

Rapportage van het haalbaarheidsonderzoek naar de ontwikkeling van een draadloos lampmodulesysteem c.q. vermogensmeetunit voor openbare verlichting

Uitgevoerd door het Werkontwikkelingsbedrijf Achterhoek B.V. in het voorjaar 2015 in de gemeente Zutphen en in de gemeente Berkelland, Borculo.

Inleiding

In Zutphen is in 2014 een pilot gestart waarin de gemeente Zutphen en stichting De Kanteling samenwerken om

- gezamenlijk een concrete bijdrage te leveren aan energiebesparing in de gemeente Zutphen en dan specifiek door energiebesparing op verlichting in de openbare ruimte.
- de lokale economie en werkgelegenheid te stimuleren.
- een kostenreductie voor de gemeente Zutphen op de exploitatie van de verlichting van de openbare ruimte te realiseren.
- het ontwikkelen van innovatieve toepassingen (in brede zin) gekoppeld aan verlichting van de openbare ruimte te initiëren.

Werkontwikkelingsbedrijf Achterhoek BV (WOBA) is in het kader van de vierde doelstelling van deze pilot, de ontwikkeling van innovatieve toepassingen m.b.t. openbare verlichting, een haalbaarheidsonderzoek gestart voor het ontwikkelen van een systeem voor het draadloos en op afstand schakelen en monitoren van lantaarnpalen.

De opzet van het haalbaarheidsonderzoek

In het kader van een gezamenlijk innovatief ontwikkelingstraject waarin WOBA en SOWNet Technologies uit Pijnacker participeren, is gekeken naar de mogelijkheden om lantaarnpalen op afstand te kunnen monitoren en aansturen. Beide partijen zijn tot de conclusie gekomen dat, hoewel er vergelijkbare producten op de markt zijn, geen van deze producten het gewenste gedrag en de functionaliteit bevatten die de beoogde meerwaarde voor de klant kunnen bieden. Vooral de integrale benadering, het nauwkeurig en continu monitoren van het energieverbruik en de toepassing op veiligheid in de openbare ruimte, zijn uniek in de genoemde benadering en uitvoering. De beeldvorming die we hiervoor gebruikt hebben is “smart city”. Met andere woorden het gaat hier om een sensortechnologie in de zin van “outdoor lightning, information and communication”. Zie ook informatie middels twee links van recente [symposia](#) in [Amsterdam](#) en Washington.

Het haalbaarheidsonderzoek dat WOBA uitvoert richt zich op een door SOWNet Technologies te ontwikkelen lampmodule die ervoor zorgt dat een lantaarnpaal energiezuinig en, indien mogelijk, energieneutraal is. Het resultaat wordt gedemonstreerd in een opstelling bestaande uit verschillende lantaarnpalen die draadloos met elkaar in verbinding zijn die op afstand gemonitord en bediend kunnen worden. Deze opstelling (zie bijlage 2) bevindt zich in Zutphen aan de Coehoornsingel, de Fanny Blankers-Koenweg en de parkeerplaats van de gemeentelijke sporthal, de Hanzehal. Daarnaast is een eerste opstellingsfase gestart in de Gemeente Berkelland, in Borculo rondom het gemeentehuis (zie bijlage 3). Op deze locatie kan een eerste indruk verkregen worden van de -factor-resultaten (zie hierna en in bijlage 12 voor een definitie van dit begrip) bij een dimbaar ledverlichtingssysteem.

Een belangrijk aspect dat in dit traject inzichtelijk gemaakt wordt is de zogenaamde “powerfactor”, ook wel ‘blind vermogen’ of ‘cosinus phi’ genoemd. Dit is het verschil tussen het vermogen dat door de meterkast aangeboden wordt aan de lantaarnpalen en het vermogen dat daadwerkelijk door de lantaarnpalen wordt verbruikt. Met andere woorden, het vermogen dat in de kabels, drivers en andere schakelapparatuur in warmte wordt omgezet. Omdat dit vermogen tot nu toe niet nauwkeurig en locatie-relevant gemeten wordt, maakt men bij de berekening van de kosten van deze powerfactor gebruik van een vast bedrag of percentage van de omzet om dit bij de gemeentes/provincies door te belasten. Door de powerfactor inzichtelijk te maken kunnen keuzes beïnvloed worden om de voorwaarden van ledverlichting te objectiveren. Dit kan o.a. door de powerfactor in relatie te brengen met het energiegebruik bij het dimmen van ledverlichting en deze in relatie te brengen met het verminderd energiegebruik van de totale opstelling. Belangrijk in deze factor is de ontwikkelde

warmte, het energieverlies. Door warmteontwikkeling te voorkomen kunnen duurzame besparingen op CO₂-uitstoot worden gerealiseerd. In Nederland staan 3,5 miljoen lantaarnpalen en andere lichtpunten in de openbare ruimte. Het verbeteren van de powerfactor van lampen en drivers kan een besparing opleveren van ca. 15 % (eerste schatting op basis van het onderzoek).

Het verloop van het haalbaarheidsonderzoek

Het haalbaarheidsonderzoek is van start gegaan nadat de door WOBA op 5 oktober 2014 bij het Achterhoeks Centrum voor Technologie aangevraagde energievoucher ad € 25.000, zijnde (minstens) 50% van de ontwikkelkosten van de sensorunits en de webapplicatie, op 12 december 2014 werd gehonoreerd. SOWNet Technologies uit Pijnacker, de technologische partner van WOBA, heeft sindsdien sensortechnologie ontwikkeld die heeft geresulteerd in een 0-serie sensor-units die in het laboratorium van SOWNet zijn getest. Ten behoeve van het monitoren en aansturen van het systeem is een webapplicatie ontwikkeld. Deze 0-serie is op locatie geleverd en geïnstalleerd op 3 mei jl. Vanaf die datum zijn gegevens beschikbaar en geanalyseerd en liggen deze ten grondslag aan deze rapportage.

De pilot is gestart met een nulmeting in het kader van het haalbaarheidsonderzoek van WOBA. Hiervoor zijn in 42 bestaande lantaarnpalen tussen de stroominvoer vanuit de meterkast en de lamp de door SowNet Technologies ontwikkelde sensor-units geplaatst (zie bijlage 4 en 5). Deze sensor-units zijn via een wifi-verbinding verbonden met een concentrator in de gemeentelijke sporthal, de Hanzehal, die de meetresultaten van elke sensor-unit ontvangt en doorgeeft aan SOWNet in Pijnacker (zie bijlage 6). In de bijlage zijn 31 van de 43 lichtpunten geregistreerd. Om ook inzicht te krijgen in dimbare ledverlichting en de invloed daarvan op de powerfactor, is ook een eerste opstelling van drie lantaarnpalen in opdracht van de gemeente Borculo ingericht. In de eerste weken van juni 2015 wordt de nu gepresenteerde opstelling uitgebreid met het plaatsen van 20 modules.

De door SowNet ontwikkelde webapplicatie interpreteert de meetgegevens en presenteert deze via een gebruikersvriendelijke interface (zie bijlage 7 en 8)). De webapplicatie is de interface tussen de gebruiker en het systeem. Hiermee kan de gebruiker, op afstand, het systeem aansturen en monitoren (zie bijlage 9, 10 en 11). Tijdens het uitvoeren van het project worden de functionaliteiten van de webapplicatie verder ontwikkeld en vastgelegd.

De sensor-units kunnen van elke lamp

- *de spanning meten*: de module kan de netspanning meten en deze gegevens draadloos naar de concentrator versturen.
- *de stroom meten*: de module kan het stroomverbruik van de verlichting meten en deze gegevens naar de concentrator sturen.
- *de inclinatie (de afwijking in procenten van de standaardhellingshoek van de lantaarnpaal van 90°) van de lantaarnpaal meten*
- *de cosinus phi, powerfactor (het blind vermogen) van de lamp meten (zie voor een goede beschrijving en uitleg van de gebruikte term bijlage 12)*

(zie bijlage 13, 14 en 15)

De concentrator geeft de gebruiker/beheerder de mogelijkheid

- *een schakelschema* in te voeren.
- *de stringspanning in- of uit te schakelen*.
- tot *logging*, het chronologisch vastleggen van gegevens uit de sensor-units.
- *het onderhoudssysteem te rationaliseren*.

In bijlagen 16 en 17 worden de inbouw van de sensor-unit in de armatuur en de installatiewerkzaamheden op locatie Borculo in beeld gebracht.

Welke kernvraag moet het haalbaarheidsonderzoek beantwoorden

De kernvraag die het haalbaarheidsonderzoek beantwoordt is: wat is in de praktijk de invloed van verschillende typen lampen en het dimmen van led-verlichting op de powerfactor. Zet de uitkomst af tegen vermijdbare CO₂ uitstoot en geef aan in Joules wat de uitkomst betekent.

De resultaten van het haalbaarheidsonderzoek

De aannames in het voortraject zijn ontwikkeld en getoetst in de werkelijkheid van de pilot-opstelling in Zutphen. Een nulmeting heeft plaatsgevonden. Ook in Borculo heeft een eerste meting plaatsgevonden.

Zie bijlagen 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18.

