

Rapportage DC=DeCent

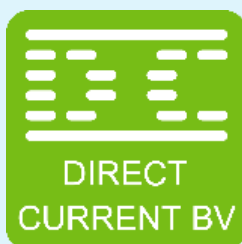
IPINS01011

Gelijkspanning op zonne-energie
in de gemeente Stadskanaal



DC
=
DECENT

Samengesteld door Harry Stokman (Direct Current BV) penvoerder
Betrokken partijen: Joulz, Siemens, Direct Current BV



SIEMENS

Voorwoord Penvoerder

Dit document is geschreven door Harry Stokman

Een toelichting over de Kernwaarde Direct Current BV en waarom wij dit van groot belang vinden voor de maatschappij.

Stukje geschiedenis, het begon met Hellas Rectifiers BV. Dit is een bedrijf wat al sinds 1949 gelijkrichter produceert voor de galvanische- en corrosiebeschermings- industrie. Hellas Rectifiers BV is altijd een niche speler geweest in de professionele gelijkspanningsmarkt. Binnen dit bedrijf is een unieke waardenpropositie ontstaan omtrent hoogvermogen gelijkspanning systemen met alle aspecten die daarbij komen kijken, waaronder gelijkspanning en corrosie, gelijkspanning en regelen of beveiligen. Met onze gelijkrichters werden we vaak met de netbeheerders geconfronteerd als het ging over harmonische vervuiling of power factor issues. Ik ben eigenaar van dit bedrijf sinds 1998

In de discussie omtrent slimme netten en de kosten die daarmee gemoeid zijn, is bij mij de volgende vraag opgekomen: "Stel dat de war of currents opnieuw gevoerd zou worden met de kennis van nu, was wisselspanning dan nog steeds als winnaar uit de bus gekomen?" Ik ben van mening dat de uitkomst in het voordeel zou zijn van gelijkspanning. Ik zag dat deze discussie alleen gevoerd wordt binnen universiteiten als wetenschappelijk onderzoek. Maar het is voor veel bedrijven bijzonder moeilijk om alle facetten van gelijkspanning te kennen en te komen tot een open systeem. En een goed bestuurder kijkt terug en vraagt zich af of de keuzen van toen nu nog geldig zou zijn.

Daarom vind ik dat we met de kennis die we opgedaan hebben sinds 1949 op gelijkspanningsinstallaties de discussie moeten voeren. En ik zal de eerste zijn mocht blijken dat wisselspanning een betere keuze is om dit dan ook direct toegeven. "Maar op dit moment van schrijven voel ik mij steeds sterker worden om te gaan voor een gelijkspanningsnetwerk".

En om dat goed te kunnen doen zijn er praktijkcases nodig. En iemand met lef om de kip-ei discussie te breken. Immers wie gaat er nu gelijkspanningsnetten maken zonder klanten of wie gaat nu producten maken zonder net.

Al deze informatie heeft ertoe geleid dat ikzelf besloten heb om Direct Current BV op te richten waar we onze opgedane kennis en de innovatieve kracht in onderbrengen, en dit gewoon te doen met als kernpunten de 5 D's Dromen, Denken, Durven, Doen en vooral Drammen.

Wij hebben ook sterk met Joulz, en Siemens opgetrokken om draagvlak te krijgen. Wij zien dat ook de cases die wij ontwikkeld en uitgevoerd hebben nu al zeer veel gebruikt worden. Bijvoorbeeld gelijkspanningsnetten met Openbare Verlichting, wij hebben hiervoor een totaalpakket ontwikkeld en deze is door CityTec (toen nog dochter van Joulz) op grotere schaal succesvol uitgevoerd. Ik ben dan ook zeer trots op dit stoere bedrijf wat boven het maaiveld is uitgesprongen. Dit project is dan ook de ontsteking in DCificatie van systemen. Wij zien het woord DCifiseren ook als het nieuwe werkwoord.

Op dit moment van schrijven zijn wij een grootschalig project aan het voorbereiden waarin we de ontwikkelde producten voor gelijkspanningssystemen zoals groeilicht combineren met een zonnepark en de AC/DC omzetter in het net plaatsen samen met Alliander. Dit is wereldwijd nog nooit eerder vertoond. Dit leidt tot een efficiënter, veiliger én betrouwbaarder net.

Onze green deal met de overheid heeft ons ontzettend versterkt, ik zie de greendeals dan ook als een bijzonder sterk instrument "de overheid als partner in crime". Een deal is altijd wederkerig. Dat is dan ook een van de redenen waarom Direct Current BV sterk in het onderwijs investeert. Gelijkspanningsmannen of -vrouwen zijn zeer belangrijk binnen onze missie.

In de toekomst zijn wij van mening dat de rol van distributienetbeheerders gaat veranderen. Lokale netbeheerders zijn nu een DNO. Wij zien een belangrijke rol weggelegd voor een DSO-distributie system operator. Met een gelijkspanningsnet geeft dit veel nieuwe mogelijkheden waardoor de transitie van energie mogelijk wordt tegen veel lagere maatschappelijke kosten.

Door deze transitie zien wij dat de huidige energiemaatschappijen hun rol dienen te veranderen om toekomstbestendigheid en de belangrijkste eis is de leveringszekerheid. Door duurzame opwekking zal er meer verschuiving plaatsvinden naar de CAPEX en minder naar de OPEX, immers er hoeven geen kolen op het vuur dus fors minder variabele kosten. Wij vinden het daarom belangrijk dat energiemaatschappijen meer diensten gaan ontwikkelen en zorg dragen voor een comfortverhoging in plaats van een energierekening-verhouding met de klant. Immers mensen betalen graag voor comfort en niet voor energie.

Dit zou de rol voor de grote spelers moeten zijn. Om dit comfort te kunnen bieden geeft een gelijkspanningsnet hierin extra mogelijkheden bijvoorbeeld: Een variabele instelbare capaciteitsaansluiting. Waardoor de slimheid van het systeem achter de meter komt in combinatie met kleinschalig opslag maakt het niet meer uit wat voor korte termijn power profielen zijn het gaat om een gemiddelde. Dit komt de leverzekerheid enorm ten goede.

Dit alles maakt het project DC=DeCent dan ook tot een essentiële stap waarmee we het hebben kunnen demonstreren en de gelijkspanning van Don Quichotte status tot een serieus alternatief heb kunnen brengen.

Met vriendelijke groet Harry Stokman

Tussen haakjes ik ben dyslectisch dus vergeef mij voor krommen zinnen en spelfouten, ik heb de gewoonte dat ik stukken in de zin weg laat.

Inhoudsopgaven

Voorwoord Penvoerder	2
Inhoudsopgaven	4
Termen	7
Maatschappelijk effect van gelijkspanning	9
Netbeheerder (Centraal MVAC/LVDC-netstation)	9
Toekomst	10
Gebruikers	10
Verbruiker	10
Opwekking	10
Prosumer	10
Kansen	11
Stroomversnelling	11
Slimme steden	12
Gebouwen	13
Valkuilen en nadelen van gelijkspanning	14
De valkuilen	14
Nadelen	14
DC=Decent	15
Oorspronkelijk plan	15
Uitdagingen	15
De niet technische activiteiten	15
De Technische uitdagingen	15
Organisatorische uitdagingen	15
Strategie	16
Techniek	18
Proeftuin resultaten	19
Resultaten	19
DC netten in de tuinbouw	20
DC netten in openbare verlichting	21
Promotie	23
Boekje	23
Congres	23
Media	23
Overheid	23
Greendeal	23
Erkenning	25
Direct Current BV winnaar Green Deal Award 2016	25

Direct Current BV in de Top 12 voor de Koning Willem I Plaqueette	26
Top 12 Koning Willem I Plaqueette voor Duurzaam Ondernemerschap 2016 bekend	26
Geselecteerden	26
Vakjury Koning Willem I Plaqueette	26
Over de Koning Willem I Plaqueette 2016.....	27
Over de Koning Willem I Stichting	27
Het Aalsmeers bedrijf Direct Current BV is genomineerd voor de 2016-2017 European Business	27
Rapportage	29
Inhoudelijk partners	29
Direct Current BV	29
Taak.....	29
Joulz.....	29
Siemens	29
Uitgevoerde werkzaamheden conform het projectplan.....	30
Plan: Fase 1: Het DC-Center en de DC/DC converter	30
Plan: Fase 2: Opzetten van een Energiebeheer-centrum (EBC)	30
Plan: Fase 3: Ontheffingsaanvraag en aanleg fysieke bekabeling.....	31
Plan: Fase 4: Proeftuin eerste energienetwerk PrimAviera met koppeling AC/DC	32
Plan: Fase 5: Tuinbouw koppelt lokale opwekking en afname.....	32
Plan: Fase 6 Tuinbouw leert werken met energieopslag.....	33
Plan: Fase 7 Tuinbouwbedrijf in eiland-modus	33
Plan: Fase 8 Tuinbouw voedt elektrisch rijden	33
Plan: Fase 9 PrimAviera neemt over en de sector en heel NL leert.....	33
Joulz, CityTec, Luminext.....	35
Vervolg op DC=DeCent -> DOE-DC.....	37
Conclusie.....	38
Aanbevelingen aan RVO.....	40
Verbetering	40
Positieve feedback.....	40
En verder	41
Normen ontwikkeling	42
NEN1010.....	42
IEC.....	42
IEC SEG4.....	42
IEC SEG6.....	42
CIGRÉ.....	43
Kennisoverdracht.....	44
Onderwijs.....	44
Hoge beroepsonderwijs.....	44

Universiteit	44
Lezingen	44
Brancheverenigingen	44
Congres	44
LVDC	46
Spanningsniveau	46
Uitgangspunt	46
Conclusie	46
Onderbouwing	46
Netcodes	47
Spanningsniveau LVDC	47
M geleider versus PE	47
Spanningskwaliteit	48
Rimpel	48
Stabiliteit	48
Gedrag	49
Openbare buiten ruimte	49
Privacy	50

Termen

AC	Alternating Current of wisselende stroom dit staat voor wisselstroom
AV	Alternating Voltage of wisselende spanning dit staat voor wisselspanning
CR	Current Router, beveiliging ontwikkeld door DCBV en draagt zorg voor de congestie management binnen een gelijkspanningsnet.
COS	Current/OS-operating systeem die gebruikt wordt binnen gelijkspanningsnetten.
DC	Direct Current of direct stroom staat voor gelijkstroom
DC ²	Staat voor DC kwadraat. Data Communicatie en Direct Current geïntegreerd.
DC-Link	DC tussen kring meestal een condensatorbank, deze zijn nodig in omzettaars of converter
DNO	Distributienetwerk operator: Huidige netwerkbeheerders
DSO	Distributiesysteem operator: nieuwe rollen, match maker in het net
DV	Direct Voltage of direct spanning staat voor gelijkspanning echter DC is ingeburgerd maar principieel is het een gelijkspanningsnet. Dus formeel moet men DV gebruiken in plaats van DC.
MVDC	Midden spanning op $\pm 3.500\text{Vdc}$, $\pm 7.000\text{Vdc}$ of $\pm 14.000\text{Vdc}$ dit is het alternatief voor het 10kVac of 20kVac 3 fase distributienet.
MESH GRIDS	Vermaasde netten dit zijn netten waar meerdere voedingspunten aanwezig zijn
LVDC	Laagspanning op $\pm 350\text{Vdc}$, $\pm 700\text{Vdc}$ of 1400Vdc dit is alternatief voor 230/400Vac 3 fase laagspanningsnet.
SLVDC	Veilige spanning $<60\text{V}$ en minder dan 1kW in het geval van ons project is dit 24Vdc of 48Vdc voor zeer kleine verbruikers. Ook wel ELVDC genoemd.
MVDC/LVDC	Omzetter van MVDC naar LVDC.
HID	Hogedruk natriumlampen die in de tuinbouw gebruikt worden voor groeilicht dit zijn 600, 750 of 1000W lampen.
LVDC-HID	Driver elektronica die op een laagspanning DC net 700V is aangesloten is en de HID lamp ontsteekt en gecontroleerd laat branden.
MODBUS	Standaardcommunicatieprotocol vastgelegd binnen de MODBUS-organisatie en is de basis van SCADA welke gebruikt wordt onder andere door de netbeheerders. MODBUS is een binnen lokalen een open standaard die door alle systemen ondersteund worden.
IEC	Wereldwijde standaard organisatie op het gebied van elektrische systemen binnen Europa zijn de lokale normen hiervan afgeleid.
NEN	Nederlandse lokale standaard commissie waar bijvoorbeeld de NEN1010 beheerd word deze komt voort uit de TC64 binnen de IEC.
CENELEC	Standaardisatie organisatie binnen de IEC.
PLC	Power line communicatie CENELEC A band gebruikmakend van de G3 standaard met daarboven op een MODBUS-protocol.

POLE

Gelijkspanning tegenhanger van fase

M

Gelijkspanning tegenhanger van N de nul geleider binnen AC

Maatschappelijk effect van gelijkspanning

Wat zijn de meerwaarde voor de netbeheerder en klanten om de transitie naar LVDC voort te zetten:

Netbeheerder (Centraal MVAC/LVDC-netstation)

Doordat de DSO/DNO de converter in beheer heeft, zijn er veel voordelen voor de Netbeheerder en gebruikers.

Dit zal leiden tot lagere maatschappelijke kosten en slimme netten en capaciteit uitbreidingen zijn eenvoudiger.

Wij hebben de volgende argumenten verzameld:

- **Spanningskwaliteit:** Bij grootschalige zonnepanelen is het goed mogelijk dat de netspanning gaat stijgen. Het regelen op frequentie gaat niet meer doordat alle netten gekoppeld zijn is de netfrequentie vast en een graatmeter voor het totale systeem. Het enige wat overblijft om is het spanningsniveau wat een graatmeter kan zijn dat er onbalans is op het lokale net. Bij het stijgen van de spanning moet er reactief vermogen gedraaid worden. De vraag rijst dan hoe ga dit regelen met vele kleine gebruikers. Dit kan dan alleen als de netbeheerder toegang krijgt tot de omzetter. Maar wie draait er dan op voor de verliezen en wat als dit als gevolg heeft dat de capaciteit. De ontstane congestie is lokaal en zegt niets over de markt. Doordat de omzetter centraal is kan de netbeheerder aan de midden spanning zijde reactief vermogen genereren waardoor de spanningskwaliteit in het gebied gewaarborgd wordt. Terwijl er aan de LVDC-zijde een gestabiliseerde spanning is en gebruikers hier voor niet opdraaien. Op dit moment van schrijven zijn er in Duitsland voor de grote PV-parken nu al bepaald dat de netbeheerder de inverter wil besturen op reactief vermogen de net codes, echter het is raar dat de klant capaciteit beschikbaar moet stellen om spanningskwaliteit te halen. Dit wat on betrefte een taak van de netbeheerder en niet van de gebruiker.
- **Capaciteit:** Mogelijkheid om LVDC netten te koppelen en een MESCH netten te realiseren waardoor en grote toenames van beschikbare capaciteit gerealiseerd wordt. Simpelweg een kabel aan twee kanten invoeren geeft dubbele capaciteit. Waardoor bestaande kabels niet vervangen hoeven te worden als er gebrek aan vermogen is de omgeving is.
- **Betrouwbaarheid:** doordat het LVDC uit meerdere bronnen gevoed kan worden is er een hogere beschikbaarheid. Verder om dat het binnen LVDC eenvoudig mogelijk is om congestie te regelen, kan er bij een tekort de netspanning verlaagd worden waardoor niet belangrijke gebruikers uitgeschakeld kunnen worden. Waardoor belangrijke gebruiker langer voorzien kan worden. In combinatie met opslag kunnen de meest kritische gebruikers blijven werken zonder dat daar een enorme opslag voorzien gemaakt moet worden.
- **Wijk gebonden opslag:** De hoofdconverter heeft een zogenaamde DC-Link nodig. Deze link kan eenvoudig gevoed worden van batterijen. De netbeheerder zelf kan niet opslaan dit zou de markt verstoren. Maar de netbeheerder mag wel energie uitwisselen zo genaamde virtuele verbindingen. Als er in het ene gebied een accu volloopt dan moet in een ander gebied de accu leeglopen. Dit is markt neutraal, maar ontsluit veel congestie kosten. Echter het is logischer om de baterijen los van de DC-Link te koppelen en op een ander strategische locatie te plaatsen in het LVDC net via een DC/DC-omzetter om de batterijen economisch te maximaliseren.
- **Koppelen van distributienetten:** op deze manier kunnen gebieden gekoppeld worden waardoor bestaande midden spanningsnetten efficiënter gebruikt kunnen worden. Op deze manier kunnen gebieden gekoppeld worden zonder dat het kortsluitvermogen vergroot wordt.
- **Gebruikers:** deze hoeven nu niet AC/DC te kopen. Want niet in elke meterkast en aansluiting is geschikt, zeker niet in het geval wanneer de efficiency van de zonnepanelen toeneemt. De kosten van deze systemen zullen fors lager worden. Waardoor de subsidie of andere stimuleringen niet meer nodig zijn. Wat dan weer direct effect heeft op de maatschappelijk kosten.
- **Vermijden van conversie:** er worden veel omzetting vermeden waardoor er energiebesparing mogelijk is. Echter deze zal in de toekomst kleiner worden omdat de elektronica steeds efficiënter zal worden door de inzet van SIC en GAN in plaats van SI.

