dl/17632/SI30M-44M-DNL1617-V20web.pdf> .
- [19] „Sunny Remote Control,” [Online]. Available: <http://files.sma.de/dl/8062/SRC20-DNL1542-V10web.pdf> .
- [20] „Energy Meter,” [Online]. Available: [http://www.sma-benelux.com/nl\\_BE/producten/monitoring-systemen/sma-energy-meter.html](http://www.sma-benelux.com/nl_BE/producten/monitoring-systemen/sma-energy-meter.html).
- [21] „EnerMetInstal,” [Online]. Available: <http://files.sma.de/dl/21477/EnergyMeter-IA-nl-16.pdf>.
- [22] „Hoppecke Powerpack,” [Online]. Available: [http://www.hoppecke.com/content/download/brochures/rp/sun.powerpack-premium\\_en.pdf](http://www.hoppecke.com/content/download/brochures/rp/sun.powerpack-premium_en.pdf) .
- [23] „Hoppecke installatiehandleiding,” [Online]. Available: [http://www.hoppecke.com/fileadmin/\\_hoppecke/content/download/brochures/rp/TechnicalDocumentation/Betriebsanleitung-sun\\_powerpack\\_premium\\_de.pdf](http://www.hoppecke.com/fileadmin/_hoppecke/content/download/brochures/rp/TechnicalDocumentation/Betriebsanleitung-sun_powerpack_premium_de.pdf).
- [24] „Sunny Portal Energiebalans,” [Online]. Available: <https://www.sunnyportal.com/FixedPages/HoManEnergyRedesign.aspx>.
- [25] „PortalOverzichtAp,” [Online]. Available: <https://www.sunnyportal.com/Templates/DeviceProperties.aspx>.
- [26] „PortalActueleStat,” [Online]. Available: <https://www.sunnyportal.com/FixedPages/HoManLive.aspx>.
- [27] „PortalParameter,” [Online]. Available: <https://www.sunnyportal.com/Templates/PlantFormulaConfiguration.aspx>.

## Bijlagen

### Bijlage 1: Berekening afschrijvingen kantoorgebouw (p40)

In de eerste investeringsanalyse bij kantoorgebouwen komt de installatie op een totaal van € 14.221,79 excl. btw.

Aangezien Ecofinity dit inbrengt in zijn boekhouding, zal hij deze installatie kunnen afschrijven. De zaak is een bvba, dit wil zeggen dat er niet wordt belast via belastingschijven, maar dat het bedrijf op alles 33 % belastingen betaalt.

#### Afschrijven over 3 jaar:

De totale kost is € 14.221,79.

Als we dit afschrijven over 3 jaar wil dit zeggen dat we jaarlijks  $€ 14.221,79 : 3 = € 4.740,60$  inbrengen als kost in de boekhouding.

Op deze kost zou men 33 % belastingen betalen, de besparing komt dus neer op  $€ 4.740,60 \times 33 \% = € 1.564,40$ .

Als men dit 3 jaar doet, besparen we een totaal van  $€ 1.564,40 \times 3 = € 4.693,2$ .

#### Afschrijven over 5 jaar:

De totale kost is € 14.221,79.

Als we dit afschrijven over 5 jaar wil dit zeggen dat we jaarlijks  $€ 14.221,79 : 5 = € 2.844,36$  inbrengen als kost in de boekhouding.

Op deze kost zou men 33 % belastingen betalen, de besparing komt dus neer op  $€ 2.844,36 \times 33 \% = € 938,64$ .

Als men dit 5 jaar doet, besparen we een totaal van  $€ 938,64 \times 5 = € 4.693,2$ .

#### Besluit:

In beide gevallen komt de netto kostprijs op  $€ 14.221,79 - € 4.693,2 = € 9.528,59$

#### Bepaling besparing voor Ecofinity: (p41)

Kost: € 10.302,79

Besparing:  $€ 10.302,79 \times 33 \% = € 3.399,92$

Netto prijs:  $€ 10.302,79 - € 3.399,92 = € 6.902,86$



Bijlage 2: <http://zonnepaneelsubsidies.be/nieuwe-netvergoeding-door-vlaamse-regering/>

**Overzicht prosumentarief per regio vanaf 1 januari 2016**

In onderstaande tabel kan je een duidelijk overzicht vinden van het prosumentarief per netbeheerder met de tarieven vanaf 1 januari 2016.

Netbeheerder	<b>Prosumentarief vanaf 01 01 2016</b>	
	(euro excl. btw)	(euro incl. 21% btw)
Gaselwest	93,41	113,03
Imea	70,54	85,35
Imewo	76,77	92,89
Intergem	66,79	80,82
Iveka	76,96	93,12
Iverlek	76,82	92,95
Sibelgas	88,38	106,94
Interenerga	79,27	95,92
Infrax West	82,43	99,74
Iveg	81,02	98,03
PBE	77,31	93,55

(per jaar per kW geïnstalleerd vermogen van de omvormer)

Bijlage 3: <http://www.unizo.be/turteltaks>

### De nieuwe heffing op elektriciteit of "turteltaks", wat betekent dat voor u als zelfstandige of KMO?

In de media werd de heffing al dik in de verf gezet, maar wat zal u als zelfstandige of KMO moeten betalen? UNIZO maakt het voor U duidelijk.

Vanaf 1 maart 2016 jaar geldt een nieuwe heffing op elektriciteitsverbruik.

De Vlaamse Regering voert de heffing in om de historische schuldenberg als gevolg van de opkoop van groenestroomcertificaten (voor o.a. zonnepanelen) weg te werken. In de media werd de heffing van 100 euro per jaar per gezin dik in de verf gezet, als de zogenaamde turteltaks, maar wat zullen zelfstandigen en KMO's moeten betalen? UNIZO maakt het voor U duidelijk.

Het gaat om een heffing per gebruiksschijf.

In de tabel hierna worden de verbruikscategorieën voor zelfstandigen en KMO's geschetst met daarnaast telkens de totale heffing die ze op jaarbasis zullen moeten betalen:

Verbruikscategorie (MWh/jaar)	Totale heffing (€ /jaar)
Tot 5 MWh	100 €
5 – 10 MWh	130 €
10 – 20 MWh	290 €
20 – 50 MWh	770 €
50 – 100 MWh	1.300 €
100 – 500 MWh	1.850 €
>500 MWh	2.600 à 120.000 €

**Voorbeeld:** Een zelfstandige (éénmanszaak) die bv. 18 MWh/jaar aan stroom verbruikt, zal een heffing van 290 euro/jaar betalen, een KMO die 48 MWh/jaar verbruikt betaalt 770 euro/jaar.

Bij hogere verbruiken (grotere KMO's) gaat het telkens om **degressieve verbruiksschijven** die erbij komen. Dat blijkt duidelijk uit bovenstaande tabel. Grotere KMO's betalen daardoor relatief minder per MWh extra verbruik, maar het totale bedrag loopt wel op.

Het segment met stroomverbruik > 500 MWh bevat de 5.000 grootste bedrijven in Vlaanderen (althans in stroomverbruik), zij betalen 2.600 à 120.000 euro naargelang hun verbruik.

De heffing zou worden toegepast vanaf 1 maart 2016, op aansluitingspunten op het elektriciteitsdistributienet in Vlaanderen. De bijdrage wordt geïntegreerd in de 'Bijdrage Energiefonds', die reeds bestaat en wordt doorgefactureerd. Op deze bijdrage is geen BTW van toepassing.