De bij het onderzoek betrokken partijen en hun rol daarin

De bij de pilot betrokken partijen zijn:

- Gemeente Zutphen, de opdrachtgever van de pilot in het kader waarvan het haalbaarheidsonderzoek plaatsvindt.
- Gemeente Berkelland (Borculo), de opdrachtgever van de locatie in Borculo.
- Werkontwikkelingsbedrijf Achterhoek BV, verantwoordelijk voor de ontwikkeling en levering van de sensor-units, de concentrator en de webapplicatie aan stichting De Kanteling. Tevens is WOBA verantwoordelijk voor het haalbaarheidsonderzoek dat onderdeel is van de pilot.
- Stichting de Kanteling, de opdrachtnemer en regisseur van de pilot in het kader waarvan het haalbaarheidsonderzoek plaatsvindt.
- TNO, als onafhankelijk technologisch onderzoeksinstituut voor het beantwoorden van vragen.
- SOWNet Technologies, de ontwikkelaar van de sensortechnologie, de concentrator en de webapplicatie, waarmee de gebruiker, op afstand, het systeem kan aansturen en monitoren.
- ZIUT, de onderhoudscontractpartner van de gemeente Zutphen en de gemeente Berkelland (Borculo) die de lantaarnpalen beheert en de sensor-units in de lantaarnpalen op de pilotlocaties heeft geplaatst.

De kosten van het haalbaarheidsonderzoek en de op basis van het onderzoek in relatie tot de nulmeting te verwachten baten

De kosten van de modules en van het installeren zijn ca 12.000 euro voor 43 modules.

De ontwikkelkosten van de modules en de webapplicatie bedragen 55.000 euro.

De kosten van het doorontwikkelen van het streetlightmanagement systeem bedraagt ca 70.000 euro.

De begeleidingskosten van WOB-A bedragen ca 30.000 euro

De totale kosten van het haalbaarheidsonderzoek komen daarmee op 157.000 euro, excl BTW.

Indien per lantaarnpaal wordt gerekend, dan zijn deze investeringskosten relatief laag en vallen de jaarkosten ruimschoots in het niet bij de kostenbesparing van electra en bij de besparingen die het efficiënter aansturen van de lampen en de stroomlijning van het onderhoud kunnen opleveren (onderhoud kan uitsluitend gericht worden op lampen, lantaarnpalen, die door het systeem voor onderhoud worden aangemeld).

De opbrengsten zijn te verdelen in twee categorieën: waarden en geld.

De waarden zijn uit te drukken in duurzaamheidsopbrengsten zoals CO₂-vermindering en milieu-effecten. Het inzicht in de invloed die warmte, gemeten en geobjectiveerd, heeft in deze systemen wanneer de powerfactor afneemt (lager wordt) kan leiden tot belangrijke constatering. Wat is het volledige effect van dimmen bij ledverlichting. Elektragebruik neemt af, warmteontwikkeling neemt ook af?? Wat betekent het als de warmte toeneemt in het kader van milieu-effecten?

De te verwachten baten zijn:

- verminderd elektragebruik in heel Nederland. Elke 10 % is ca 11 miljoen euro (zie gegevens 'Grontmij'). Op basis van de eerste zeer grove berekeningen in de 0-meting, zou de besparing in Watt, ca 45 % zijn. $(23 \text{ dagen levert voor } 31 \text{ {aantal meetpunten}} \times 50,86 \text{ {het gemiddelde gebruik van 25 lampen}}) / 2242,1 \text{ {totaal gemeten gebruikt vermogen}} = 1576,66 / 2242,1 = 29,7 \text{ \% besparing.}$

Stel dat Zutphen 7750 lantaarnpalen heeft/ 7750 lantaarnpalen kosten aan energiegebruik (van de kosten in heel Nederland) = 243.571 euro Besparing 30 % = 73.071 euro's.

- o efficiënter onderhoudsplanning aan de hand van de geconstateerde feitelijke situatie vanachter het bureau. Schatting ca 70.000 euro op jaarbasis in Zutphen. (=1 FTE). In heel Nederland een veelvoud: 403 gemeenten x minstens 1 FTE. = ruim 28 miljoen euro.
- o Daarnaast is uit de eerste analyses een inschatting te maken, dat in het pilotgebied 10 % minder lantaarnpalen/lichtpunten ingezet hoeven te worden, indien de toegepaste ledtechnologie wordt gebruikt met ervaringgegevens als uitgangspunt, het zg empirische onderzoek. De theoretische bemeting is niet leidend, omdat ledverlichting om andere bemetingsuitgangspunten vraagt.
- o Er zijn ca 3,5 miljoen lantaarnpalen (gegevens 'Grontmij' juni 2014). Energiekosten 110 miljoen per jaar. 10 % minder lantaarnpalen = ca 350.000 is ongeveer 11 miljoen euro aan energie; plus de aanschaf en installatiekosten, ca 350.000 x 1000 (ledverlichting) = 350 miljoen euro. Daarbij opgeteld de grondstoffen en productiekosten die niet gebruikt worden. Het zou interessant zijn om daar de LCA- & de LCC-waarden van te kennen.

Een schatting van de opbrengst van het systeem in termen van CO2-emissiebeperking en eventuele andere milieueffecten.

De resultaten van de nulmeting suggeren dat 30 % gebruikte electra vermijdbaar is. Indien de powerfactor en de relatie met de warmteontwikkeling wordt meegerekend, dan kan dit percentage nog toenemen met 50 %, afhankelijk van de gebruikte diminstelling tussen 50 en 10 %.

Het zou betekenen dat ca 45 % gebruikte electra vermijdbaar is op basis van aansturing via dimbare ledverlichting en in te zetten meet-en controlemethoden met powerfactor.

Dat wil zeggen: op jaarbasis kan nog 195 kiloton CO2 vermeden worden $[3,5/2,6 \times 645 \text{ GWh} \times 45 \% = 868 \text{ GWh} \times 45 \% = 390 \text{ GWh}]$ Dit is 1404 miljoen MJ! (1 miljoen KWh = 3,6 miljoen MJ.)

De belangrijkste anno 2014 gepropageerde vormen van [energiebesparing](#) (bron Wikipedia) :

- Toepassen van meer gerichte verlichting met energiezuinige armaturen zoals ledverlichting
- Uitschakelen van verlichting op bepaalde plaatsen.
- Nauwkeuriger schakelen, dus als het inderdaad ook donker wordt. Een besparing van enkele minuten per dag levert per jaar al een grote besparing op.

Milieu-invloeden.

Naast het energieverbruik en de daarmee gepaard gaande milieuverontreiniging veroorzaakt de grote hoeveelheid verlichting in de openbare ruimte en op snelwegen ook [lichtvervuiling](#). Hierdoor ondervinden dieren en planten overlast. De nieuwste modellen verspreiden het licht meer geconcentreerd waardoor het lichtpollutieprobleem de laatste jaren is afgenomen.

Ook werken met andere lichtgolven heeft grote invloed op schade die optreedt bij gebruik van led- en andere verlichting aan nachtdieren en planten. In het buitengebied van dorpen en steden en daar waar verlichting uitgezet kan worden met intelligente bewegingssensoren, is nog meer beperking van schade aan het milieu mogelijk door intelligent de verlichting uit te schakelen.

Conclusie:

Het ontwikkelde meetinstrument functioneert.

De resultaten laten zien, dat de powerfactor sterk verschilt bij de verschillende lampen in de nulmeting in Zutphen. Bij gelijke lampen in Borculo is de powerfactor verschillend bij het dimmen van de verlichting.

De verschillen variëren van 0,52 – 0,92. Het is nog niet duidelijk waar deze grote verschillen vandaan komen.

De invloed van dimmen op de powerfactor is niet recht-evenredig met het gebruik van de totale elektra en het resultaat in verlichting.

De temperatuur die ontstaat in de modules is verschillend. Deze lopen uiteen van 13,9 – 33,9 °C (Zutphen) en van 17,46 – 31,28 °C (47,70 incidenteel, Borculo).

Aanbevelingen:

1. het onderzoek voort te zetten in samenwerking met Alliander in een groot gebied met verschillende lampen en dimbare ledverlichting-opstellingen.
2. een HBO-studie en ondersteuning om een en ander te beargumenteren.
3. Inzet van TNO om de resultaten te objectiveren en van vergelijkingskaders te voorzien
4. een onderzoek te starten naar de objectieve relatie van de gebruikte drivers, de temperatuur in de drivers en het rendement aan lichtopbrengsten. De combinatie ledlamp en driver is beslissend voor een optimaal gebruik van energie én voor het voorkomen van extra warmteontwikkeling. Objectiveer door het meten van de verschillende invloeden de afwegingen tot aankoop.
5. Een longitudinaal onderzoek te starten om de weerstanden en warmteontwikkelingen te meten in de diverse led-elementen.