- **Decentrale netten:** Bij een LVDC is de netbeheerder erop voorbereid om het net decentraal in te kunnen zetten indien deze binnen de wettelijke kaders mogelijk kunnen worden.
- **Schaalbaarheid:** Door dat er gebruik gemaakt kan worden van Mesh Grids kunnen LVDC organisch mee ontwikkelen binnen het gebied. Denk aan industrieterreinen waar het nog onbekend is wat voor bedrijven zich daar gaan vestigen. Bij dit soort gebieden moet er een keuze gemaakt worden op welke capaciteit leggen we dit gebied aan en hoe zwaar wordt de laagspanningsdistributie. Met gelijkspanning kan deze veel flexibeler worden georganiseerd. Zonder kapitaalsvernietiging als later bleek het net niet correct bemeten was, te groot of te klein.
- **Levensduur:** er zijn geen elektrolyten meer nodig in gebruikers wat leidt tot hogere levensduren. Te denken van aan led-drivers. Elektrolyten zijn sterk bepalend voor de levensduur.
- **EMC:** Doordat er geaarde LVDC-Netten zijn kan dit een enorm voordeel opleveren voor de huidige common-modevervuiling. Bij AC zullen er in het net vele conversie plaatsvinden (zonnepanelen, elektrisch auto's) waardoor dit steeds een groter probleem gaat opleveren. Zoals Electro smog, er komen steeds meer klachten van mensen die hier gevoelig voor zijn. Bij AC is hoogfrequent common-mode lastig te filteren. Bij DC is dit vele male eenvoudiger. Ook omdat de DC-Link nu direct gekoppeld is aan het net en niet via AC/DC omzetters. Dit wel geldig in gebieden waar aarden eenvoudig mogelijk is. De Scandinavische landen hebben een hoge bodemweerstand waardoor IT netten nodig zijn. Hier common-mode niet eenvoudig te filteren.
- **Grondstoffen:** Doordat over de bestaande kabels meer vermogen geleverd word hoeven de bestaande netten net vervangen te worden wat leid tot reductie van en koper/aluminium.
- **Maatschappelijk kosten:** Uiteindelijk lijkt dit tot een enorme besparing voor de netbeheerder dus voor ons allemaal, willen wij werken aan een duurzame samenleving. Men moet zich realiseren dat het meeste Kapitaal van ons net zit in de laagspanning

Toekomst

De middenspanningsdistributienetten meer gelijkspanning (MVDC) toe te passen gelden er ook hier dezelfde argumenten als voor LVDC. Als gevolg van de ontwikkelingen van GAN en SIC zullen hoger spanning eenvoudig mogelijk maken.

Gebruikers

De gebruikers op het laagspanningsnet zijn onder te verdelen in 3 categorieën deze hebben allemaal baat bij gelijkspanning.

1. Verbruiker
2. Opwekking
3. Prosumer

Verbruiker

Heeft het voordeel dat gelijkspanning eenvoudig een capaciteitstarief mogelijk maakt doordat de slimheid van het systeem achter de meter kan plaatsvinden.

Opwekking

Direct leveren aan het net met veel eenvoudigere net codes

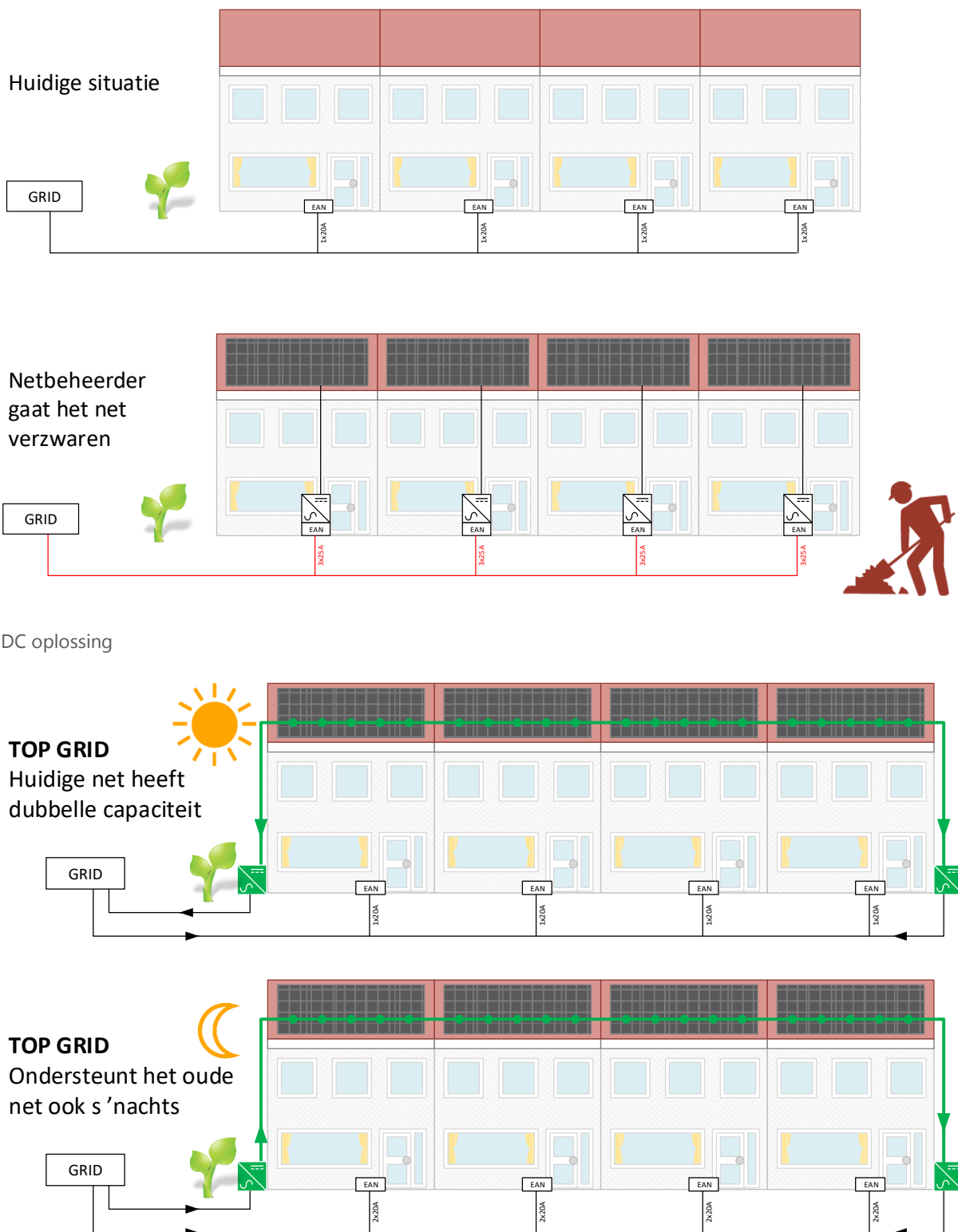
Prosumer

Eenvoudig zonnepanelen te koppelen aan het huis gelijkspanningsnet, en zelf kunnen bepalen of de energie terug geleverd wordt, lokaal verbruikt of opgeslagen wordt.

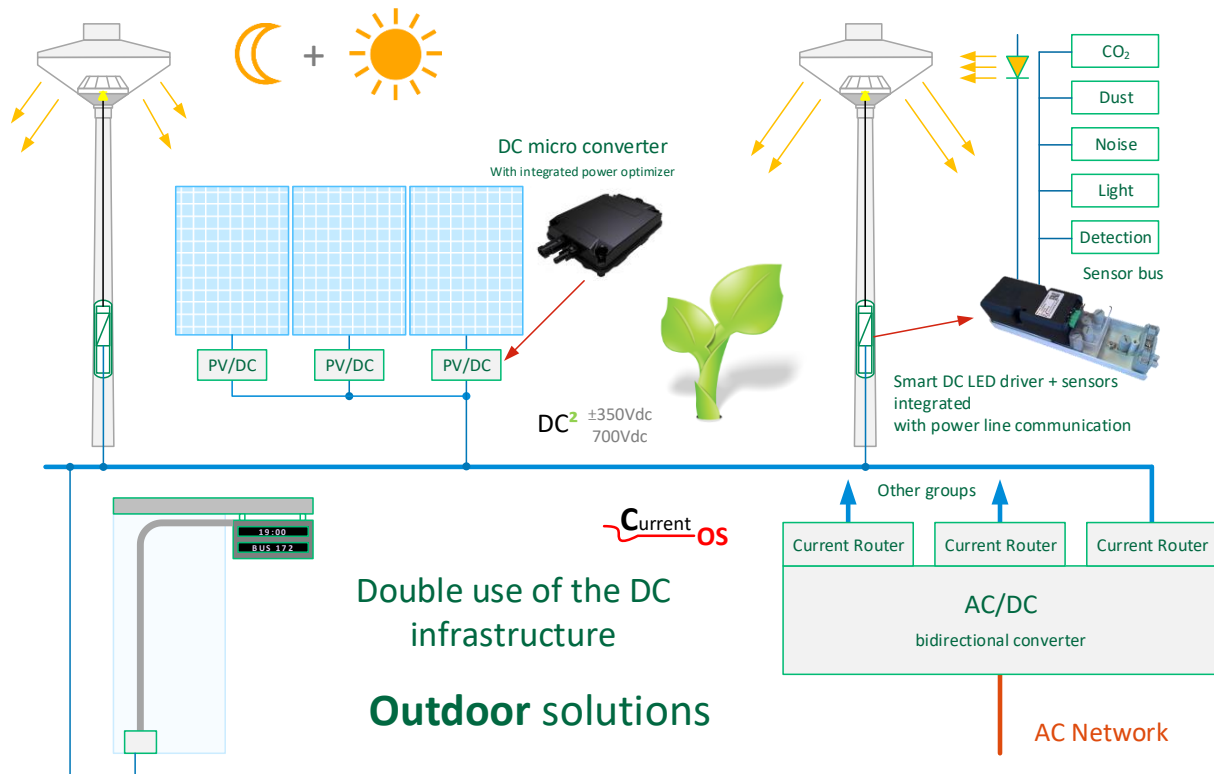
Kansen

Alleen al op de basis van kansen in de elektrische infrastructuur heeft gelijkspanning grote voordelen hier onder een paar kansen weergegeven.

Stroomversnelling



Slimme steden



Er zijn vele argumenten waarom een gelijkspanningsnet in de openbare ruimte een belangrijke bijdragen kan leveren:

Veiligheid:

De huidige systemen in de buitenruimte zijn op de overdag uitgeschakeld waardoor deze systemen geen gevaar opleveren op de dag. Echter doordat er meer behoefte komt aan kleine aansluitingen voor abri's het is voordehand liggend om hiervoor de openbare verlichting te gebruiken als men de lamp schakelt kan de mast 24 uur onder spanning blijven. Echter wat men niet realiseert zijn er op overdag vele kansen op elektrocutie de zgn. mastluikjes zijn vaak weg. Er is veel parkeerschade met masten. In het verleden zijn er weinig ongelukken geweest maar dat komt dat de meest kans op een ongeluk overdag is. De reden dat een aardlekschakelaar niet gebruikt wordt in het straatbeeld is dat dit gewoon niet gaat werken, er is te veel lekstroom. Met gelijkspanning heeft men geen last van capacitieve lekstromen waardoor elektrocutie gedetecteerd kan worden en de kans op menselijk leed verminderd.

Communicatie:

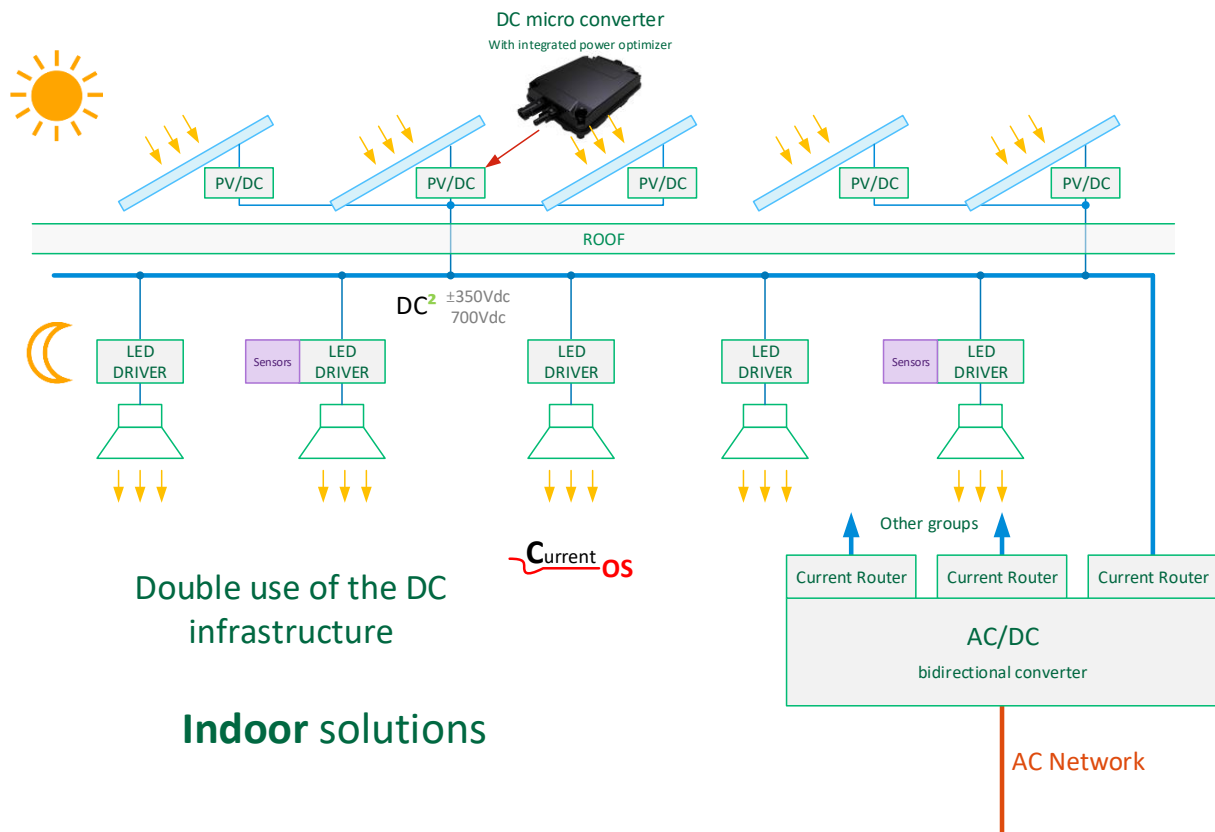
Nu worden er RF, LORA of soms power line communicatie aangelegd om de lichtmasten te sturen deze zijn verre van optimaal. Bij Powerline communicatie heeft men veel last van componenten die geen rekeninghouden met powerline communicatie RF-oplossingen werkt redelijk dit zijn vaak hop netwerken waardoor bij een defect het andere deel niet meer bereikt wordt, deze systemen zijn makkelijk te storen net als LORA, echter bij LORA heeft men een grote beperking in data en snelheid. Bij gelijkspanningsnetten is het eenvoudig om powerline communicatie te kunnen



gebruiken op een redelijke snelheid waardoor er veel extra data van bijvoorbeeld sensoren of status meegenomen kunnen worden waardoor de basis van slimmesteden bin het bereik komen.