Bijlagen: (18)

1. Smart City
2. Ziut-kaart van de locatie in Zutphen
3. Ziut-kaart van de locatie in Borculo
4. webapplicatiekaart van de locatie in Zutphen met de sensor/lantaarnpaal-locaties
5. informatie per lantaarnpaal uit de webapplicatie
6. analyse SOWNet van de opstelling in Zutphen
7. overzicht uit de webapplicatie
8. idem
9. informatie uit de webapplicatie per lamp
10. idem
11. idem
12. definitie powerfactor/cosinus phi
13. overzicht van gegevens in de webapplicatie per lamp
14. idem
15. idem
16. foto installatie module in armatuur
17. foto plaatsing armatuur
18. metingen laboratoriumopstelling

[HOME](#)[PROGRAM](#)[SNIPPERWALL](#)[SPEAKERS](#)[PARTNERS](#)[INFORMATION](#)[BLOG](#)

First impression of 2015

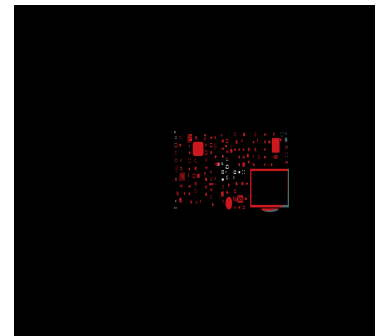
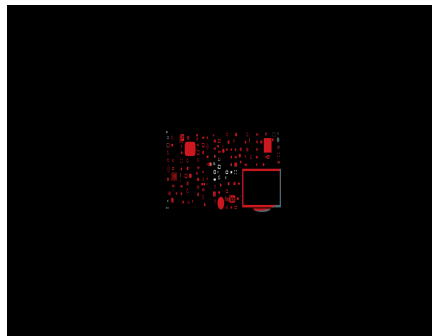
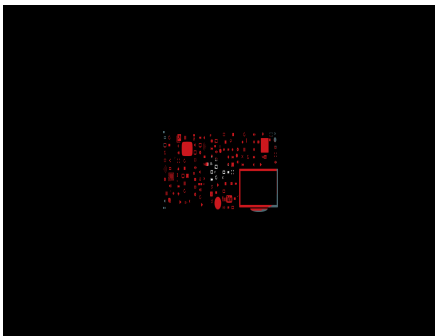
HESITATION IS OUR BIGGEST ENEMY, BUT LEADERSHIP IS THE KEY TO SUCCESS

Summary of the first conference day of the Smart City Event 2015 by Ger Baron, Chief Technology Officer City of Amsterdam.

[READ MORE](#)

SMART CITY UPDATE

A coverage on the Smart City Events in both Amsterdam and Washington.



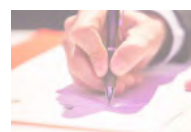
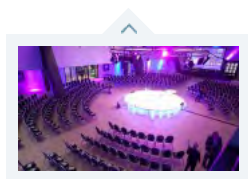
SIGNING OF THE MEMORANDUM OF UNDERSTANDING



The official moment of signing the Memorandum of Understanding took place during this first day of the Smart City Event.

All cities (Amsterdam, Vienna, Copenhagen, Genoa, Hamburg and Lyon) signed this Memorandum to reinforce their commitment.

IMPRESSION OF DAY 1



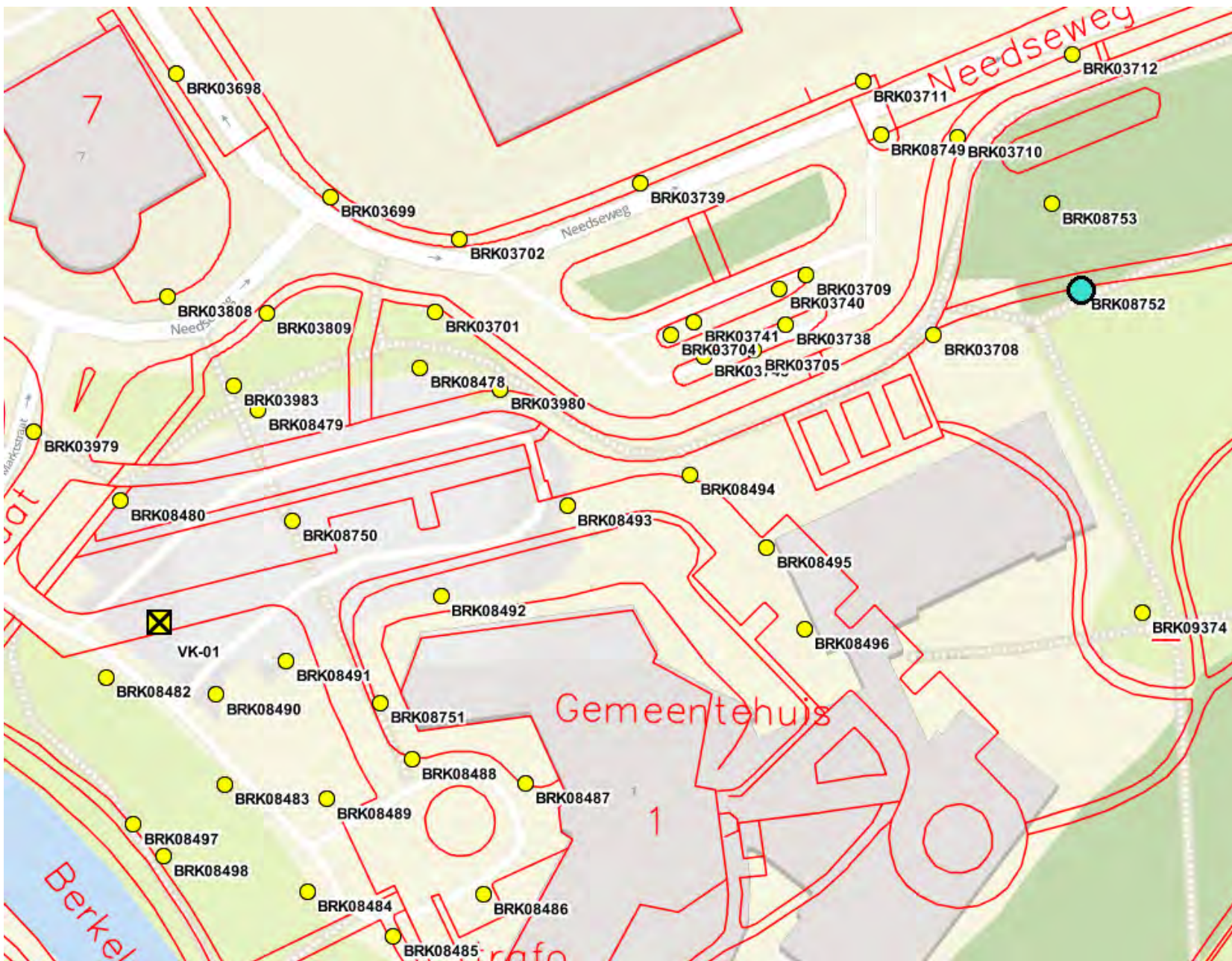
FOLLOW US



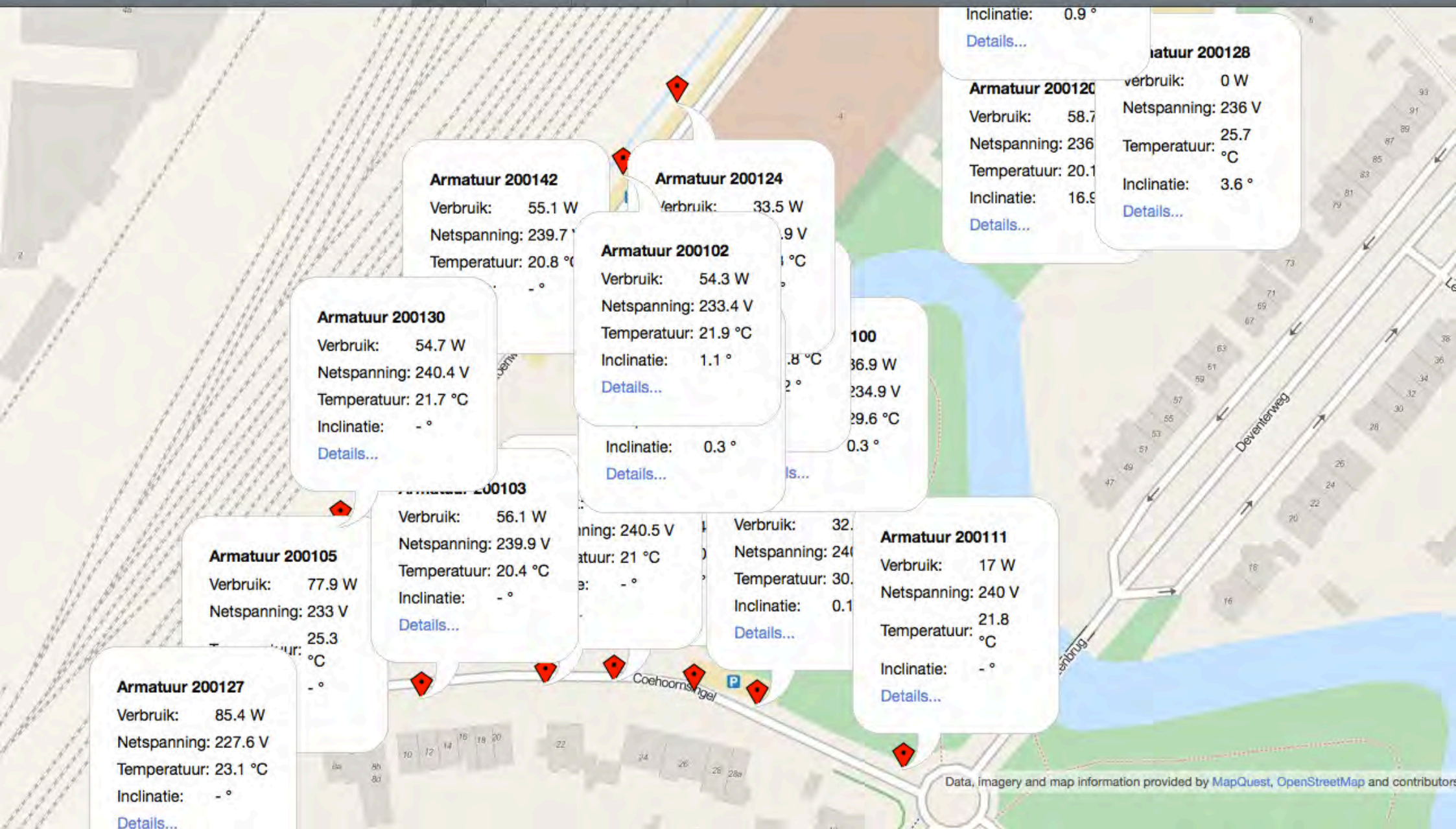
CONTACT US

Emmasingel 33
Postbus 845
5600 AV
Eindhoven
Email: klant@euroforum.nl

2015 © Smart Circle, an init
[Euroforum](#)









Aan
L. Stronks

Onderwerp
Analyse verslag

Doel:

Dit document legt de bevindingen vast van SOWNet m.b.t. de pilot van de lampmodules in Zutphen.

Bevindingen/aanbevelingen:

Op locatie zien we dat er verschillende soorten lampen, met verschillend energieverbruik geïnstalleerd zijn. Te weten: 17W, 20W, 36W, 40W, 55W, 86W, 110W, 125W, 140W, 175W.

Het kan zijn dat door degradatie van de lamp en nauwkeurigheid van het meetinstrument er niet zoveel varianten zijn in armaturen, maar er is een duidelijk verschil in stroomverbruik onderling.

Verder kunnen we zien dat er om ongeveer 21:23 de lampen aangaan (spanning wordt ingeschakeld) en om ongeveer 05:15 gaan ze weer uit.

Sommige lampen gaan om 00:30 al uit. Dat zijn voornamelijk de lampen rondom de parkeerplaats.

Ook de power Factor (Cos phi) varieert tussen deze lampen. Wij zien een variatie van slechte lampen (0,8) tot goede lampen (0,99).

De lichtspanning is redelijk stabiel, de gemeten variatie in een avond ligt tussen 231Vac tot 239Vac.

Verder zien we dat de lampen iedere avond netjes aangaan, zich melden bij de server en hun data kunnen versturen via het netwerk.

Nog niet alle lampen hebben zich gemeld, daar moeten we nog onderzoek naar doen.

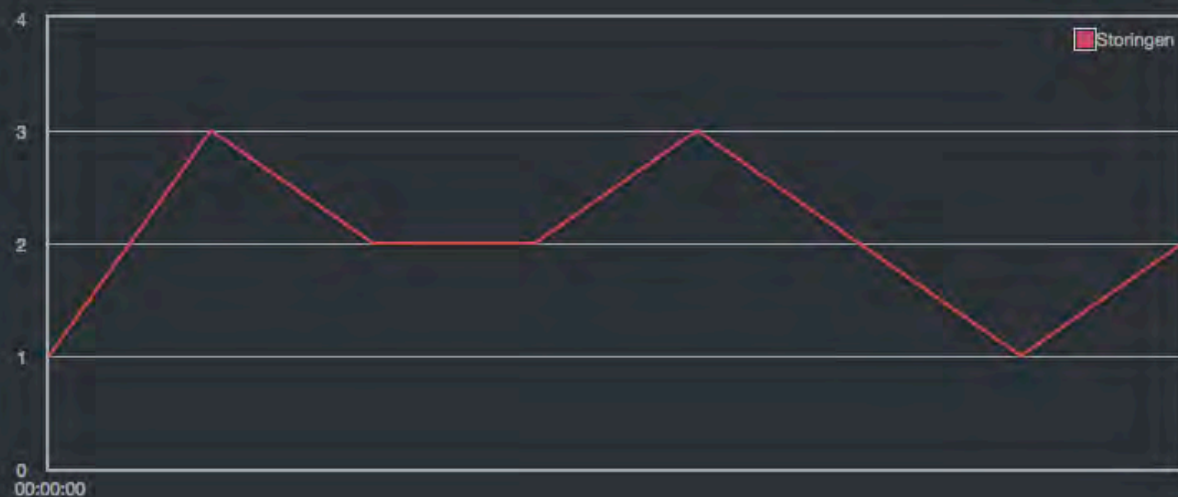
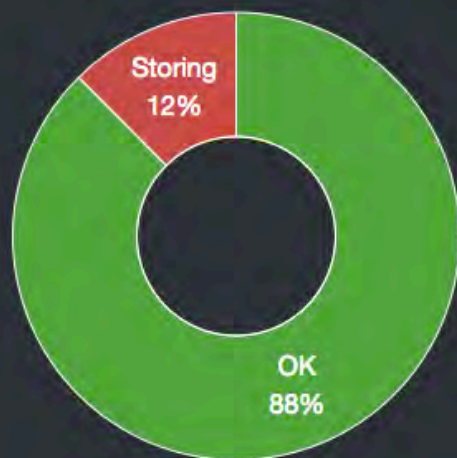
Van 09 mei tot 18 mei was er een storing op het systeem. De concentrator ter plaats kon geen verbinding maken met het internet waardoor er geen communicatie mogelijk was met het systeem. De lantaarnpalen zelf hebben geen last van deze storing. Zij gingen netjes iedere avond aan en uit.

Als laatste zien we ook dat een lamp 200143 wel spanning krijgt en de module zich kan melden op het netwerk, maar de lantaarnpaal gebruikt verder geen stroom. Vermoeden is dat de lamp van deze lantaarnpaal kapot is.

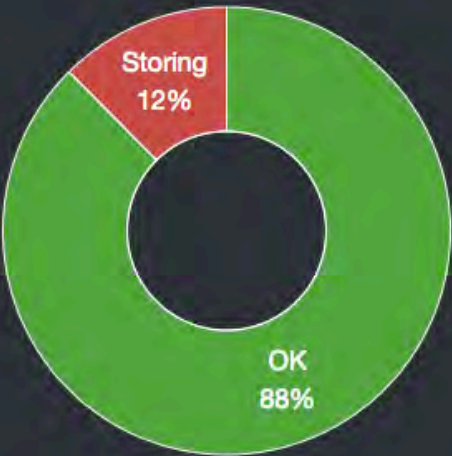
Dashboard

Voor een snel overzicht van de status van het systeem

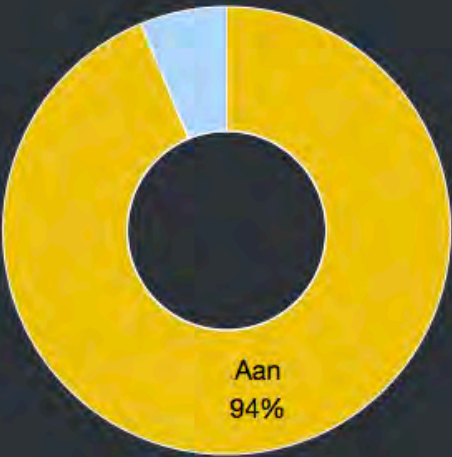
Storingen 2



Storingen 2



Energieverbruik



Beheer

Beheer en bedien verlichting

☐ Toon alleen storingen

200100

Verbruik 36.9 W

Netspanning 234.9 V

Temperatuur 29.6 °C

Inclinatie 0.3 °

[Details...](#)

Helderheid: 100%

200101

Verbruik 9.3 W

Netspanning 231.9 V

Temperatuur 24 °C

Inclinatie 2.5 °

[Details...](#)

Helderheid: 100%

Bijlage 10

Inclinatie 1.0 °

[Details...](#)

200152

Verbruik 72.1 W

Netspanning 235.9 V

Temperatuur 15.3 °C

Inclinatie 9.5 °

[Details...](#)

Off

On

Helderheid: 40%

200153

Verbruik 7.9 W

Netspanning 243.1 V

Temperatuur 24.7 °C

Inclinatie 1.6 °

[Details...](#)

Off

On

Helderheid: 100%

200154

Verbruik 7.6 W

Netspanning 239.1 V

Temperatuur 28.7 °C

Off

On

200164

Verbruik W

Netspanning V

Temperatuur °C

Inclinatie °

[Details...](#)

Off

On

Helderheid: 40%

Opdracht mislukt!

200165

Verbruik W

Netspanning V

Temperatuur °C

Inclinatie °

[Details...](#)

Off

On

Helderheid: 100%

200166

Verbruik 85.4 W

Netspanning 236.2 V

Temperatuur 20.9 °C

Inclinatie 9.1 °

[Details...](#)

Off

On

Helderheid: 60%

Bijlage 12

Power Factor (PF, arbeidsfactor, vermogensfactor, cosinus-phi, $\cos(\phi)$) geeft de verhouding tussen werkelijk vermogen en het schijnbaar vermogen in wisselspanninginstallaties.