Lange kabels: Bij de buitenruimte is er een grote behoefte om langere afstanden te kunnen overbruggen, dit is voor wisselspanning lastig omdat beperking toenemende inductie het kortsluitvermogen verminderd en spanningsval leidt tot hogere stromen omdat de meeste gebruikers vermogensconstant zijn. Verder is er binnen de gebruikers een zgn. power factor controller nodig dit zijn de gevoeligste componenten binnen een systeem en bepalend voor de levensduur van deze componeten.

Gebouwen



Aan dezelfde gelijkspanningsinfrastructuur zijn zowel de zonnepanelen (opwekking) als ook de belichting (verbruik) verbonden.

Valkuilen en nadelen van gelijkspanning

Mensen vragen vaak het klinkt zo mooi waar is het probleem en wat zijn de nadelen, hieronder de meest voorkomende gevaren en vooroordelen:

De valkuilen

- Denken dat **lage spanning** (<60V) veilig zijn, deze komen voor bij applicaties maar niet bij distributie. Let op gelijkspanning <60V is veilig mits het vermogen lager is dan 1kW. Hogere vermogens zijn gevaarlijk niet van wegen elektrocutie gevaar maar vooral vanwege brandgevaar. Hoge stromen zijn lastig te beveiligen en warmteontwikkeling door slechte contacten zijn dan ook het meest voorkomend I^2R effect.
- **Zekeringen, automaten en schakelaars** werken niet al betrouwbaar bij gelijkspanning vanwege het ontbreken van een nul doorgang. Gelijkspanning kan alleen succesvol worden toegepast in combinatie met solidstate elementen
- **Spanningspieken** veroorzaakt door niet het inschakelen maar vooral het uitschakelgedrag te bepalen.
- **Oscillaties** bij lange leidingen kunnen deze gemakkelijk optreden
- **Vlambogen** gelijkspanning kent geen nul doorgang en bij spanningen groter dan 12V kan er door ionisatie in combinatie met een vonk een vlamboog ontstaan die niet vanzelf dooft.
- **Batterijen** direct aan het systeem, dit is een zwaar afteraden constructie. Lijkt efficiënt maar met de huidige batterijen heeft dit vooral economisch nadelige effecten maar vooral de beveiliging is lastig en kan gevaarlijke situaties opleveren.
- **Stromen >50A** vermijden, deze hebben strak onderhoudsschema nodig. Dit hebben wij in de loop van de jaren gezien. Vooral bij particulieren is dit gevaarlijk, zijn niet gewent aan onderhoud binnen elektrische installaties.
- **Kennis** er is weinig kennis op het gebied van gelijkspanning en kan hierdoor gevaarlijke situaties opleveren. Gelijkspanning gebouwd zoals we kennen binnen wisselspanning is niet veilig.
- **Lekstroom** een paar mA kan een gebouw beschadigen. Wij verwachten vooral bij parkeergarages in combinatie met Ledverlichting en elektrische mobiliteit verborgen gevaren.

Nadelen

- Ionisatie van de lucht kan gevaarlijk situatie opleveren.
- Figuur 2 laat zien dat bij een test enorme corrosie veroorzaakt kan worden binnen 11 dagen met een lekstroom van 30mA/cm².



FIGUUR 2



FIGUUR 1

Dit is bij **huidige AC óók** een groot gevaar wij verwachten in bijvoorbeeld **parkeergarages** toename van serieuze issues of over erger ongevallen door gelijkstroomcorrosie, veroorzaakt door bijvoorbeeld:

- Elektrische oplaadpunten
- Ledverlichting

Oorzaak beton bevat veel zout. Op het moment dat betonbewapening anodisch wordt hier dan zuurstof geproduceerd wat dan een corrosieve omgeving veroorzaakt. Met als gevolg dat de bewapening in de betonnen constructies wegvalt Figuur 1



DC=Decent

Oorspronkelijk plan

Het bouwen van een LVDC- en MVDC-distributienetwerk in een tuinbouwgebied

Uitdagingen

Bij de aanvang van het plan liepen we direct tegen zeer veel uitdagingen aan en hoe gaan we dit de onderstaande issues aan

De niet technische activiteiten

We hadden de volgende uitdagingen te overwinnen:

1. Niet bestaande Net codes
2. Niet bestaande Klanten
3. Overnemen van het net door een netbeheerder en investeringen waarborgen
4. Niet bestaande regelgeving
5. Onbekend of normen voldoen
6. Er is geen kennis
7. Vooroordelen door onbekendheid
8. Tegenstanders uit de directe sector
9. Privacy van gegevens

De Technische uitdagingen

Hoe maken we de componenten met verkrijgbare onderdelen:

1. Converter MVDC/LVDC
2. Converter MVAC/MVDC
3. Effecten in de omgeving
4. Specificatie kabel
5. Communicatie
6. Compatible DC meter
7. Elektrische gebruikers

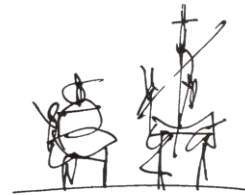
Organisatorische uitdagingen

Het klinkt simpel maar bij klanten in de tuinbouw gaat het direct om grote elektrische vermogens en hoe ga je de continuïteit waarborgen waar direct om gevraagd wordt:

1. Hoe kun je de effecten ondervinden zonder bestaand net
2. Hoe te komen tot netcodes
3. Hoe bouw je een net met lange kabels in de buitenruimte zonder direct klanten
4. Welke regelalgoritmes zijn van toepassing
5. Hoe te testen zonder dat daar klanten hinder van ondervinden
6. Hoe de investering te beperken en een installatie te bouwen die niet overgenomen wordt door de netbeheerder
7. Hoe de aansluiting van de klanten onder de verzekering vallen en voldoen aan de NEN 1010

We hebben een oplossing voor:

- *Niet bestaand probleem*
- *Niet bestaande klanten*
- *Niet bestaande vraag*

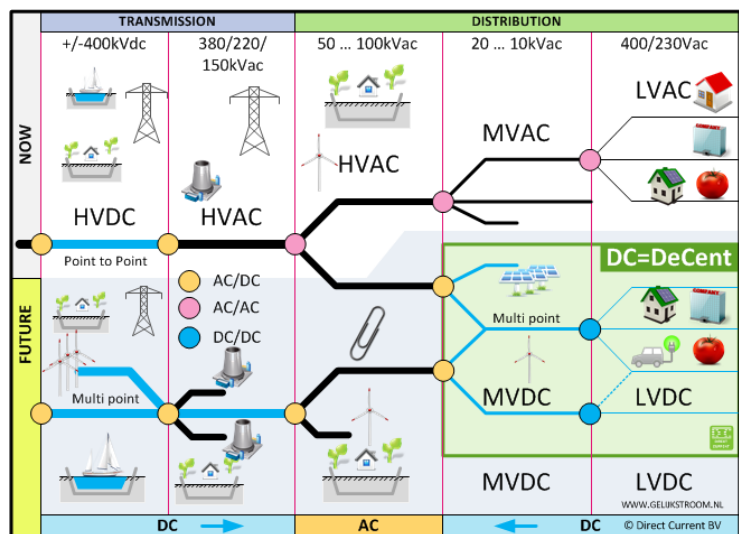




Om gelijkspanning goed van de grond te krijgen hebben in de volle breedte van de samenleving draagkracht nodig:

- Politiek, landelijk, en lokaal
- Onderwijs, TU's en HBO's
- Industrie
- Overheid
- Standaardorganisaties
- Netbeheerders
- Ingenieursbureaus

Die hebben we allemaal betrokken, en vooral gedramd om ze in beweging te krijgen, maar het belangrijkste is een sterke visie om de mensen mee te kunnen nemen naar de toekomst.



Om een nieuw net te bouwen dan loop je direct tegen een aantal partijen aan die mee moeten werken en hoe krijg je alle partijen betrokken daartoe hebben we de volgende richting gekozen:

1. **Green Deal:** we hebben met EZ een greendeal afgesloten om de partijen die betrokken zijn binnen de regelgeving in beweging te krijgen. Een deal is altijd wederkerig wij hebben daarom als tegenprestatie afgesproken om gelijkspanning te promoten algemeen binnen Nederland maar vooral binnen het onderwijs. We hebben hier een algemeen congres georganiseerd, een boekje uitgegeven "groot gelijk" en veel colleges en mee gewerkt aan lesmateriaal binnen het HBO en Universiteit. Tijdens de deal hebben we veel partijen gesproken, te weten:
 - a. **NEN:** Deze partij is verantwoordelijk voor de NEN 1010. We hebben hard gewerkt aan de mogelijkheid om gelijkspanning binnen de NEN 1010 krijgen. Eerst hebben we een NEN-congres georganiseerd met de markt en de discussie gevoerd. De NEN stuurde steeds af op een NTA "Nederlandse Technische Afspraak" dit is een mogelijkheid die vrij duur is en zeer

beperkt. We hebben er toch voor gekozen om te gaan drammen en ervoor te zorgen dat de NEN 1010 in beweging komt. Dit is uiteindelijk gelukt ;) We zijn nu een formele werkgroep gelijkspanning binnen de NEN 1010. Op dit moment van schrijven verwachten wij medio 2016 de NEN 1010 gelijkspanning vriendelijke formeel te hebben geregeld.

- b. **ACM:** De Autoriteit Consument en Markt
 - c. **Verispect:** Hier wordt de meetstandaard bepaald voor elektrische meters, voor gelijkspanning is er geen standaard. Echter er is toevallig wel door de EU een verzoek gemaakt om tot een gelijkspanning variant van de elektrische meetstandaard te komen voor met.
 - d. **Netbeheer Nederland:** Deze groep is verantwoordelijk voor de netcodes, hiermee hebben we afgesproken om toch te gaan beginnen zonder netcodes en op het moment dat we behoefte hebben aan deze code dat gaan we hem maken.
2. **Straatverlichting:** We zijn op zoek gegaan waar kunnen we netten testen zonder klanten en met lange kabels in de buitenruimte. We liepen tegen een dochter van JOULZ aan CityTec en hier lag de ultieme kans. Het voordeel van een straatverlichtingsnet is dat het principieel niet anders is dan een normaal DC net. We hebben de kans met alle handen vastgepakt en hebben veel van de technische structuur kunnen ontwikkelen en demonstreren voordat we aan het grote werk konden beginnen. We hebben het volgende gerealiseerd en gedemonstreerd:
- a. **Communicatie:** Hoe ga je met gebruikers om van uit een voedingspunt
 - b. **Eigenschappen:** Van de AC/DC omzetter
 - c. **Netcodes:** Binnen dit net zijn zeker de netcodes van toepassing
 - d. **Normen:** We hebben de dit projecten ingebracht binnen de NEN 1010 werkgroep als case. AC-straatverlichting voldoet niet aan de NEN 1010.
 - e. **Beveiliging:** Hoe maak een LVDC-distributienet veilig voor de omgeving

Na veel overleg en het bedenken van een case voor straatverlichting durfde CityTec het aan om ons die kans te geven. Er deed zich op dat moment een aantal kansen voor en die hebben we opgepakt hier onder de volgende systemen:

- f. **In De Haarlemmermeer Bedrijventerrein de Liederen:** Dit was de eerste die op ons bordje kwam en had eigenlijk precies wat wij zochten:
 - i. **Bestaande kabels:** hier kunnen we bestaande kabels testen of deze geschikt zijn voor gelijkspanning.
 - ii. **Kabelmoffen:** Wat zijn de effecten die van toepassing zijn van gelijkspanning op de kabel mof.
 - iii. **150KVac Transmissie:** Hierin konden we meenemen wat de effecten zijn van in AC koppeling op een DC-net.
 - iv. **Zure grond:** Bij lekstromen van gelijkspanning kan corrosie ontstaan. Aangezien dit gebied een autosloperrij is waarbij veel bodemverontreiniging werd aangetroffen is dit de ultieme plek om corrosie te testen
- g. **Dorp centrum in Musselkanaal:** Dit is een nieuw aan te leggen gebied, hier konden we het systeem aanleggen op een manier waarbij we geen compromissen hoeven te sluiten. En zo mooi kunnen vergelijken met een renovatie en nieuwbouw installatie.
- h. **Zeeland:** in de buitenruimte hebben we een installatie gemaakt om te testen als het AC voedingsnet een lange kabel bevat. Waardoor we de effecten van instabiele AC voeding konden testen
- i. **Ecolonia Alphen aan de Rijn:** Hier hebben we combinatienet naar eigennet als ringnet om zo op tot een soort mesh grid kunnen realiseren om te testen, en hoe reageren de bewoners op gelijkspanning.

Techniek

Gelijkspanning is anders dan wisselspanning. Er is immers geen nul-doorgang waardoor er anders gedacht moet worden.

Gelijkspanning heeft de volgende nadelen:

- Een hoge gelijkstroom is lastig te onderbreken.
- Geïoniseerde lucht is een goede geleider.
- Overslag veroorzaakt geïoniseerde lucht.
- Er is niet altijd een kruipstroom als men een van de geleiders aanraakt.
- Lekstromen veroorzaken corrosie wat leidt tot indirect gevaar.

Voor de hand liggende conclusie is dan dat we op wisselspanning moeten blijven. Maar als we het op een andere manier benaderen, dan is een van de belangrijkste uitgangspunten dat een stroom nooit hoger mag worden dan zijn nominale stroom. Dit bereikt men door ervoor te zorgen dat er geen kortsluitvermogen beschikbaar is.

De volgende items zijn binnen DC-netten belangrijk:

- Batterijen niet direct verbonden met de bus reden:
- Elektronica inzetten voor detectie en afschakelen.
- Detecteren van de voedingspanning. Indien de voedingspanning x% daalt, dient de gebruiker in stand-by mode te gaan. Dit voorkomt ioniseren bij stekkers.
- Geen inschakel stroom van de DC-Links bij verbinden. Maar na enkele tijd pas laden.
- Een systeem gebaseerd op kortsluitvermogen is lastig, als er elektronische bronnen gebruikt worden. Het vermogen moet dan uit de condensatoren komen. Dit is lastig in de hand te houden. Het kortsluitvermogen is snel te groot waardoor DC-beveiligingsautomaten onbetrouwbaar worden.