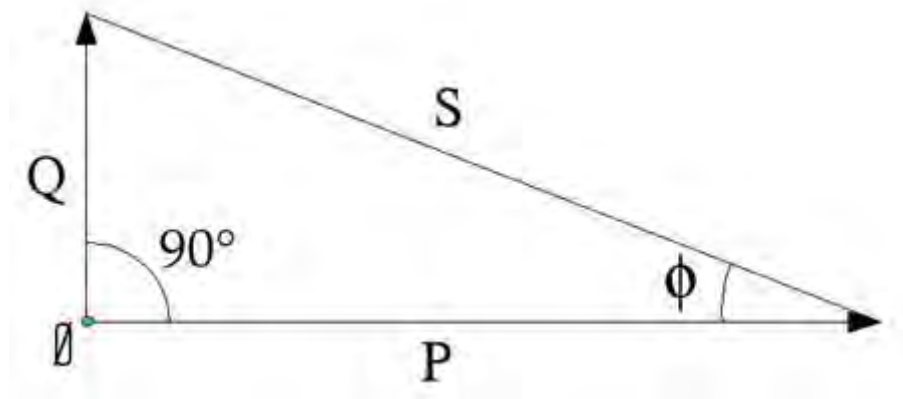
Werkelijke vermogen (P) is de werkelijk per tijdseenheid overgebrachte hoeveelheid energie, het deel van het vermogen dat daadwerkelijk wordt omgezet in warmte en arbeid.

Schijnbare vermogen (S) is het product van de effectieve waarde U_{eff} van de elektrische spanning en I_{eff} van de elektrische stroomsterkte.

In een wisselstroomcircuit met een ohmse belasting (lineaire belasting zoals een gloeilamp of weerstand) zijn de spanning en stroom in fase met elkaar $j=0$ (j is de hoek tussen spanning en stroom).

Hierbij geldt dus dat het werkelijke vermogen gelijk is aan het Schijnbare vermogen $P=S$. Met andere woorden, alle energie dat ingestopt wordt in een circuit wordt ook daadwerkelijk omgezet in warmte en/of arbeid(licht).

De power factor is dus de verhouding tussen P en S. Onderstaande grafiek illustreert dit goed:



Bij de befaamde formule $\cos j = P/S = 1$

Bij circuits waarbij de spanning en stroom niet in fase zijn met elkaar $j \neq 0$ (zoals drivers), dan zal de power factor ($\cos j$) lager zijn dan 1.

Een slechter $\cos j$ kan komen door vervorming of faseverschil door reactieve (niet-lineaire) belastingen zoals gelijkrichters, omvormers, drivers, etc.

Het belangrijkste gevolg van een $\cos j$ kleiner dan 1 is dat de elektrische stroom hoger is dan strikt noodzakelijk voor het overbrengen van het getransporteerde energie. Dit geeft transportverliezen in het lichtnet en het hoogspanningsnet vanwege de weerstand van koperdraad.

Er worden vaak eisen gesteld aan de arbeidsfactor van (grote) elektrische apparaten en dient er arbeidsfactorcompensatie te worden toegepast. Dus belastingen met een slechte power factor geven ook veel meer verlies in de bedrading naar de belasting toe.

Bij dimbare LED-verlichting speelt de manier van aansturen van de LEDs ook een belangrijke rol. Dimbare LED-verlichting heeft meestal een driver omdat de stroom door de LEDs geregeld moet worden. De manier van dimmen (er zijn namelijk verschillende manieren om dit te doen) geeft een bepaalde vervorming van de opgenomen stroom, dat beïnvloedt direct de powerfactor van de lamp. In het algemeen kunnen we stellen dat hoe meer gedimd wordt, des te slechter de power factor wordt. Het is wel zo dat het totale opgenomen vermogen in gedimde stand lager is dan bij volledig aansturing van de lamp.

200134

Details en bediening

200134

Verbruik

317.4 W

Netspanning

238.6 V

Temperatuur

20.1 °C

Inclinatie

158.1 °

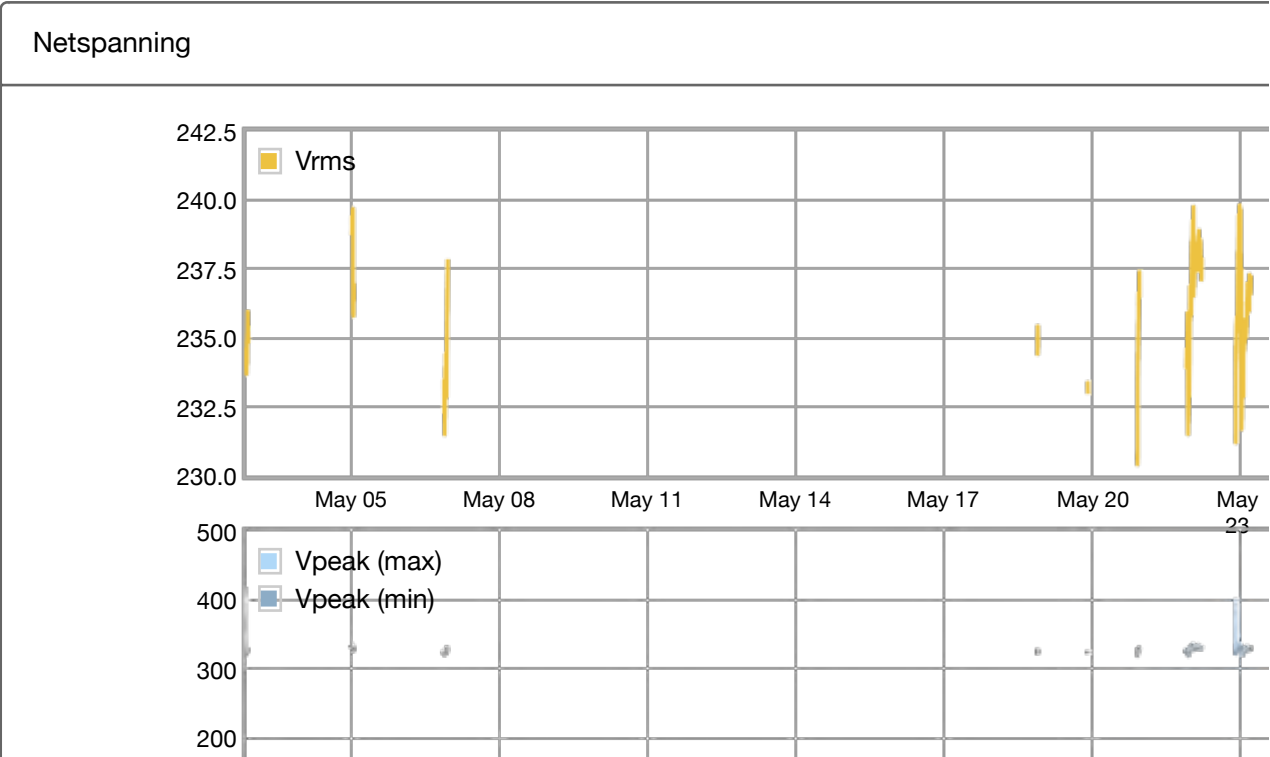
Adres

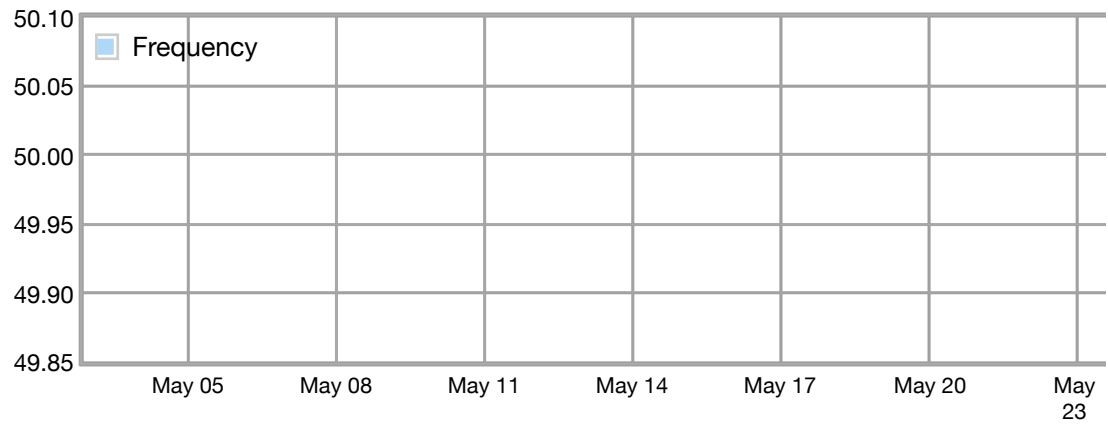
1.0.25.18

Off

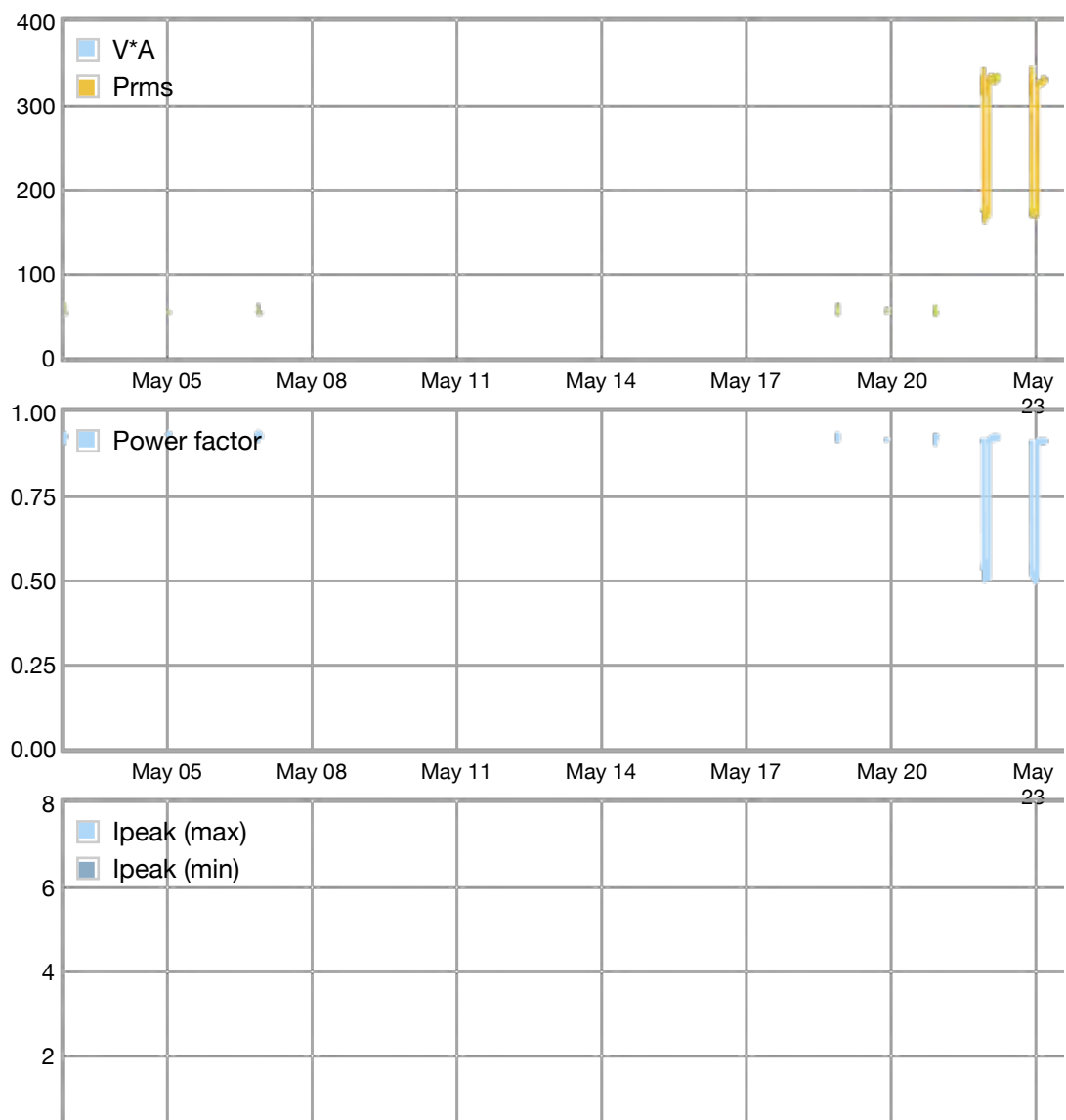
On

Helderheid: 100%

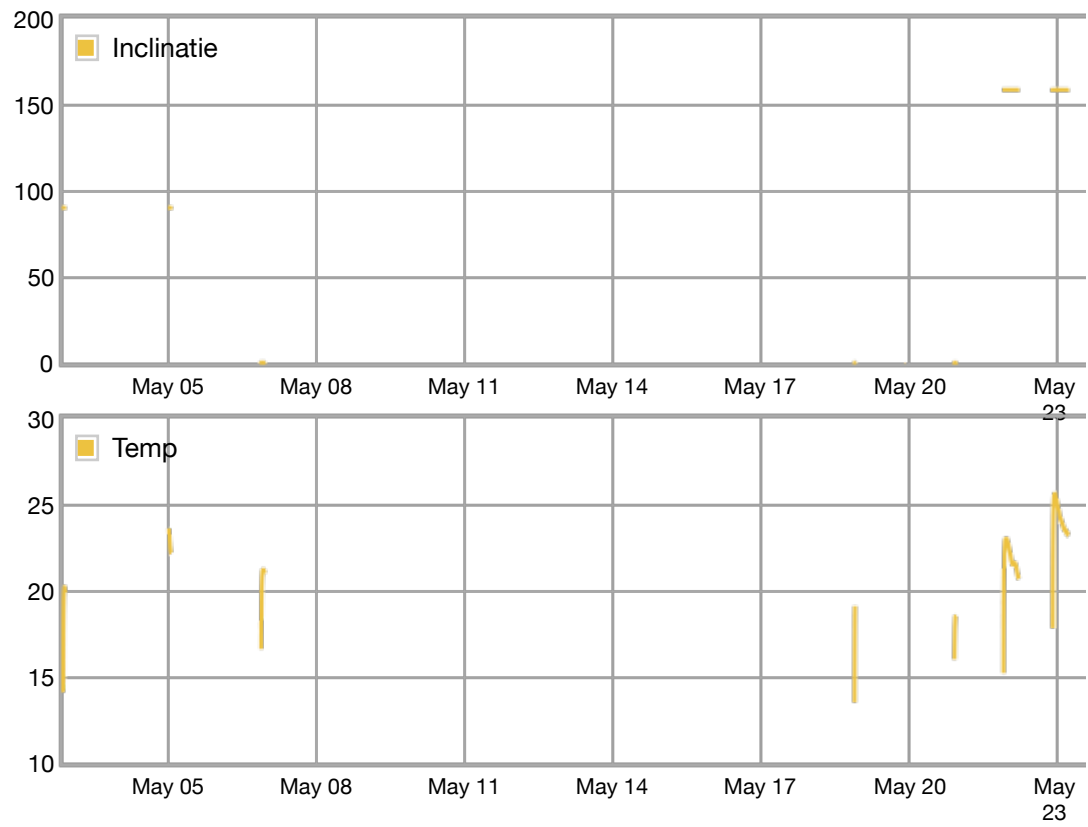




Verbruik



Status



200152

Details en bediening

200152

Verbruik

72.1 W

Netspanning

235.9 V

Temperatuur

15.3 °C

Inclinatie

9.5 °

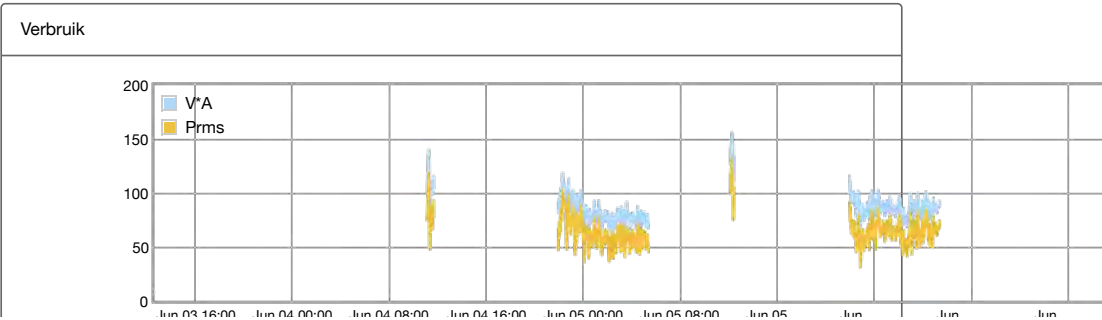
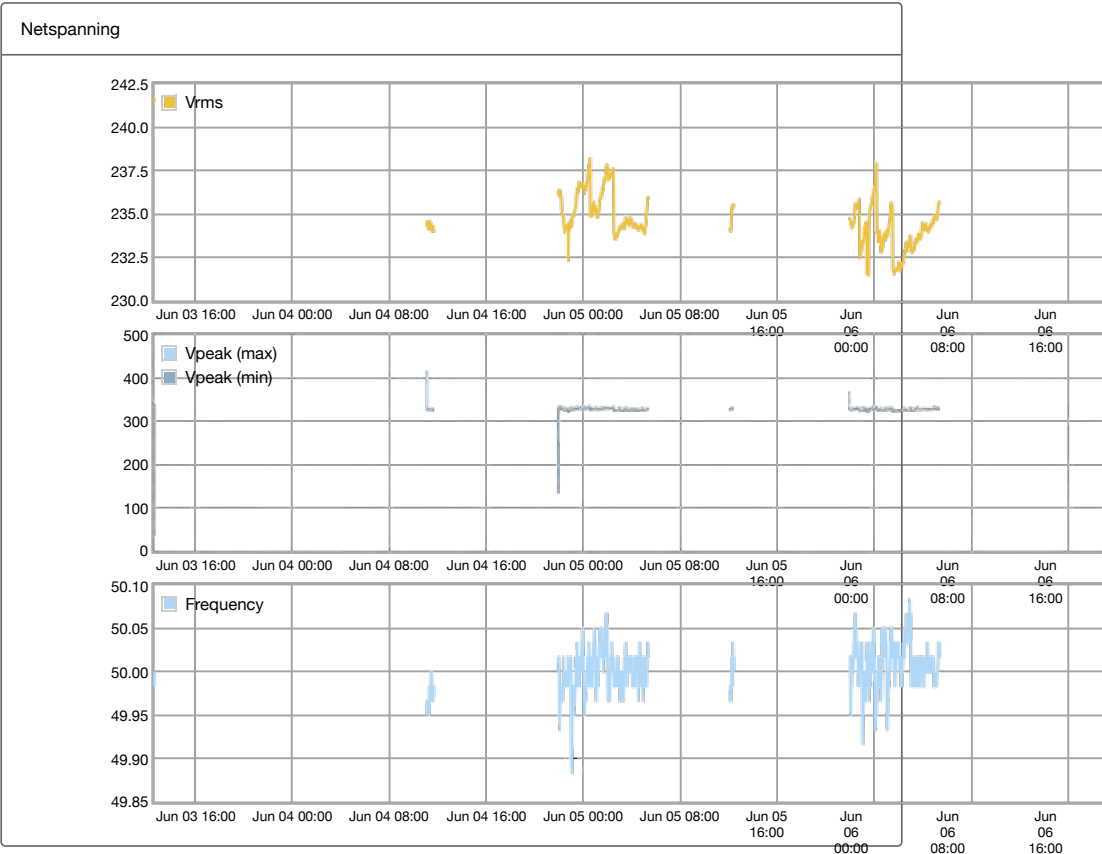
Adres