Proeftuin resultaten

Resultaten

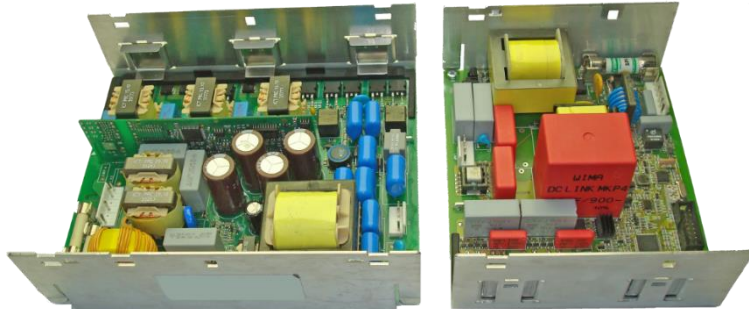
Wat is er gedaan:

- Het systeem gedefinieerd als een opensysteem en een volwaardig alternatief voor het bestaande AC-systeem
- Beveilig concept voor veiligheid binnen gelijkspanningsnetten
- Operating systeem Current/OS "COS" die zorg draagt voor de toepassingen binnen een gelijkspanningsnet, waar de nadruk ligt op congestiemanagement binnen een net
- Current Routers "CR" dit zijn decentrale verbindingsknooppunten waar de communicatie en de beveiliging geregeld wordt.
- Plan uitgewerkt waarin de netwerkbeheerders direct een LVDC-aansluiting kunnen organiseren voor klanten
- Meetcodes
- Spanningskwaliteit definitie als onderdeel van de net codes
- Systeem waarin privacy vanuit de basis is mee genomen. En dat privacy niet beveiligd hoeft te worden omdat simpelweg er geen infra aanwezig is waarin buitenstaanders bij de bron kan komen. Echter als gebruikers apparaten gaan verbinden met internet dat kan deze situatie wel ontstaan. Maar het DC net zelf is hier geen onderdeel van.
- Normen wij zitten aan de knoppen van de standaards NEN en IEC
- Het is bij de netbeheerders op het netvlies vooral Alliander heeft het serieus opgepakt door een permanent team met focus op DC, en overweegt nu wel in te stappen binnen DOE-DC
- Internationaal hebben we van Nederland een koploper gemaakt op het gebied van DC
- Binnen universiteiten en hogescholen is het opgenomen
- Er is veel draagvlak gecreëerd DC is serieus geworden, het is in onze beleving een onderwerp wat nu breed overwogen wordt in de markt, (het blijft wel een opmerking van: wij van DC eend ...)
- Basis gelegd voor grootschalige opschaling binnen het project DOE-DC
- Commerciële cases gemaakt waarin gelijkspanning wisselspanning verslaat. Dus er is een markt gecreëerd wat uiteindelijk een positief effect heeft op de BV nederland.

DC netten in de tuinbouw



50x groeilicht op gelijkspanning
Aangesloten op +/- 700Vdc kabels



Resultaten uit ons voorgaande project gelijkspanning komt in de kas. Rechts de drivers voor de 1000W groeilicht op gelijkspanning incl. power line communicatie links de huidige Philips AC driver zonder communicatie



Eerste prototype van een netstation 50kVA dient als schaal model van een 10kVac/+/-700Vdc station waar we het eerste gedrag mee hebben getest.

DC netten in openbare verlichting



78 masten op een bestaand kabel structuur van 20 jaar oud waar we onderzoek op hebben gedaan omtrent het effect van gelijkspanning op renovatie wijken. Resultaat door slim management en via Current Routers en Current/OS >75% energie reductie ten opzichte van de oude installatie de oude in een ster configuratie.



106 gebruikers Nieuw bekabeling van 3,5km en geen kabel Moffen maar doorlussen in de mast



102 gebruikers op DC in een ringnet van 3,5km als basis voor een meshed grid waarin slechts een voedingskast is

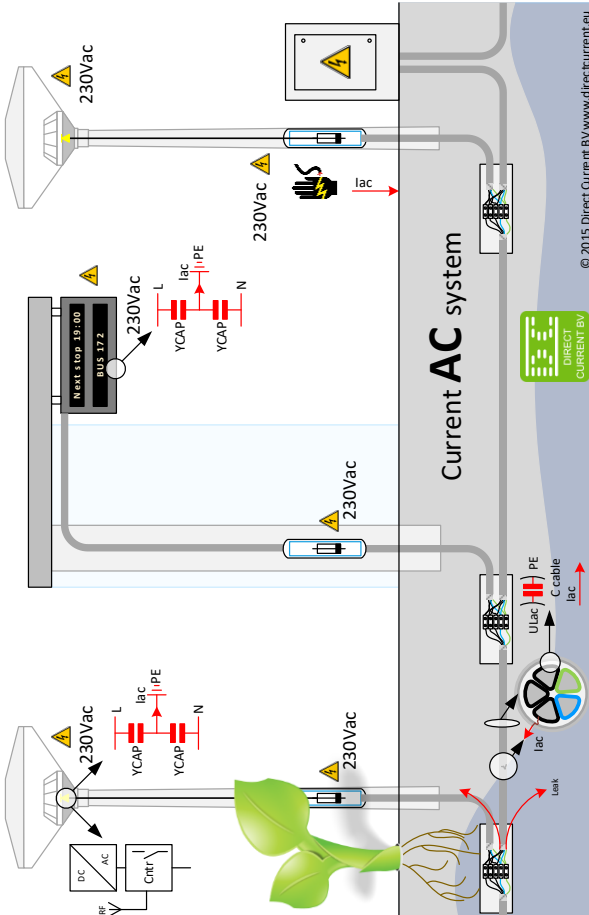
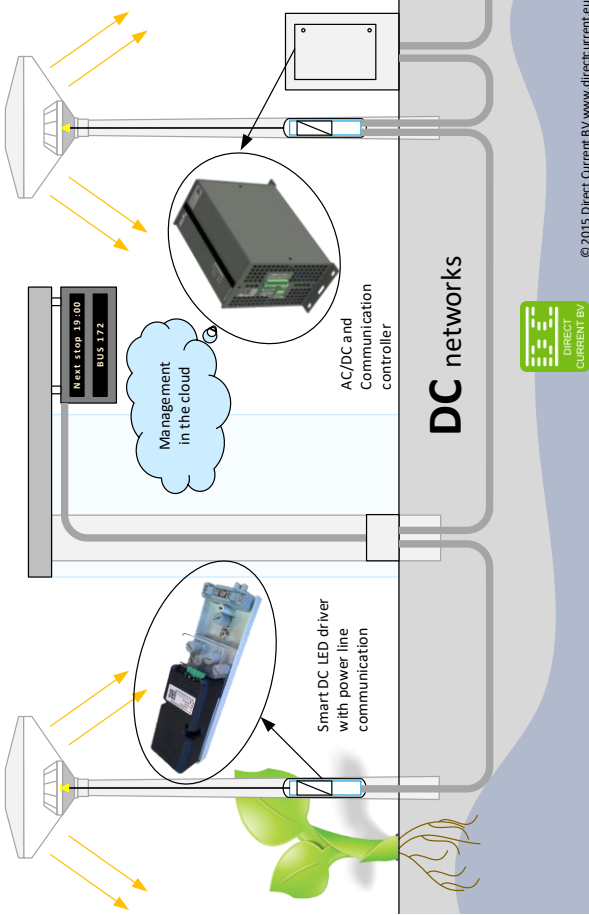
AC oplossing



DC oplossing



Recht het de componenten om die nodig in een AC systeem Links de DC oplossing in al zijn eenvoud incl. sensor bus voor slimmeden, communicatie en het current/OS

AC Wereld	DC wereld																		
																			
Noodzakelijk - Kabel moffen - Dikke kabels in verband met kortsluitvermogen - Arbeid hoog vanwege dikke kabels	Niet meer - Kabel moffen (Doorlussen in de paal) - Kabel diameter op basis van spanningsval (scheelt >50% koper of aluminium) - Laag in arbeid																		
Ontbrekende functionaliteit - Aard lek beveiliging (elektrocute gevaar) - Kabel kwaliteit monitoring - Korsluit gedrag problemen met lange leidingen - Power Line communicatie lastig - Slechts een voeding - Beperkt Dimbaar 30% (Power factor issue) - Altijd een AC-lekstroom - Schakelen van gebruikers extra kasjes OLC nodig	Extra functionaliteit - Aard lek detectie (<10mA bij lange leidingen) - Kabel kwaliteit monitoring - Beveiliging eenvoudig met lange leidingen - Power Lijn communicatie standaard volledige controle en uitlezing per driver - Afrekening per mast mogelijk - Meerder voedingspunten op een net - Dimbaar tot 10% - Minimale lekstroom. Gegevens Uit de praktijk blijkt <1mA - Geen extra componenten alles geïntegreerd in een driver - Sensor LON bus per mast voor extra functies, zoals detectie lichtsterkte etc.																		
Spanning 3 Fase + N 230/400V 4 aderige kabel plus aardscherm	Spanning 2 Polen + M ±350V 3 aderige kabel plus aardscherm																		
<table><tr><th>DC</th><th>AC</th><th>Resultaat</th></tr><tr><td>4 x 2.5mm² kabel</td><td>4 x 10mm² + 4 x 6mm² kabel</td><td>61% koper besparing</td></tr><tr><td>1 x Aansluitkast</td><td>2 x Aansluitkast</td><td>50% minder straatmeubilair</td></tr><tr><td>Ringleiding</td><td>Stralennet</td><td>Minder kabels en meer overzicht</td></tr><tr><td>Doorlussen in de mast</td><td>Verbindingsmoffen</td><td>Minder storingen</td></tr><tr><td>Smart OV 10%..100% dimbaar</td><td>30%..100% dimbaar</td><td>Meer energie besparing mogelijk door dimschema's + 5% besparing op conversie verliezen</td></tr></table>		DC	AC	Resultaat	4 x 2.5mm ² kabel	4 x 10mm ² + 4 x 6mm ² kabel	61% koper besparing	1 x Aansluitkast	2 x Aansluitkast	50% minder straatmeubilair	Ringleiding	Stralennet	Minder kabels en meer overzicht	Doorlussen in de mast	Verbindingsmoffen	Minder storingen	Smart OV 10%..100% dimbaar	30%..100% dimbaar	Meer energie besparing mogelijk door dimschema's + 5% besparing op conversie verliezen
DC	AC	Resultaat																	
4 x 2.5mm ² kabel	4 x 10mm ² + 4 x 6mm ² kabel	61% koper besparing																	
1 x Aansluitkast	2 x Aansluitkast	50% minder straatmeubilair																	
Ringleiding	Stralennet	Minder kabels en meer overzicht																	
Doorlussen in de mast	Verbindingsmoffen	Minder storingen																	
Smart OV 10%..100% dimbaar	30%..100% dimbaar	Meer energie besparing mogelijk door dimschema's + 5% besparing op conversie verliezen																	
Feiten Onderstaande gegevens zijn gebaseerd op DC Project Ecolonia Alphen aan den Rijn uitgevoerd door CityTec																			

Promotie

Boekje

We hebben samen met Economisch zaken, RVO, Eneco en Direct Current BV en boekje gemaakt waarin de DC neutraal uitgelegd wordt en wat andere mensen in het speelveld er van vinden. Zowel voor als tegenstanders hebben we aan het wordt gelaten. Dit boekje hebben we aan de stichting gelijkspanning geschonken om het als E-book gratis te verspreiden en in gedrukte vorm tegen kostprijs te verkopen.



Congres

We hebben samen we Joulz, Siemens, Direct Current BV, Philips, TU/d en Cigré een nationaal congres gehouden over AC/DC wat ook enorm geholpen heeft in de uitstraling van DC er waren 175 mensen aanwezig hoofdzakelijk uit de direct doelgroep.



Media

We zijn sterk aanwezig op internet, wij maken gebruik via:

- Direct Current BV: Dawndreams Media verzorgt: Twitter, vakbladen, facebook en de websites.
- Joulz: Twitter en de nieuws artikelen websites, vakbladen.
- Siemens: Twitter
- Stichting gelijkspanning: Dawndreams Media verzorgt: Twitter, vakbladen, facebook en de websites.

Overheid

Greendeal

Via de greendeal hebben we ook een positief uithangbord gehad wat direct een sterke uitstraling gaf.

We hebben samen met Siemens, Joulz en Direct Current BV een greendeal gesloten met Economische zaken. De deal bevat kort de volgende punten

- Discussie netcodes met netbeheer Nederland
- Normen vooral de NEN1010
- Meetstandaard voor gelijkspanning.
- In kaart brengen waar de bottlenecks zitten
- Gelijkspanning in het onderwijs



Erkenning

Direct Current BV winnaar Green Deal Award 2016

Aalsmeer, 15 april 2016

Donderdag 14 april vond de Green Deal Award uitreiking van RVO Nederland plaats tijdens de Innovatie Expo in Amsterdam. Direct Current BV uit Aalsmeer met Green Deal Gelijkspanning Haarlemmermeer en Zero Emissie Stadslogistiek uit Rotterdam zijn dit jaar de winnaars omdat beide partijen een transitie in beweging hebben kunnen krijgen.

"Een [Green Deal](#) die lef toont", zegt de jury over Green Deal Gelijkspanning Haarlemmermeer. "Bovendien is het een deal met visie, want in een wereld waar wisselspanning de boventoon voert, getuigt het van durf om gelijkspanning op de kaart te zetten. Door samenwerking is er veel bereikt. Nederland is wereldwijd een gidsland geworden op het terrein van gelijkspanning, de ontwikkelde cases worden veel gebruikt en bieden de mogelijkheid tot opschaling." Waar juryvoorzitter Monika Milz aan toevoegt: "Het gaat om een uniek initiatief gericht op een echte systeemdoorbraak. Vanuit een klein bedrijf is een stevige coalitie gevormd en zijn er mooie resultaten behaald die breed scoren op duurzaamheidswinst."

De onderscheiding is een kroon op de grote inspanningen in de afgelopen jaren met het project bij Vreeken Bouvardia te Rijsenhout dat Direct Current BV met de partners Siemens en Joulz opstartte. "Dit project was zonder de Green Deal niet tot stand gekomen," zegt Harry Stokman, directeur van Direct Current BV. "De Green Deal stond Direct Current BV toe om buiten de regelgeving om een innovatief elektriciteitsnetwerk op gelijkstroom in een proeftuin toe te passen. Hierin werd ook aangetoond dat gelijkspanning een duurzame keuze is, omdat het een forse besparing oplevert in materiaal en energieverbruik. Dit versterkt in essentie de toekomst van duurzame energie."

De proeftuin was een groot succes dat nu zijn navolging vindt in nieuwe projecten zoals [DOE-DC](#) (Demonstratie Ontwikkeling Energie-infrastructuur DC) waar dit unieke gelijkspanningssysteem op grote schaal toegepast wordt in de Bouvardia kas in Rijsenhout. Het systeem is verder succesvol toegepast in pilots in samenwerking met CityTec en Luminext met [openbare verlichting op gelijkspanning](#) in diverse gemeenten zoals Haarlemmermeer, Stadskanaal, Zeeland en Alphen aan den Rijn. Onlangs is ook in het Havenbedrijf Amsterdam in samenwerking met Eneco de straatverlichting via een gelijkspanningsnet aangesloten op zonnepanelen en een batterijenopslag.

Dit jaar is Direct Current BV gestart met [gelijkspanning in de utiliteitsbouw](#) waaronder het ABN Amro Paviljoen aan de Zuidas in Amsterdam in samenwerking met BAM Techniek. Dit moet het meest duurzame circulaire gebouw worden met 3000m² aan vergaderlocaties met LED en zonnepanelen aangesloten op een volledig en slimme gelijkspanningsnet van 350Vdc met Current Router beveiliging, een innovatie van Direct Current BV. Een ander project in de utiliteitsbouw is het Pulse gebouw aan de TU Delft waar USB-C aansluitingen en LED-verlichting via een slimme gelijkspanningsnet direct op de zonnepanelen worden aangesloten. Al deze ontwikkelingen worden met veel belangstelling gevolgd in het buitenland en hierdoor is Nederland koploper geworden op het gebied van gelijkspanning.



Direct Current BV in de Top 12 voor de Koning Willem I Plaqueette

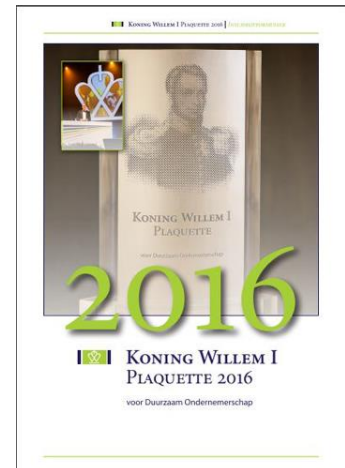
Persbericht van Koning Willem I Stichting:

Top 12 Koning Willem I Plaqueette voor Duurzaam Ondernemerschap 2016 bekend

Den Haag, 15 maart 2016

De Top 12 voor de Koning Willem I Plaqueette voor Duurzaam Ondernemerschap 2016 is bekend. Uit de grote hoeveelheid duurzame en innovatieve inzendingen heeft de vakjury, onder leiding van Anne-Marie Rakhorst, 12 ondernemingen geselecteerd die zich tot de Top 12 mogen rekenen.