1.0.27.16

Off

On

Helderheid: 40%





200100

Details en bediening

200100

Verbruik

37.5 W

Netspanning

233.7 V

Temperatuur

33 °C

Inclinatie

0.3 °

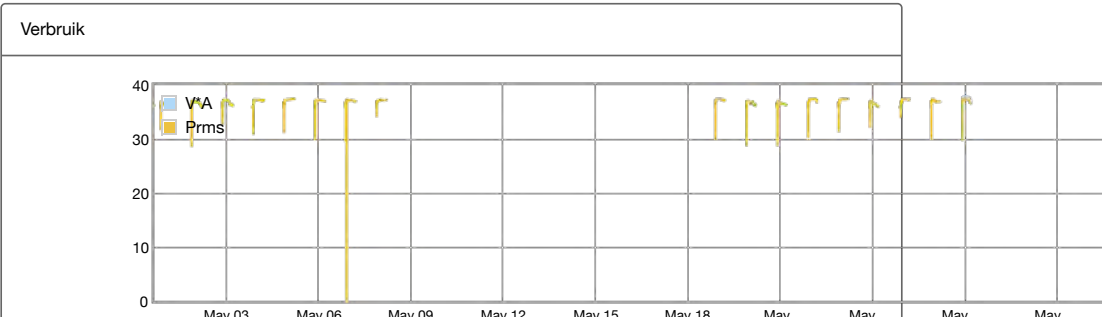
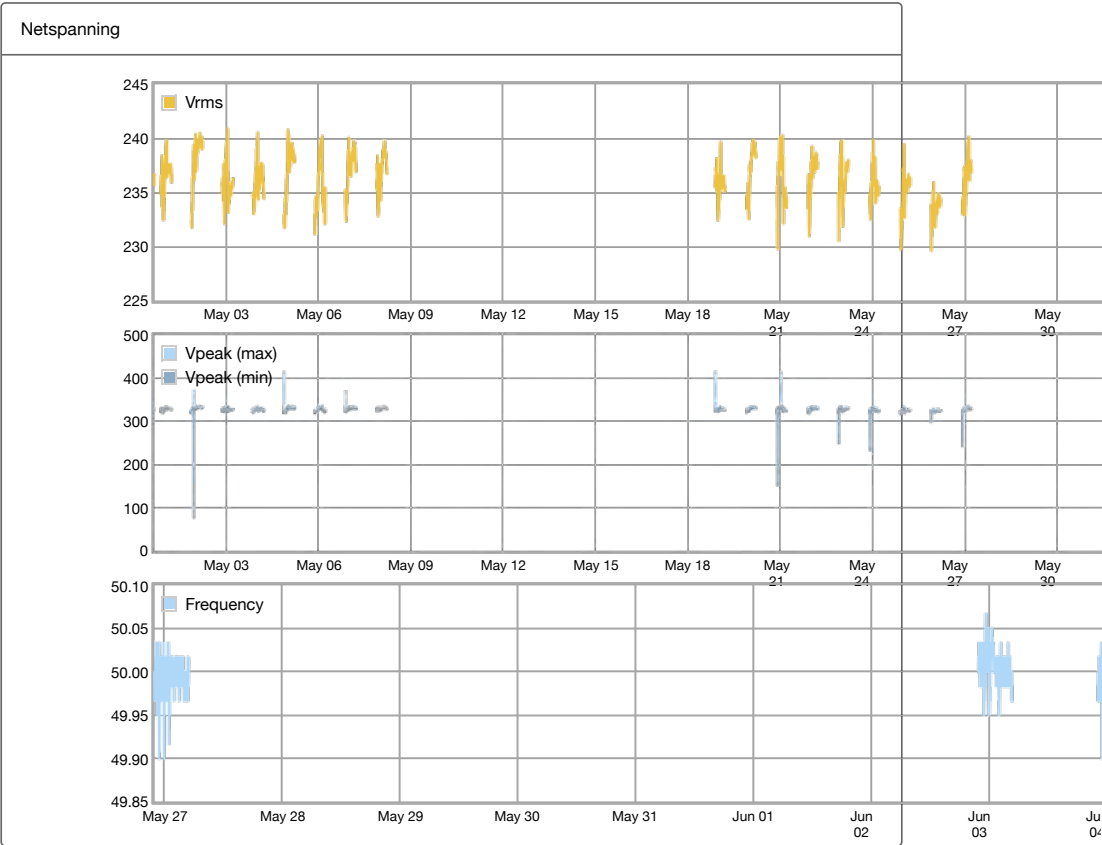
Adres

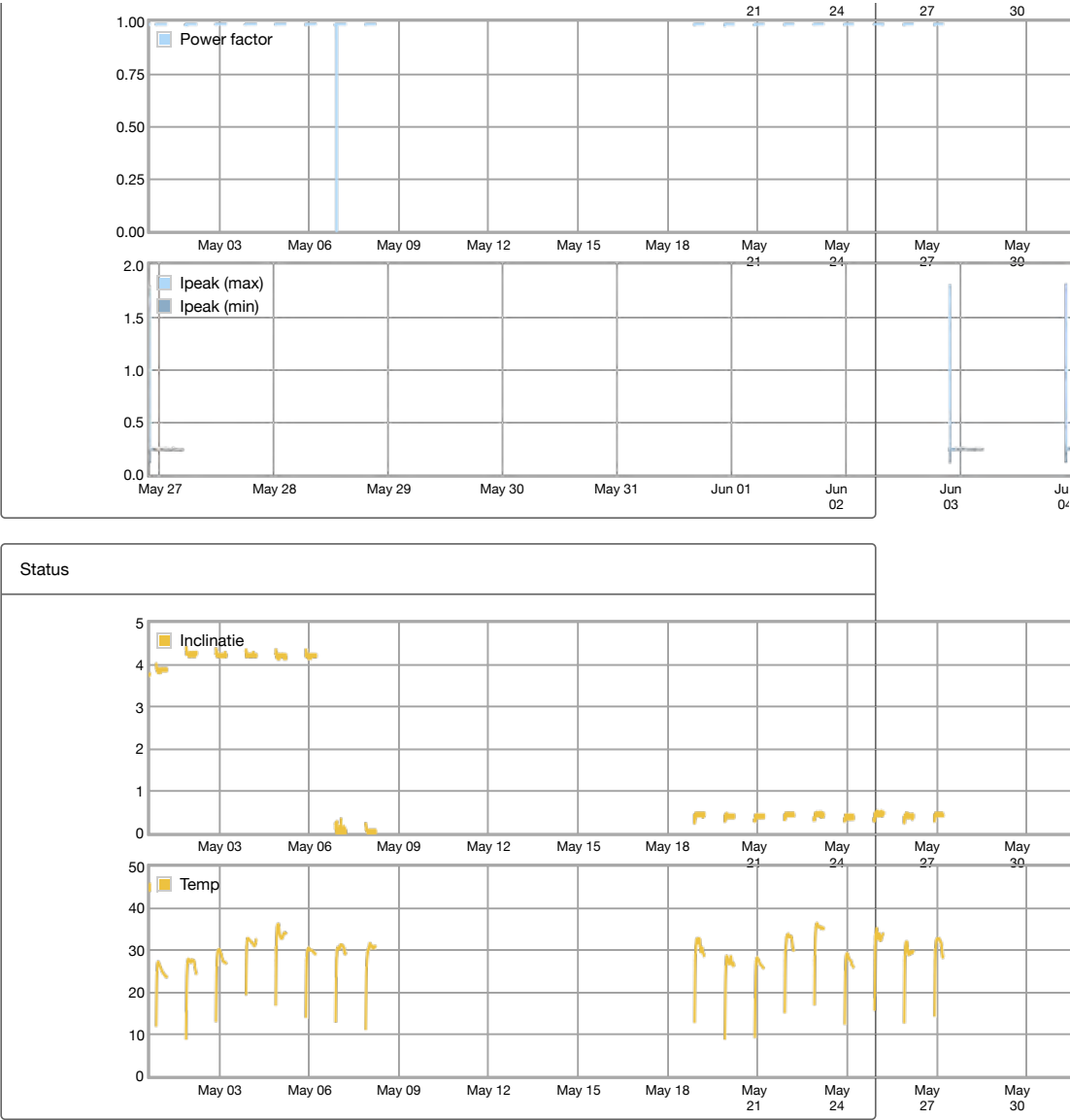
1.0.25.6

Off

On

Helderheid: 100%









Bijlage 18

SOWnet heeft hij een drietal meting gedaan met de lamp in hun laboratoriumopstelling. Hier is te zien dat de power factor afneemt naarmate de lamp gedimd wordt, te weten:

Dimstand	100%	50%	10%
Schijnbaar vermogen (S)	20.9	10.3	8.1
Werkelijk vermogen (P)	19.9	8.9	6.5
Power factor (Cos ϕ)	0.95	0.87	0.8
Stroomsterkte (I)	0.13	0.07	0.06

De gemeten lamp betrof een lamp van Lumis LED type MB16H van 18.44W

200154

Details en bediening

200154

Verbruik

0 W

Netspanning

234.4 V

Temperatuur

27.9 °C

Inclinatie

1.9 °

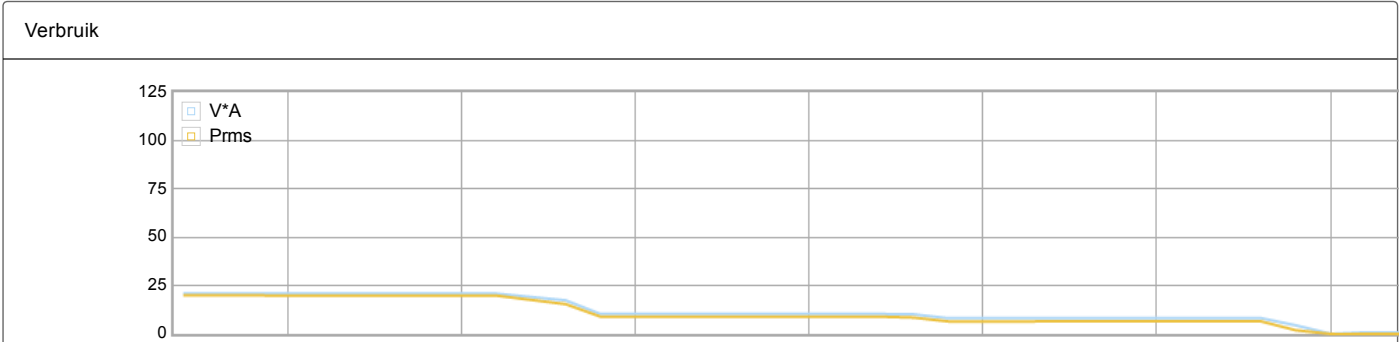
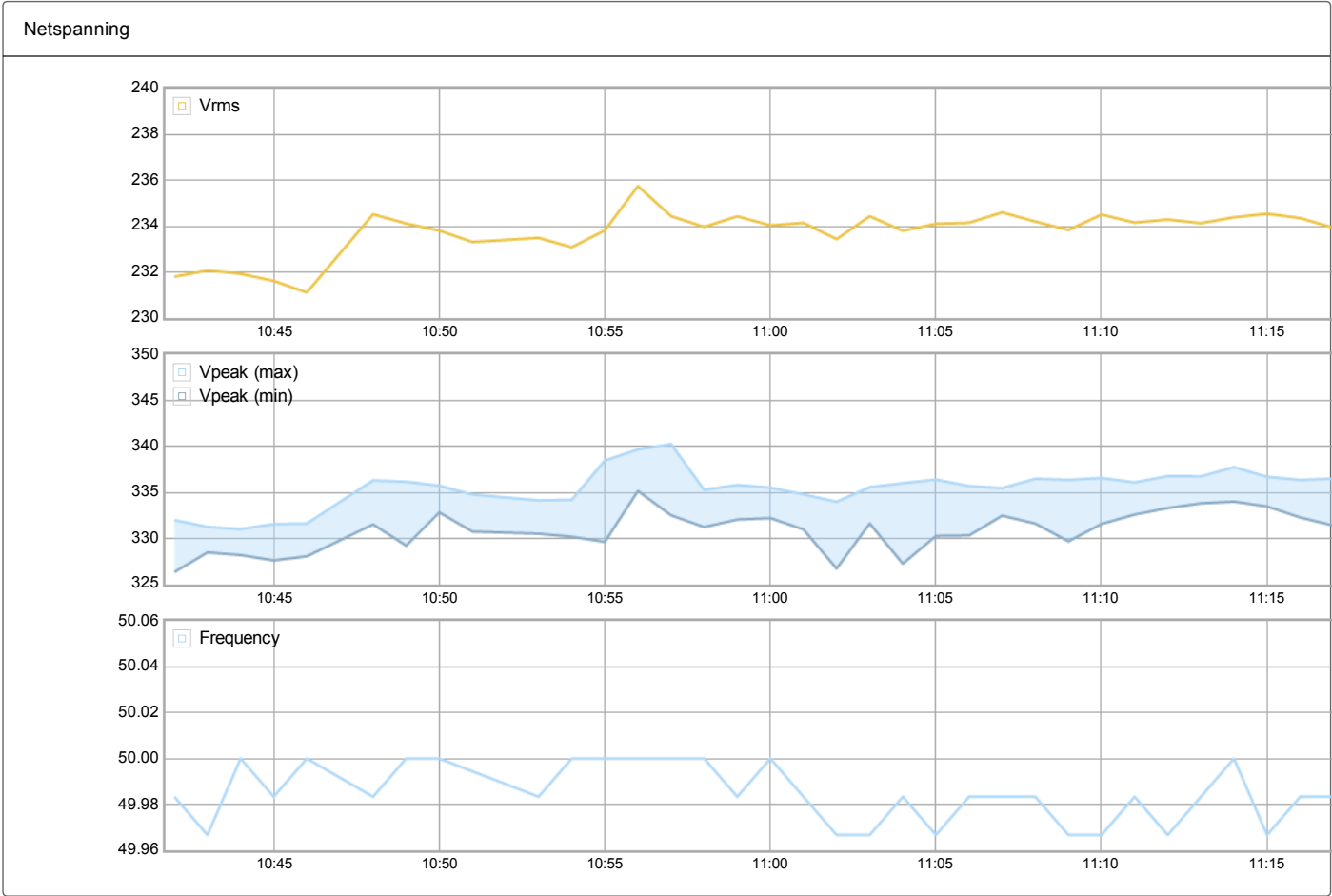
Adres

1.0.25.2

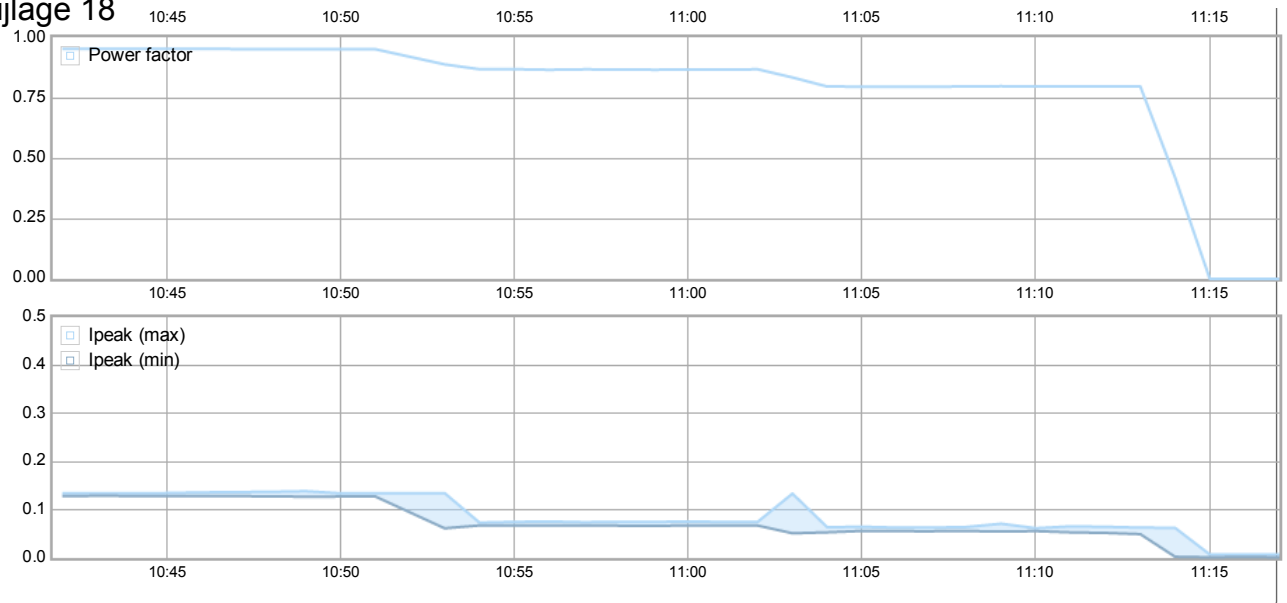
Off

On

Helderheid: 100%



Bijlage 18



Status