De geselecteerde ondernemingen mogen zich tevens inschrijven voor de European Business Awards for the Environment (EBAE), dé Europese duurzaamheidsprijs. Het bestuur van de Koning Willem I Stichting maakt uiterlijk in de tweede helft van april bekend wie de drie genomineerden zijn die kans maken op de Plaqueette. Op donderdag 26 mei wordt de uiteindelijke winnaar bekendgemaakt tijdens de feestelijke uitreiking in aanwezigheid van Hare Majesteit Koningin Máxima, erevoorzitter van de Koning Willem I Stichting. Brainport Regio Eindhoven is het toneel van de uitreiking waarbij het thema 'Creating the Future' centraal staat. Voor meer informatie zie www.kw1prijs.nl



Geselecteerden

Onder leiding van juryvoorzitter Anne-Marie Rakhorst heeft de vakjury van de Koning Willem I Plaqueette voor Duurzaam Ondernemerschap de volgende Top 12 voor de Plaqueette 2016 geselecteerd (op alfabetische volgorde):

- CONO Kaasmakers
- De Vegetarische Slager
- Direct Current B.V.
- Dopper B.V.
- Eosta
- Fairphone
- Fujifilm Manufacturing Europe B.V.
- Interface
- Koppert Cress B.V.
- OVG Real Estate
- Udea B.V.
- Van Dorp

Uit deze Top 12 worden drie genomineerden gekozen voor de Koning Willem I Plaqueette voor Duurzaam Ondernemerschap 2016. Het bestuur van de Koning Willem I Stichting maakt de genomineerden uiterlijk in de tweede helft van april bekend.

Vakjury Koning Willem I Plaqueette

De vakjury van de Koning Willem I Plaqueette voor Duurzame Ondernemerschap bestaat uit: juryvoorzitter mw. A.M.A.E. Rakhorst (Duurzaamheid.nl), dhr. J. Bijlsma (MAGMA publicaties), mw. prof. dr. H.S.M. Kort (Hogeschool Utrecht Lectoraat Vraaggestuurde Zorg), dhr. ir. R.H. Bossert (Nationaal Regieorgaan Praktijkgericht onderzoek / Kamer van Koophandel), dhr. T. Wagenaar (Natuur & Milieu), dhr. R. Koornstra (Tendris), mw. mr. drs. M. Minnesma MBA (Stichting Urgenda), dhr. W. Lageweg (MVO Nederland), dhr. dr. ir. G.P.J. Dijkema (Rijksuniversiteit Groningen), dhr. H. Nijhuis (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland), dhr. H. Hollander (EY), dhr. ir. R. Kieft (Coöperatie TexelEnergie en winnaar Plaqueette 2014) en mw. drs. J.C.W. Vlug (Ministerie van Infrastructuur en Milieu).

Over de Koning Willem I Plaquette 2016

De Koning Willem I Plaquette voor Duurzaam Ondernemerschap beloont duurzame innovaties van kleine of grote organisaties. Organisaties met duurzaam management, een duurzaam product of dienst, duurzame internationale samenwerking of die duurzaam produceren worden uitgenodigd zich in te schrijven. De vakjury beoordeelt de inzendingen en selecteert drie kandidaten. Deze bedrijven kunnen zich tevens inschrijven voor de EBAE, de European Business Awards for the Environment.

Over de Koning Willem I Stichting

De Koning Willem I Stichting is in 1958 in het leven geroepen door De Nederlandsche Bank N.V. en een aantal, aan het bedrijfsleven gelieerde, organisaties. Sinds 1958 kent de Stichting prijzen en plaquettes voor onderscheidend ondernemerschap toe. De Koning Willem I Stichting heeft als doelstelling de nationale economie van nieuwe impulsen te voorzien en daarmee het aanzien van het Nederlandse bedrijfsleven te vergroten. In het bestuur zijn o.a. vertegenwoordigd: De Nederlandsche Bank N.V., Ministerie van Economische Zaken, Ministerie van Infrastructuur en Milieu, VNO-NCW, MKB Nederland, De Maatschappij, Instituut Nederlandse Kwaliteit, NIVE, TNO, Kamer van Koophandel Nederland, Koninklijk Instituut van Ingenieurs, Nederlandse Vereniging van Banken en De Nederlandse Staatsloterij. Voor meer informatie zie www.kw1prijs.nl

Het Aalsmeers bedrijf Direct Current BV is genomineerd voor de 2016-2017 European Business



Awards for the Environment (EBAE). Door de plaatsing in de finale voor de milieuprijs van The Directorate-General for Environment van de Europese Commissie staat Direct Current BV en ook Nederland internationaal in de schijnwerpers.

Op voordracht van de, schreef Direct Current BV zich in met de thematitel: "DC Grids, the missing link to a sustainable future" (vert. "Het gelijkspanningsnet, de ontbrekende schakel voor een duurzame toekomst"). Opmerkelijk is dat er maar vier "micro" bedrijven zijn, waaronder Direct Current BV, die een plaats tussen de 20 ?? finalisten hebben weten te bemachtigen.

Het commentaar van de jury was lovend: Dit project was zeer populair onder de juryleden. Het idee van het gebruik van DC (gelijkstroom) trof de jury als een zeer origineel idee, dat in verschillende gevallen toepasbaar is. De mogelijkheid voor het tot stand brengen van slimme-steden door de kosten en het materiaalgebruik te verminderen is veelbelovend.

De Current Router en het operating system Current/OS, ontwikkeld door Direct Current BV, hebben tot een doorbraak geleid door toevoeging van intelligentie en veiligheid aan het DC-systeem. Een innovatie die slimme-steden binnen bereik brengt. Bovendien bespaart een slimme DC-systeem energie, grondstoffen, conversieverliezen en onderhoud. Dit alles maakt de maatschappelijke en operationele kosten veel lager in de gehele keten van netbeheerders tot en met de gebruikers.

De prijsuitreiking vindt plaats in Tallinn, Estonia, dat zal worden gehouden als onderdeel van het Eco-AP Forum op de avond van donderdag 27 oktober. De winnaar van elke categorie zal dan worden bekend gemaakt. Aan de winnaars en runners-up wordt het EBAE certificaat uitgereikt door Joanna Drake, de adjunct-directeur-generaal van DG Milieu.

Voor meer nieuws etc kijk vooral op <http://www.directcurrent.eu/nl/nieuws>

Rapportage

Inhoudelijk partners

Deze bedrijven dienen een rapportage aan te leveren en hebben we samegevoegd tot een document welke is gemaakt door Direct Current BV:

Direct Current BV

Direct Current BV is penvoerder van dit project. Direct Current BV ontwikkelt de ontbrekende schakels in de totale keten en maakt het technisch mogelijk dat de netten en gebruikers direct op gelijkspanning kunnen werken. Zusterbedrijf Hellas Rectifiers is betrokken bij de ontwerp en bouw van de van de systemen.



Taak

Kennisoverdracht en de ontwikkelingen DC=DeCent. De ontwikkelaars op gebied van vermogenselektronica en gelijkspanning worden full time worden ingezet voor DC=DeCent.

Joulz

Joulz werkt al meer dan 50 jaar aan de energie-infrastructuur in de Randstad. Behalve het aanleggen en onderhouden van gas- en elektriciteitsnetten, staat Joulz ook dag en nacht paraat om storingen te verhelpen. Gedurende het project is de organisatie veranderd in het project is CityTec onderdeel van Joulz en Luminext onderdeel van CityTec actief geworden in het project. Later door de reorganisatie van Joulz is Joulz grotendeels opgehangen onder Stedin voor de handjes, CityTec is losgekoppeld van Joulz en direct onder Eneco geplaatst waardoor we ineens te maken hadden met 3 losse bedrijven wat eerst Joulz was. De mensen actief binnen Joulz voor het project zijn organisatorisch doorgeschoven naar CityTec en later naar Luminext wij waren ons niet bewust dat we formeel dit hadden moeten melden aan RVO kwamen hier pas achter tijdens het afronden van de rapportage.



Taak

Aanleggen en onderhouden van energie-infrastructuur. Tevens staat Joulz dag en nacht paraat om storingen te verhelpen. Verantwoordelijke voor de kabels en ondergrondse infrastructuur.

Siemens

Siemens is partner van Schiphol bij de aanleg van het zon-PV-project op Schiphol. Tevens heeft Siemens samen met de Kema een haalbaarheidsonderzoek gedaan naar een gelijkspanningskabel in het voorziene gebied. Zowel het Masterplan Gelijkspanning Haarlemmermeer, als het project DC=DeCent liggen in het verlengde van dat onderzoek en sluit aan bij de ambities.



Taak

Bijdrage in het (mede) opstellen van het programma van eisen voor het DC net met bijbehorende regelingen, DC center en MVDC en LVDC converters. Het (mede) opstellen van specificaties, bedrijfsvoerings- en beveiligingsconcepten voor een AC gekoppeld DC net

Uitgevoerde werkzaamheden conform het projectplan

Plan:

Fase 1: Het DC-Center en de DC/DC converter

Het DC-Center en de DC/DC converter voor tuinbouwtoepassingen die zijn ontwikkeld in het project gelijkspanning komt in de kas (deel 2 Masterplan) wordt geplaatst in de kassen.

Daarnaast vindt de ontwikkeling plaats van MVDC/LVDC Midden spanning gelijkspanning naar +/- 700V LVDC.

Het betreft hier een nieuwe innovatie voor Nederland. Hiermee ontstaat een nieuwe markt voor midden spanning DC/DC omzetters. Dit vormt een nieuw uitgangspunt voor smartgrids: een regelbaar net.

De belangrijkste partijen in deze fase zijn DC BV, Joulz, Kema en de Stichting Gelijkspanning.

Gerealiseerd:

De ontwikkeling samen met Siemens en Direct Current BV is opgestart omtrent MVDC we hebben hier de definitie gemaakt, daarnaast is er veel tijd gestoken in het onderzoek hoe MVAC/MVDC en hoe MVDC/LVDC te realiseren wat is de beste topologie en hoe kunnen wij dit realiseren wij kwamen tot de conclusie dat:

- +/- 7KVdc voor DC=DeCent de beste spanningskeuzen zou zijn.
- Dat de MVDC/LVDC converters modulair opgebouwd dient te worden in modules van 50 of 100kW
- Galvanische isolatie wenselijk is in verband met beveiliging en common modestromen
- Bij de DC/DC modules een hoge IP waarde moeten hebben om overslag te voorkomen.
- De halfgeleiders SiC JFET van SemiSouth waren bijzonder goed getimed en beschikbaar voor onderzoek. We hebben alfaversionen kunnen maken van de stacks echter toen kwam het slechte nieuws dat SemiSouth failliet ging. En de componenten niet meer beschikbaar kwamen. Dit was een grote domper we hebben wel veel gesproken met andere fabrikanten maar hadden de componenten niet beschikbaar om te komen tot onze modules. De SemiSouth is overgenomen door een oude divisie van Siemens Infineon deze was toen volledig los van Siemens. Infineon zou de componenten door ontwikkelen maar tot de dag van vandaag zijn ze nog niet beschikbaar.

De MVAC naar MVDC is eenvoudiger omdat deze met multilevel IGBT's gemaakt kunnen worden maar zonder MVDC/LVDC converter was het niet handig om verder tijd te besteden totdat het duidelijk wordt wanneer de DC/DC converter beschikbaar zou worden.

Plan:

Fase 2: Opzetten van een Energiebeheer-centrum (EBC) Met het opzetten van de EBC ontstaat een structuur voor het management van de energiebalans van het gebied. De EBC zal worden beheerd door de Parkmanagement bv die de belangen van de aandeelhouders (tuinders in het gebied) zal behartigen. Deze structuur is een nieuwe innovatie voor Nederland, omdat hiermee de energie balans binnen de gebruikers en opwekkers wordt geregeld. De belangrijkste partijen in deze fase zijn DC BV, SGN, Siemens en de Stichting Gelijkspanning.

Gerealiseerd:

Om de beveiliging op orde te krijgen wat we ook voor de LVDC zijde moesten gaan doen. Hebben we de basis gelegd voor actieve beveiliging wat we de current routers zijn gaan noemen die worden dan door een bovenliggende laag gemanaged kunnen worden door de EBC. Omdat deze producten ook nodig zijn voor de LVDC zijde hebben een concept ontwikkeld dat uniek is geworden. Dit is namelijk het missende deel waarom de gelijkspanningsnetten nooit van de grond kwamen. We hebben deze gepatenteerd. We hebben kunnen aantonen dat we zeer veilige DC netten kunnen bouwen met deze componenten. Welke ook eenvoudig naar de MVDC door geschaald kunnen worden. Hier is dan ook de definitie DC 3.0 ontstaan. Tevens is

dit componenten intelligent gemaakt waardoor alle belangrijke taken geïntegreerd worden zoals:

- Verbruiksmeter
- Active beveiliging lekstroom, kortsluiting en overbelasting
- Communicatie naar de afgaande kabel
- Communicatie naar de hoofd rail
- Vervanger van het distributiepaneel
- Congestie management op de uitgaande kabel zonder dat het EBC-actief moet zijn of dat het systeem geconfigureerd moeten worden. Dit maakt het systeem autonoom en onafhankelijke van andere groepen.

Het EBC is dat ook enorm afgenomen in complexiteit omdat er hier alleen nu op functionaliteit gemanaged hoeft te worden. We hebben een configureerbaar platform ontwikkeld waarin de current routers gestuurd en gemonitord kunnen worden die wij in onze ARC software opgenomen hebben waardoor we nu een complete infra kunnen bieden wat volledig los staat van definitie en daarom een universeel is. Ons ARC platform is ook verbonden met de cloud waarop we services kunnen leveren. Verder hebben we wat later duidelijk wordt deze applicatie ook doorgevoerd binnen de openbare verlichtingsnetten waardoor de EBC functie ook in de cloud services van luminex zijn opgenomen. Dus een integratie van bestaande systemen mogelijke heeft gemaakt.

Deze systemen zijn dan ook al markt rijp voor kleine productie aantallen. We hebben deze communicatie ook doorgevoerd in de tuinbouw waar de belichtingsarmaturen aan gekoppeld zijn. Dit hebben we gebouwd en getest met als gevolg dat we een case hebben voor gelijkspanningsnetten in de tuinbouw

Plan:

Fase 3: Ontheffingsaanvraag en aanleg fysieke bekabeling.

Met het realiseren van deze fase ontstaan een uniek privaat gelijkspanningsnet. Een energiekabel op gelijkspanning overschrijdt de WOZ grens, waardoor een voor Nederland nieuwe situatie ontstaat. De kabel wordt daarbij gevoed met alternatief opgewekte energie. Realisatie van deze fase biedt een innovatieve unieke proeflocatie voor Nederland met gelijkspanning, als alternatief voor wisselspanningsnetten, met de potentie voor een uitrol. Partijen in de regio met een continu bedrijfsvoering (24/7), waaronder Schiphol, zijn gebaat bij een groene continue stroom van energie. Door de techniek is de discussie AC of DC opnieuw actueel en kan die constructief gevoerd worden.

Na grondige tests kan dit type kabel ook als extra spin-off worden geleverd ten behoeve van een MVDC netwerk in havengebieden, om zo de walstroom-problematiek op te lossen, zowel ON-, als Offshore.

Deze fase levert nieuwe infrastructuur op en biedt tevens de mogelijkheid om het proeftuinconcept nader uit te bouwen en te vermarkten als nieuw exportproduct. De handel zit per slot van rekening in de wortels van de Nederlandse cultuur.

In deze fase speelt ook de juridisch case voor het toestemming krijgen om met een kabel in privaat beheer, de WOZ-grens over te gaan. Dit is bij uitstek een onderwerp waar de overheid, het bedrijfsleven en de wetenschap de handen ineen moeten slaan om de kansen van de proeflocatie optimaal te benutten.

Zo spoedig mogelijk zal overleg gestart worden ten aanzien van het verkrijgen van een ontheffing voor het realiseren van de WOZ-grens overschrijdende kabel, waarmee het netwerk kan worden gerealiseerd.

Op dit moment kan geen goede inschatting worden gemaakt, in hoeverre de juridische case een vertragende factor vormt voor het project. Gelet het karakter van een proeftuin, op de innovatieve kracht van het project en op de kansen voor een spinoff van het project, hebben wij

goede hoop op dat de juridische kwestie geen "showstopper" zal vormen. Wij verwachten daarnaast ook het nodige van de Greendeal, waarbinnen (juridische) barrières voor innovatie voortvarend beslecht kunnen worden.

Mocht onverhoopt het overschrijden van de WOZ-grens een obstakel blijken, dan zijn er twee alternatieven. Bij het ene wordt de MVDC verbinding binnen de kwekerij getest en bij de andere wordt de mogelijkheid onderzocht of met de bestaande netbeheerder tot een overeenkomst kan worden gekomen om mee te doen met de test. Wij hebben inmiddels vernomen dat de huidige netwerkbeheerder in het gebied belangstelling heeft voor de ontwikkelingen in het gebied.

Partijen die in deze fase een belangrijke rol spelen zijn Prysmian Delft (via Joulz), voor het testen en leveren van de kabel, en de Stichting gelijkspanning, als intermediair richting de overheid ten aanzien van de juridisch case.

Gerealiseerd: Hier lag een enorme beer op de weg die wij bij de aanvang er optimistisch inzagen omdat we er simpel vanuit gingen dat een proeftuin automatisch betekende dat we toestemming hebben. De werkelijkheid is dus complexer. Achteraf maar goed ook anders was dit nooit van de grond gekomen. Soms is onwetendheid wel eens handig. Al gauw zagen we in met discussies met andere nodige partijen dat we eigenlijk een greendeal nodig hadden om dit te organiseren. Deze hebben we dus aangevraagd en is tot een deal gekomen. Hierin hebben we ongelofelijk veel kunnen regelen op het gebied van regels. Bijvoorbeeld een aansluiting bij de klant moet voldoen aan de NEN 1010 om bijvoorbeeld de verzekering bij klanten. Dit hebben wij kunnen regelen omdat de greendeal de NEN betrokken heeft en uiteindelijk resulteerde dit in een formele werkgroep gelijkspanning binnen de NEN1010. En achteraf gezien passen gelijkspanningssystemen binnen deze kaders. Allen is er verduidelijking nodig dit hebben we opgelost met een NPR. De net codes lijken mogelijk te zijn maar vergt nog wel veel overleg, drammen en motivatie met de bestaande partijen. De IPIN tijd is te kort om deze hindernissen te regelen. Maar dat weerhoudt ons er niet van wij zijn hiermee doorgegaan en zijn hoopvol gestemd dat het nu wel gaat lukken. Alliander heeft aangegeven dat als we twee klanten hebben dat zij dit gaan opstarten. Vandaar we in de proeftuin doorgaan in het vervolg DOE-DC binnen de DEI regeling.

Plan: Fase 4: Proeftuin eerste energienetwerk PrimAviera met koppeling AC/DC
Partijen die in deze fase een belangrijke rol spelen zijn DC BV, Joulz, Kema, Siemens, Stichting Gelijkspanning.

Gerealiseerd: We zijn binnen het PrimAviera gebied niet aan toe gekomen. Echter doordat we de kabel testen en ontwerpen wel hebben uitgevoerd. En binnen de straatverlichting zijn dit wel gekoppelde netten op AC/DC en zodanig wel gerealiseerd. Deze stap was nodig omdat we anders nooit verder kwamen. En de straatverlichtingsnetten een geschaalde variant is op wat er binnen IPIN gepland was met een veel lager risicoprofiel. Maar dit is wel de basis geworden onder IPIN

De volgende fases zijn wij nog niet uitgevoerd maar wel in concept en ontwikkeling, incl. case studies

Plan: Fase 5: Tuinbouw koppelt lokale opwekking en afname
In deze fase wordt lokale opwekking daadwerkelijk gekoppeld aan gelijkspanning. Hierdoor wordt de synchroon functie bij de WKK overbodig en dat geeft een directe besparing¹ in de CO₂ uitstoot. Door de koppeling aan gelijkspanning kan bij deellast de gasmotor optimaal draaien, op elk optimaal toerental. Dit komt de regelbaarheid van de WKK ten goede en het gasgebruik wordt daarmee geoptimaliseerd.
Daarnaast wordt een koppeling met het landelijk AC (10/20kV) net voorzien ten behoeve van

het regelen van de energiebalans. Hierdoor ontstaat een combinatie tussen een autonoom net op gelijkspanning en een landelijk net op wisselspanning. Dit gaat verder in ons DOE-DC project

De partijen die in deze fase een belangrijke rol spelen zijn DC BV, Joulz, Kema, Siemens en de Stichting Gelijkspanning.

Gerealiseerd: we hebben in de grote LVAC/LVDC-omzetter de combinatie kunnen maken door de converter niet alleen geschikt te maken voor de inverter/gelijkrichter bedrijf maar ook door een vector regeling in te bouwen waardoor de WKK direct aan een DC net kan. Dit is nog niet getest op vermogen schaal maar wel tot 100kW in het lab. Waardoor we voldoende vertrouwen hebben om in ons DOE-DC project dit verder op te kunnen schalen

Plan: Fase 6 Tuinbouw leert werken met energieopslag
De partijen die in deze fase een belangrijke rol spelen zijn DC BV, SGN (betrokken tuinders), Joulz, Siemens, Kema en de Stichting Gelijkspanning.

Gerealiseerd: Op kleine schaal uitgevoerd als concept en later toegepast in het project Haven bedrijf waar een autonoom DC net is gemaakt voor straatverlichting, deze valt buiten de scope van IPIN

Plan: Fase 7 Tuinbouwbedrijf in eiland-modus
De partijen die in deze fase een belangrijke rol spelen zijn DC BV, SGN, Joulz, Siemens, Kema, Stichting Gelijkspanning.

Gerealiseerd: Niet gedaan.

Plan: Fase 8 Tuinbouw voedt elektrisch rijden
In deze fase vindt het laden van Elektrisch Vervoer (EV) plaats dat gestuurd wordt vanuit de tuinbouw.
Dit versterkt de energiefunctie van het gebied en biedt kansen voor een nieuw verdienmodel voor tuinbouwbedrijven. Door de koppeling van tuinbouw aan EV treedt een reductie op van extra kosten voor de infrastructuur.
Voor de uitvoering van deze fase zijn verschillende varianten. Bij de ene variant vindt de koppeling plaats op het terrein van de tuinder. Bij de andere variant kan de EV case gekoppeld worden aan de parkeerplaats van het brugrestaurant van Hotel van der Valk, langs de A4, dat grenst aan het tuinbouwgebied. Die koppeling biedt ook na de projectperiode kans op uitbouw en voortzetting.

De partijen die in deze fase een belangrijke rol spelen zijn DC BV, SGN, Joulz, Innosys, Siemens, de Stichting Gelijkspanning en Hotel Van der Valk, als mogelijke afnemer.

Gerealiseerd: Niet gedaan. De gesprekken lopen om binnen ons DOE-DC project het PV park te kunnen koppelen aan de laadstations voor de Tesla taxi's.

Plan: Fase 9 PrimAviera neemt over en de sector en heel NL leert
Na afronding van het project DC=DeCent dient zich een keur van vervolgstappen aan die de energetische balans van het gebied duurzaam versterken. Daarbij is de ambitie het realiseren van het Masterplan gelijkspanning Haarlemmermeer. Voor continuering van de proeftuin neemt PrimAviera de systemen over.

Het warmtebeheer van het gebied zou nog verbeterd kunnen worden door de kleine WKK systemen te vervangen door een efficiëntere gasturbine. Verbetering warmte beheer.

- Naast locale opwekking en toepassing, zou ook de opslag van energie gekoppeld kunnen worden aan het dan gerealiseerde netwerk. Snellere regelsysteem kunnen worden toegepast op basis van gelijkspanning, dan op basis van wisselspanning.
- Door het tuinbouwgebied energetisch te koppelen aan Schiphol kan extra back-up capaciteit worden georganiseerd die bij calamiteiten. Daarnaast kan een voorziening worden gemaakt ten behoeve van de walstroom voor vliegtuigen. Door daar een combinatie te maken met zon-PV opwekking, wordt naast een CO2 reductie, energie beter en efficiënter ingezet.
- Het gebied kan een blijvende test locatie vervullen voor gelijkspanning projecten.
- Testen voor de kas als energie bron kan op deze locatie verder worden verbeterd.
- Universiteiten hebben nieuwe kansen om de aflopende energierichting nieuw leven in te blazen. Elektronica en energie worden gecombineerd.
- Door het bedrijf MAGNETO special anodes BV is, als ontwikkelaar en producent van electrochemische katalysatoren en cellen, aangegeven zeer geïnteresseerd te zijn in de ontwikkeling en demonstratie van DC-systemen. Het bedrijf heeft aangegeven dat als 2^e lichting DC-(opwekkings) technologieën de volgende technologieën in aanmerking zouden kunnen komen:
 - het doorontwikkelen van een all-Vanadium-redox-flow-elektriciteitsopslag naar een Vanadium/air systeem, waarbij een van de twee elektrolyttanks (met het dure Vanadium) achterwege kan blijven, vanwege het gebruik van het redox-koppel O₂/H₂)
 - De BioBrandstofCel in te zetten om het organische afval uit de kassen rechtstreeks om te zetten in DC.
 - Een bio-electrochemisch systeem te demonstreren om urine (separaat ingezameld in bijvoorbeeld het brugrestaurant van Van der Valk) om te zetten in elektriciteit (DC), Fosfaat (als struviet) en Ammoniak (of ammonium). Dit Fosfaat en Ammonium kunnen eventueel in de kassen als meststof worden gebruikt.

De partijen die in deze fase een belangrijke rol spelen zijn SGN, Siemens, Joulz, Kema, de Stichting Gelijkspanning. Daarnaast zijn Hotel Van der Valk van belang, naast de overige relevante partijen binnen het masterplan. De focus blijft gericht op het realiseren van het masterplan gelijkspanning Haarlemmermeer!

Gerealiseerd: Niet gedaan.

De geplande infrastructuur laat op zich wachten we moeten hier veel juridische procedures door, en hebben dit gedaan door een greendeal op te starten en simpel kijken waar we tegen aan gingen lopen. We hebben de volgende als weerstand ondervonden:

1. Een netbeheerder die het net overneemt, dit was het uitgangspunt maar bij de discussies werkt het duidelijk dat zij en wij tegen dezelfde problemen gaan aanlopen, hieronder worden die problemen als punt verder beschreven
2. De Netcodes, deze hebben we volledig doorgespit en komen tot de conclusie dat alles bijna past en het niet uitmaakt of het wisselspanning of gelijkspanning is. Echter bij de technische aansluitcodes wordt erover 5 variant gesproken echter alle 5 bevat de definitie frequentie van 50Hz. Hier moet dus combinaties aan toegevoerd worden. We zijn deze discussie aangegaan met Netbeheer Nederland. Het feit is dat de netbeheerders zelf verantwoordelijk zijn voor deze code en het dus technisch kunnen aanpakken. Maar dit moet wel de netbeheerders worden opgestart. En is tijdrovend.
3. De assets moeten worden overgenomen door de netbeheerder. Dit was een harde eis van Siemens want zij zouden dan minimaal 1 miljoen moeten investeren. DC=DeCent valt in het gebeid waar Alliander actief is. Teven was een van de bezwaren van Alliander hoe moeten kunnen zij omgaan met de afwijkende onderdelen en het gebrek aan kennis binnen de organisatie terwijl er wel leverplicht is. Het resultaat zou zijn geweest dat we het hadden kunnen aanleggen maar dan zou alles weer uit de grond gaan en huidige wisselspanningstechniek weer terig geplaatst worden. Dus onmogelijk voor ons om de exploitatie te kunnen uitvoeren. Alternatief is dat wij dan netbeheerder zouden gaan worden. We hebben dit onderzocht maar kwamen er al gauw achter dat dit een bijzonder langdurig, lastig en erg kostbaar zou gaan worden.
4. Compatible meeting voor gelijkspanning. Deze bestaat niet. Wij zijn met Verispect bezig geweest, maar zij gaven aan dat dit lang gaat duren. Het feit was wel dat er druk vanuit de EU was gekomen om dit op te gaan pakken. Maar we moesten wel rekening houden met een tijdspan van op zijn best 7 jaar.

Dit bovenstaande in ogenschouw te nemen heeft ons niet weerhouden om te stoppen maar om te werken aan de doelstelling en zorgen dat de techniek er wel voor klaar is. We hebben hard gezocht en gepuzzeld hoe we hier mee om moesten gaan, en we kwamen tot de het volgende: Straatverlichting in onderstaande tabel maken we duidelijk dat de inhoudelijke functies niet verschilt van het oorspronkelijke plan. Allen de vermogens wijken af.

Onderdeel	LVDC/MVDC distributie	LVDC straatverlichting
Netstation	MVAC naar MVDC	LVAC/LVDC voedingspunt (spanning wijkt af)
Energie beheer center	Distributie en management	Distributie en management
Beveiliging in de straat	DC lekstroom, sluiting	DC lekstroom, sluiting
Kabels	Over langere afstand aansluiten	Over langere afstand aansluiten uitgevoerd over 3.5km mogelijkheid tot 12 km
Congestie management	Het balanceren van het net regelen tussen opwekking en verbruik	Het balanceren van het net regelen tussen opwekking en verbruik, zorgen dat er bij mindervermogen de functie beschikbaar blijft
Communicatie	Protocol voor management op basis van glasvezel en power line tussen de bron en gebruikers	Draadloos GSM netwerk, RS485 SCADA en power line tussen de bron en gebruikers
Gedrag van kabels op basis van gelijkspanning	Nieuw te ontwikkelen, en zijn bestaande kabels toereikend	Nieuw te ontwikkelen, maar ook de renovatie of nieuwe bestaande kabels inzetten.
Normen	Hebben we niet beschreven	Hebben we volledig opgepakt deze stap zat nog voor de KEMA

Opleiding van monteurs en service mensen	Hebben we niet beschreven	Opleiding, training en veel discussie met mensen vanuit het veld
Acceptatie	Kort beschreven	We hebben hard gewerkt binnen de IGOV's (gemeentelijk overleg openbare verlichting) om draagvlak te bouwen) mochten dit systeem beschikbaar komen worden ze dan overgenomen.

Deze punten heeft ertoe geleid dat er een case is ontstaan voor straatverlichting en dit moment van schrijven zeer actueel is geworden, Gemeentes en netbeheerders overwegen nu om grootschalig over te gaan op gelijkspanningsdistributie

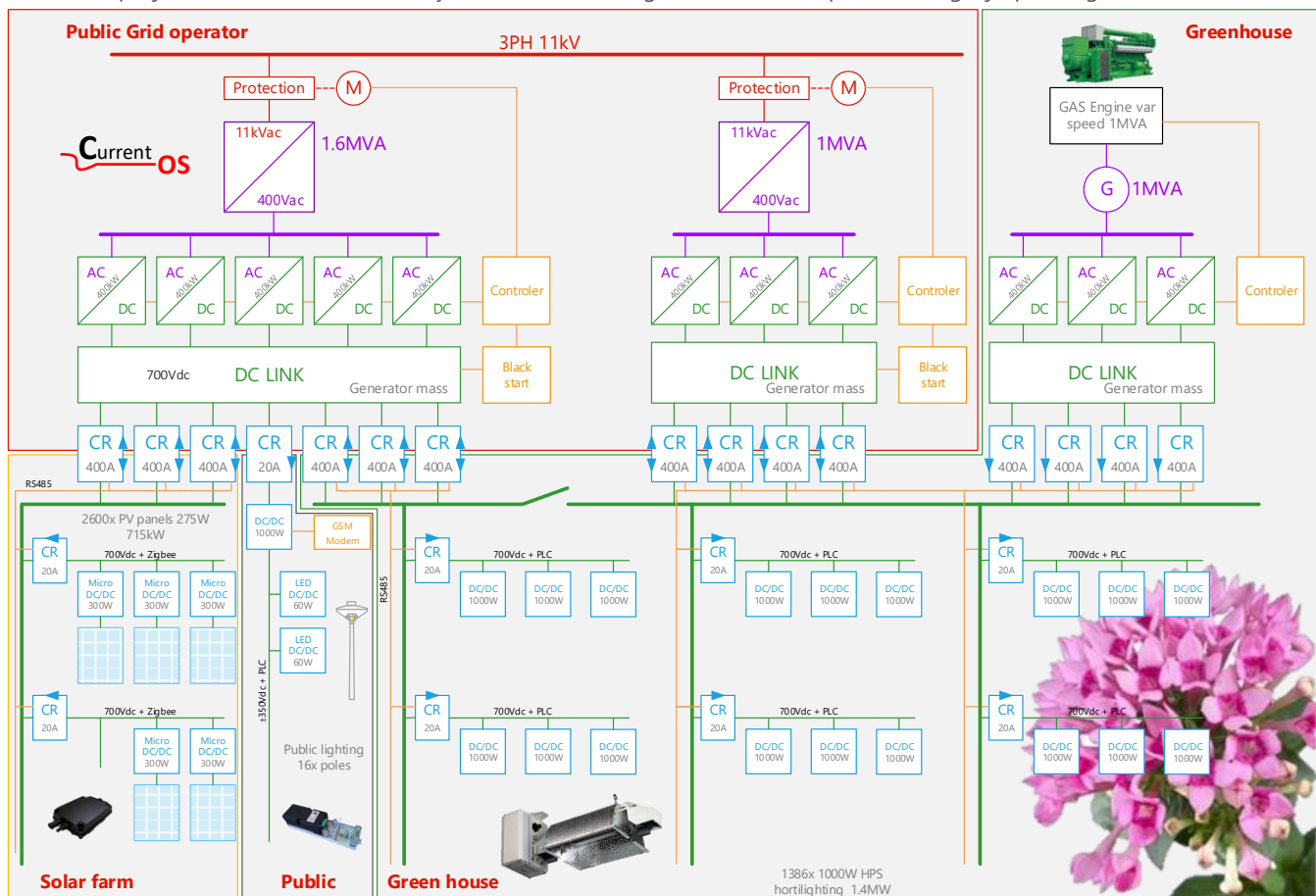
Vervolg op DC=DeCent -> DOE-DC

Binnen de DEI-regeling hebben het project DOE-DC wat vervolg is van DC=DeCent. Dit project hebben we kunnen doen met de kennis en resultaten van DC=DeCent.

Binnen dit project werken we nu wel samen met de Netbeheerder en hebben we met ons bestaande netwerk kunnen opschalen

1. Vreken: dit is de tuinder die 1.4MW groeilicht gaat plaatsen op basis van gelijkspanning, tevens komt hier een WKK op basis van gelijkspanning en aangesloten op gelijkspanningsnet.
2. Gemeente Haarlemmermeer: sluit de openbare straatverlichting op de kruisemuntweg en de lavendelweg aan op gelijkspanningsnet
3. Solargreenpoint: plaatst hier 2600 PV-panelen die direct gekoppeld worden aan het gelijkspanningsnet.
4. Alliander: neemt het Netstation na de proeftijd over en gaat deze bedrijven als publiek net.

Gedurende de looptijd van het project worden tevens de netcodes gestart, dit alles is ook ter voorbereiding van het project OMALA-luchthaven Lelystad waar dan een groter net komt op basis van gelijkspanning.



Conclusie

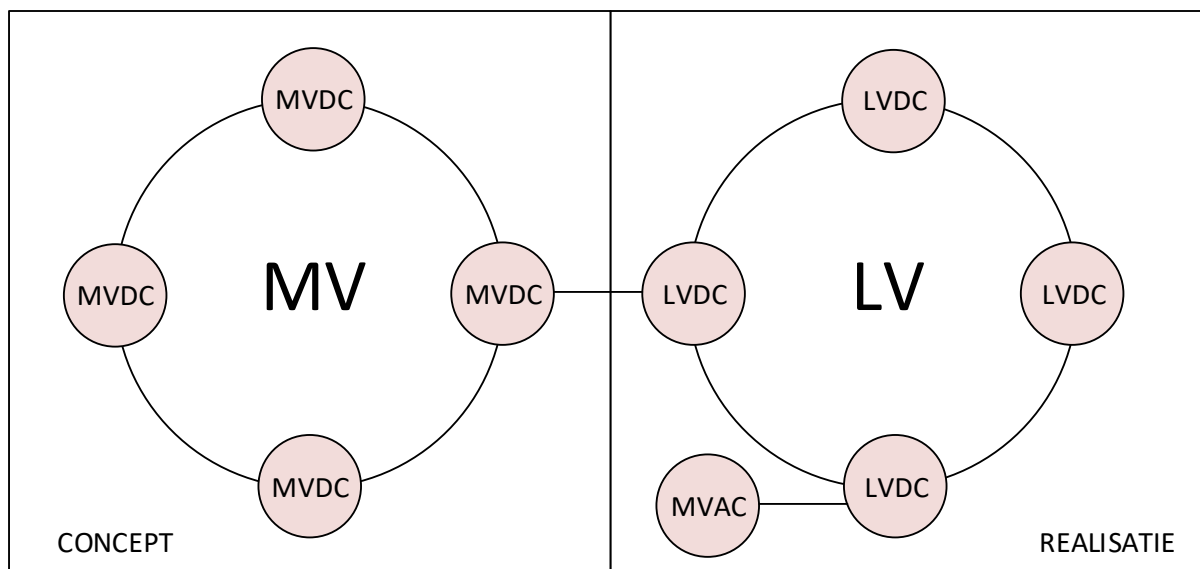
Wij zijn dan ook van mening dat we DC=DeCent gelijkspanning op de kaart hebben gekregen. En dat er veel bereikt is en dat er een markt is gecreëerd wat niemand voor mogelijk had gehouden toen we hier aan begonnen.

Van Don Quichotte naar serieus te nemen sector, zowel door de markt, gebruikers en meer gaat betekenen in de toekomst dan men nu voor mogelijk had gehouden.

Waardoor er fors meer gedaan is dat binnen dit verslag weergegeven. Zowel de investeren en gemakte uren door partners en Direct Current

Daarnaast hebben de partners meer gedaan dan hier begroot is en hebben niet alles mee genomen in de onderbouwing. Omdat er binnen (Joulz/CityTec/Luminext) decated teams zijn gemaakt omdat permanent door te zetten.

Binnen Direct Current BV is het hele team en bedrijf dedicated bezig met dit project en werkend aan de doorbouw om gelijkspanning gemeengoed te maken.



MV uitgewerkt en geheel in de start blokken

LV getest en gedemonstreerd

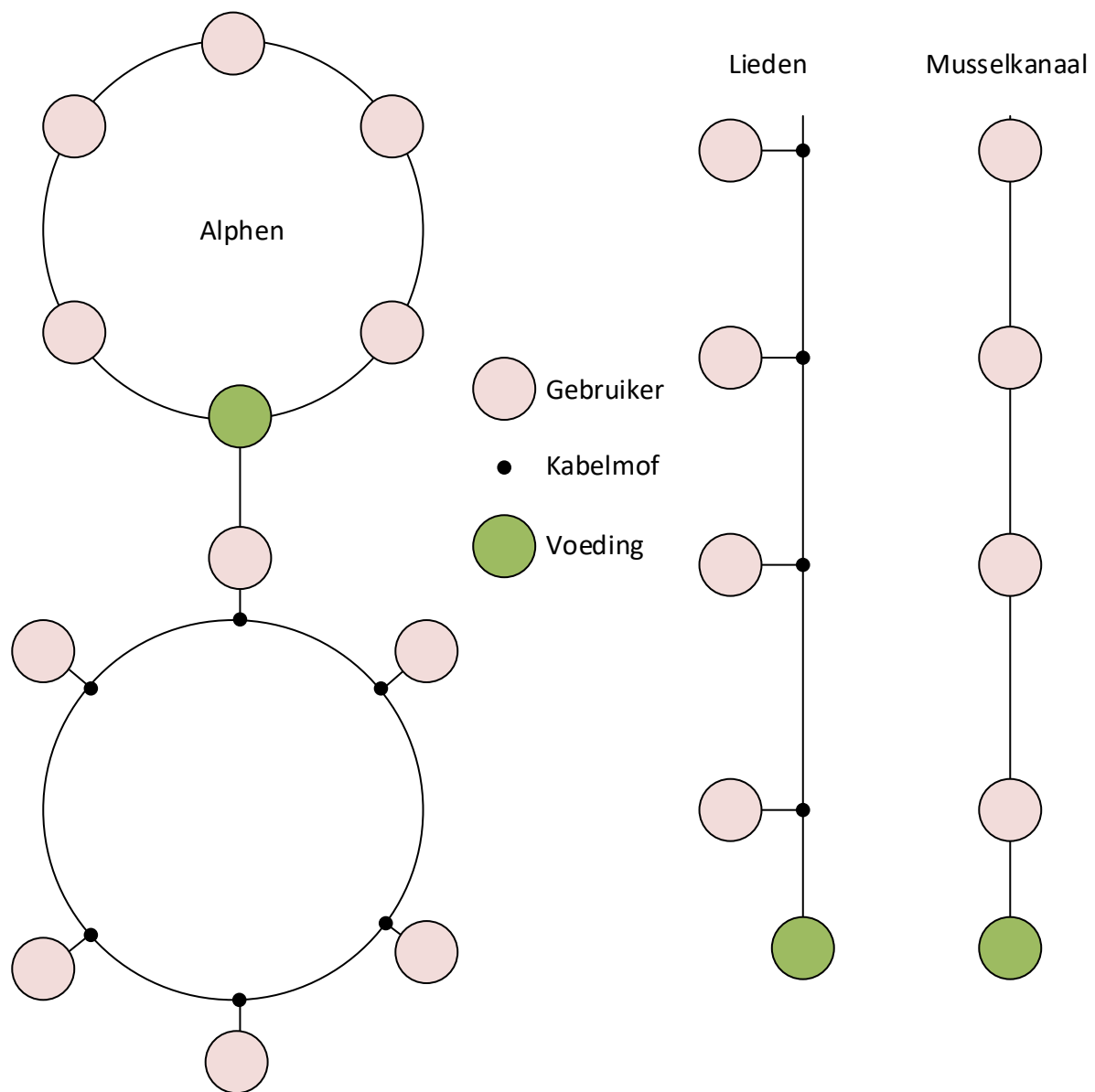
Binnen de NEN 1010 is DC geïmplementeerd, en mogelijk gemaakt om toe te kunnen passen.

Binnen de IEC op wereld schaal zijn de DC projecten in Nederland meegenomen als voorbeeld. En hebben veel invloed is internationale standaardisatie.

Op het moment van schrijven zijn de NET codes voor DC voorgesteld door Alliander.

Technisch en juridisch is het mogelijk om gelijkspanningssystemen verder te kunnen realiseren

LV Distributie modellen



Distributie modellen getest in de proeftuin

Per gebruiker tevens communicatie, meting en beheer getest

Aanbevelingen aan RVO

Verbetering

- Een duidelijk omschrijving wat er bedoeld wordt met een proeftuin en vooral wat is de status van de proeftuin?
- In het algemeen wat ons ten oren kwam is dat het bijzonder moeilijk om de gedane investeringen terug te kunnen verdienen. In het algemeen kun je stellen dat er meer druk richting de netbeheerders had gemogen
- Door deze grootschalige projecten had de tijd langer mogen zijn vooral omdat het organiseren van de proeftuin veel tijd kost waardoor de daadwerkelijk van de demo te kort is om het volledige eruit te kunnen halen.

Positieve feedback

- Het is ongekend dat de overheid dit heeft aangedurfd. Wij zijn dan ook ontzettend dankbaar dat gelijkspanning een kans heeft gekregen. Citaat Engelse netbeheerder die met volle bewondering aan ons vroeg van welke dollende ambtenaar heeft jullie dit project gegeven, want hoe kan het dat een land met een van de beste netten deze avonturen aan gaat. Ons antwoord hierop was het zit in degene want waar we als Nederlanders superieur in zijn is het wel distributie en logistiek en dat is wat de netten zijn.
- Samenwerking met RVO en EZ is ongekend goed geweest.
- Het is ook mooi dat het MKB kansen hebben gekregen om een plekje te veroveren in de wereld van de netten wat gedomineerd wordt door de grote partijen. Ondanks het moeilijk is om de plek te behouden. Persoonlijk vind ik Direct Current BV door de samenwerking met Siemens, Joulz, CityTec en Luminext een goed verankering heeft gekregen.

En verder

- Straatverlichting is een serieuze sterke case geworden
- DOE-DC

Deze projecten hebben Nederland op de wereldkaart gezet, en vol respect van de US tot India die ons nu nauwgezet volgen en onze bevinden zeer serieus nemen en we mogen daarom wel stellen dat we koploper of sterker wereldkampioen zijn.

Allen betrokken zijn hierdoor sterker uit de race gekomen dan ze erin gingen.

Normen ontwikkeling

NEN1010

Er is een werkgroep DC binnen de NEN1010 (TC64) gerealiseerd waarin Direct Current de voorzittersrol heeft, binnen deze commissie hebben we veel uitleg geven maar ook de normen doorgespit en gekeken waar de belemmeringen zitten. Conclusie is dat er vooral termen ontbreken in de tekst omdat alles geschreven is vanuit een AC-brilletje. Het is positief om te zien dat normen in de basis correct zijn en geen belemmering vormen. Maar er vooral behoefte is aan verduidelijking. Binnen de NEN1010 zal er dus een paragraaf geweid gaan worden aan lees instructies. En daarnaast een NPR (Nederlandse praktijkrichtlijn) met een voorbeeld installatie.



IEC

Normen op het wereldniveau, wij doen alles wat binnen ons vermogen ligt om zorg te dragen dat wat wij doen in Nederland, vooral binnen het IPIN-programma DC-distributie Nederland sterk te vertegenwoordigen, en een leider te zijn binnen deze ontwikkeling.



IEC SEG4

The purpose of SEG 4 is to evaluate the status of standardization in the field of low voltage direct current (LVDC) applications and products and to recommend to the SMB the architecture of any future standardization work program that the IEC may undertake. The SEG will identify new areas of standardization to be undertaken by the IEC. The SEG will evaluate the usage of LVDC in different integration environments in developed and developing economies with the objective to enhance energy efficiency and to develop new ways to utilize LVDC power. The SEG will actively engage with relevant stakeholders within the IEC and external stakeholders already working in the field of LVDC.

Under the active participation of the existing TCs and external stakeholders, the SEG shall:

- Evaluate and if necessary define the voltage parameters for LVDC
- Evaluate the existing market for LVDC products and applications
- Project the future market for LVDC products and applications using information from current studies and simulation models
- Define use cases for the integration of DC infrastructure in the different areas (residential, commercial, public, industrial, premises, Renewable Energy,

E-Mobility)

- Evaluate the future applications for DC
- Evaluate the status of safety in LVDC and the appropriate place for further standardization of LVDC safety to be located
- Evaluate the advantages and disadvantages of the usage of LVDC (energy efficiency, regulation, and transmission...)
- Review the inventory of existing standards and standardization projects inside and outside IEC
- Evaluate gaps in standardization by using a use case mapping tool
- Define a structure for the coordination of cross TC/SC work in IEC, where required
- Monitor TC/SC work in IEC to highlight any overlap of work or potential inconsistencies

Dit is een internationale werkgroep op het gebied van LVDC binnen de IEC Direct Current is lid van deze werkgroep en actief binnen de 4 van de 6 werkgroepen binnen de SEG4. Waarin binnen de internationale standaard het spanningsniveau bepaald wordt. Wij hebben binnen deze organisatie een bijzondere positie verworven. Direct Current BV is het enige bedrijf die nu gelijkspanningssystemen. En wordt door de andere leden gezien als essentieel om de kennis en de ervaringen omtrent gelijkspanning.

IEC SEG6

- The scope of SEG 6 is to
- Assess aspects of non-traditional distribution networks for applications such as:
 - Rural and developing markets that serve potential huge market needs (notably in Asia and Africa) including networks that may be connected in the future to a traditional / interconnected grid.
 - Facility or campus grids capable of operating in an isolated mode with respect to a large interconnected grid.
- The SEG is requested to closely collaborate with TC 8 and SyC Smart Energy and other microgrid activities in IEC and to provide the SMB with its recommendations on an approach to standardization in this area. The SEG will work in close collaboration with SEG 4 in the area of LVDC. Recommend technical work to define the LVDC network and grid

Dit is een internationale werkgroep op het gebied van LVDC netten binnen de IEC. Direct Current is lid van deze werkgroep waarin binnen de internationale standaard een basis gelegd wordt voor DC-netten. En werken zo aan dat gelijkspanningsnetten wereldwijd een standaard worden.

CIGRÉ

CIGRE staat voor Conseil International des Grands Réseaux Électriques (International Council for Large Electric Systems) en is een van de grootste kennisnetwerken ter wereld op het gebied van energietransport op hoge spanning. Ruim 80 landen zijn vertegenwoordigd in CIGRE. In Nederland is namens CIGRE een nationaal comité actief, waar ondermeer bedrijven, organisaties en instituten samenwerken aan het uitwisselen van kennis en ervaring op het gebied van energietransport. Verder levert een aantal studiecómités en werkgroepen bijdragen aan internationale discussies en ontwikkelingen op het gebied van elektriciteitstransport en - productie en op het gebied van regulering.



Scope :

The objective of this Working Group is to investigate the needs and feasibility of building MVDC grids. A large amount of data and information will be collected during the life of the WG and is expected to be of benefit to the future WGs which will look further into the details of some of the topics of MVDC grids. The following specific activities will be undertaken by the working group:

1. Global survey on needs of MVDC grids globally, highlighting the drivers, motivation, policy, Strategies and planning for MVDC grids in different countries and regions.
2. Summary and review of the status/milestone, projects (if any) and R&D studies so far having been carried out internationally with regards to the benefits which MVDC can offer.
3. MVAC network expansion, operation and motivation of MVDC Grids
 - 3.1 Historical practice of MVAC network expansion and operation
 - 3.2 Motivation and applications of MVDC Grids
 - 3.3 Technical and economic comparison of MVAC and MVDC grids
 - 3.4 Technical and economic comparison of HVDC, MVDC and micro DC grids
 - 3.5 Summary and review of benefits offered by a MVDC grid
 - 3.6 Impacts of MVDC grids on AC distribution networks
4. MVDC grid configurations and planning
 - 4.1 Review of different grid configurations between HVDC and MVDC
 - 4.2 MVDC grid topologies for different applications
 - 4.3 System earthing
 - 4.4 Recommended DC voltages
5. Finished by a technical brochure: Investigation the needs and feasibility of building MVDC grids

Deliverables :

Report to be published in Electra, technical brochure with summary in Electra, material and concept for tutorial

Binnen Cigré zijn wij actief in deze Europese werkgroep MVDC

Kennisoverdracht

Onderwijs

Hoge beroepsonderwijs

Hierin hebben wij hard getrokken aan een SIAA-raak programma. Binnen de Haagse hogeschool is er een lesprogramma ontstaan waar DC een centrale rol in speelt.

Universiteit

Binnen de TU/delft zijn wij zeer actief binnen faculteit DC & Storage en begeleiden PID's en masters in kennis over DC

Lezingen

Wij hebben veel lezingen geven binnen Nederland brancheverenigingen ingenieursverenigingen, en binnen vele bedrijven die iets met DC willen doen

Brancheverenigingen

Kivi, FME, Econet Holland Solar etc. zijn wij actief op het gebied van kennis en informatievoorziening op gelijkspanning

Congres

We hebben met onze partners Kema, Siemens, Joulz en Direct Current BV aangevuld met Philips en de TU/Delft een groot congres georganiseerd.

Techniek

Spanningsniveau

Uitgangspunt

Er is een uitgebreid onderzoek gedaan naar welke spanningsniveaus geschikt zijn als systeem spanning in het LVDC-domein.

Meeste mensen denken bij gelijkspanning aan 12V deze spanning biedt niet de mogelijkheden om als systeem spanning te kunnen functioneren. Simpelweg 1kW bij 12V is ruim 80A wat resulteert in dikke kabels. Ons uitgangspunt in het onderzoek is

- Langere kabellengtes dan AC
- Minder grondstoffen
- Goed te beveiligen
- Volledig een alternatief voor AC 230/400Vac

We hebben een analyse gemaakt van de applicaties in de verschillende markten en gekeken welk spanningen gebruikt kunnen worden. En daar de gemeenschappelijke niveaus uitgehaald

DC	House hybrid AC/DC	House DC	Heat Pump 2/50kW	EV 10/20kW	Office 100Wp on DC	Data center >1MW	Factory >1MW	Ware house lighting	Green house >1 MW	Solar System 10kW	Solar park 2MW	Power Watt/mm2 @ 6A/mm2	Cu mg/W 1m @ 6A/mm2	Can replace	Wires no PE	Distance 1% drop @ 6A/mm2	600Vdc	1500Vdc				
12V	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	72 W	247/+1817%	-	2	0,6 m	USA					
24V	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	144 W	124/+858%	-	2	1,2 m						
48V	✓	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	288 W	61,8/+379%	-	2	2,4 m						
60V	✓	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	360 W	49,4/+283%	-	2	2,9 m						
110V	✓	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	660 W	27,0/+109%	-	2	5,4 m						
220V	✓	✓	X	X	✓	X	X	X	X	X	X	1320 W	13,5/+5%	230Vac 1ph	2	10,8 m						
300V	✓	✓	X	X	✓	X	X	X	X	✓	X	1800 W	9,9/-23%	230Vac 1ph	2	14,7 m						
350V	✓	✓	X	X	✓	✓	X	✓	X	✓	X	2100 W	8,5/-34%	230Vac 1ph	2	17,2 m						
+/- 190V	✓	✓	X	X	✓	✓	X	✓	X	✓	X	2280 W	11,7/-9%	230Vac 1ph	3	18,6 m						
380V	✓	✓	X	X	✓	✓	X	✓	X	✓	X	2280 W	7,8/-39%	230Vac 1ph	2	18,6 m						
400V	✓	✓	X	X	✓	✓	X	✓	X	✓	X	2400 W	7,4/-43%	230Vac 1ph	2	19,6 m	IEC					
500V	X	X	X	X	X	✓	X	X	X	✓	X	3000 W	5,9/-54%	-	2	24,5 m						
+/-300V	✓	✓	✓	✓	✓	X	X	✓	X	✓	X	3600 W	7,4/-43%	-	3	29,4 m						
600V	X	X	✓	✓	X	X	X	X	X	✓	X	3600 W	4,9/-23%	400Vac 3ph	2	29,4 m						
+/- 350V	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓	X	4200 W	6,4/-51%	230Vac 1ph	3	34,3 m						
700V	X	X	✓	✓	X	✓	✓	X	X	✓	X	4200 W	4,2/-34%	400Vac 3ph	2	34,3 m						
+/- 380V	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓	X	4560 W	5,9/-55%	230Vac 1ph	3	37,3 m						
760V	X	X	✓	✓	X	X	✓	X	X	✓	X	4560 W	3,9/-39%	400Vac 3ph	2	37,3 m						
900V	X	X	✓	✓	X	X	✓	X	X	X	X	5400 W	3,3/-49%	-	2	44,1 m						
1000V	X	X	X	X	X	X	✓	X	X	X	X	6000 W	3,0/-54%	-	2	49,0 m						
+/- 600V	X	X	✓	X	X	✓	✓	X	✓	✓	✓	7200 W	3,7/-42%	400Vac 3ph	3	58,8 m	Standard low voltage limits					
1200V	X	X	X	X	X	X	✓	X	X	X	X	7200 W	2,5/-34%	690Vac 3ph	2	58,8 m						
+/- 700V	X	X	✓	X	X	✓	✓	X	✓	✓	✓	8400 W	3,2/-51%	400Vac 3ph	3	68,6 m						
1400V	X	X	X	X	X	X	✓	X	X	✓	X	8400 W	2,1/-43%	690Vac 3ph	2	68,6 m						
Author Harry Stokman © 2013 by Direct Current BV Internet: www.directcurrent.eu												AC										
✓	EMerge Alliance		Best range		✓	Proposed standard by Direct Current BV								1380 W	12,9	230Vac 1ph	2	11,3 m				
✓	Possible extension				✓	Possible 300V/600V grids								4157 W	6,4	400Vac 3ph	3	34,0 m				
																		7171 W	3,7	690Vac 3ph	3	58,6 m

Conclusie

350Vdc

Alternatief voor 1 fase 230Vac

±350Vdc

Alternatief voor 1 fase 230V systemen waar ook 400Vac gebruikers nodig zijn, 51% koper reductie bij enkelvoudige voeding. En 700Vdc gebruikers kunnen worden geplaatst

700Vdc

Alternatief voor 3 fase 400Vac

±700Vdc

Voor grote 3 fase 400Vac systemen 51% koper reductie bij enkelvoudige voeding

1400Vdc

Voor zeer grote laagspanningsgebruikers

Onderbouwing

Wij hebben gekozen voor de 350Vdc, 700Vdc en 1400Vdc om de volgende argumenten

1. Maximaal gebruik van powerband
2. 600Vdc/650Vdc Mosfet voor 350Vdc systemen
3. 950Vdc/1200Vdc Mosfet/IGBT voor de 700Vdc systemen
4. 700Vdc of 1400Vdc voor verlies berekeningen bij een gebalanceerd net
5. Duidelijke in markering deze spanningen komen in de AC-wereld niet voor, bij hybride AC en DC gemengd systemen is dit van groot belang
6. Duidelijk verschil tussen 700V en 350V geen gemeenschappelijke letters
7. In relatie met overspanningsbeveiliging
8. Bij Motor drives zijn nog steeds standaard IEC 400Vac motoren te gebruiken zonder dat er onnodig hoge stress is bij isolatie van de wikkelingen
9. Ruime marge binnen de standaard 600Vac kabels deze zijn 900Vdc ten opzichte van aarde

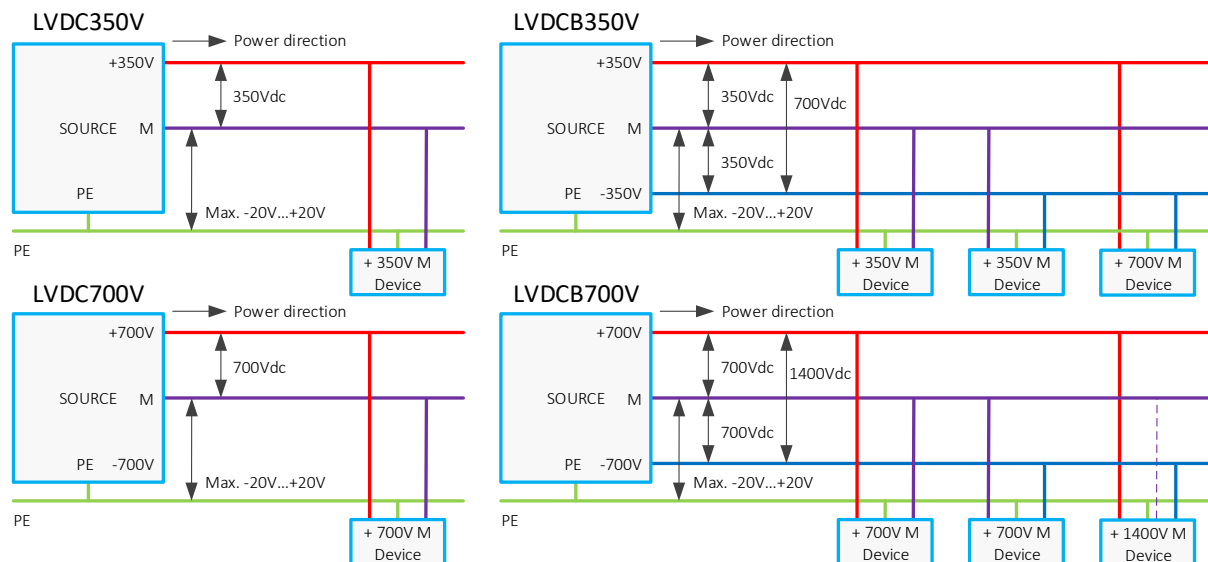
Netcodes

Deze zijn rigide om de volgende reden:

1. Een gedefinieerd systeem
2. Nu hoeft er achteraf geen aanpassingen plaats te vinden om problemen te voorkomen
3. Het is handiger om achteraf deze te verruimen
4. We hebben gedaan wat er bij AC-codes is blijven liggen.

Spanningsniveau LVDC

Er zijn drie systeem spanningen 350Vdc 2 polen, ± 350 Vdc 3 polen, 700Vdc 2 polen en ± 700 Vdc 3 polen systeem in de bipolaire systemen zijn er 2 spanningen beschikbaar bij een ± 350 Vdc net kunnen er ook 700Vdc gebruikers worden aangesloten. Bij een ± 700 Vdc net kan er ook 1400Vdc gebruikers worden aangesloten. 1400Vdc 2 polen systeem bestaat ook maar vinden dit niet handig echter voor keur gaat dan uit naar een ± 700 Vdc systeem waarvan de M niet gebruikt wordt hierdoor ontstaat er maximaal 700Vdc ten opzichte van PE en 1400Vdc ten opzichte van aarde wordt hiermee voorkomen



M geleider versus PE

Het net dient idealiter 0V te zijn ten opzichte van aarde echter door lekstroom gaat deze verschuiven, op het moment dat deze verschuift dient bij een bepaald niveau de M-geleider hard verbonden te worden met PE dit bereikt men door diodes. De hoeveelheid diodes in serie om een hogere drempel te maken is afhankelijk van de maximale kabellengte en inductie. Maar mag nooit hoger zijn dan ± 20 Vdc dit omdat lekstromen in combinatie met spanning hogere corrosie risico's, meebrengen.

Spanningskwaliteit

Rimpel

De rimpel binnen het systeem moet kleiner zijn dan 2%Vrms van de nominale spanning. De reden hiervoor als men een driefase standard gelijkrichter gebruikt heeft deze een groot 6^e harmonische en daarboven een groot deel hogere harmonische. Als de infra een lage inductie heeft zal er een hoog component hogere harmonische ontstaan die van invloed kan zijn op de beveiliging. Door een rimpel filter op de uitgang van een bron bijvoorbeeld een 3 fase actieve gelijkrichter zijn deze hogere harmonische niet meer aanwezig. De rimpel is ook een belangrijke voorwaarde voor de meetcode. Ook zijn de rimpel filters van groot belang voor de systeem stabiliteit. Dus in het algemeen is er een grote DC Link nodig waardoor de rimpel praktisch veel kleiner zal zijn dan de 2%. Wij zagen dat de rimpel in onze systemen <0.5% waren en hierdoor van geen enkel invloed was.

Stabiliteit

De belangrijkste reden voor spanningsstabiliteit is er een referentie noodzakelijk is binnen het systeem de power balans binnen een net te kunnen doorgeven. Analogie bij AC-systemen is de netfrequentie een belangrijke indicatie voor de balans tussen opwek en gebruik. Binnen DC=DeCent is de tolerantie $\pm 2.5\text{Vdc}$ bij $\pm 350\text{Vdc}$ en $\pm 5\text{Vdc}$ bij $\pm 700\text{Vdc}$ systemen. Deze tolerantie is belangrijk om binnen een systeem de ruimte te laten voor spanningsval in de kabels Hiermee is er meteen een tool ontstaan om de draad diameter te bepalen.

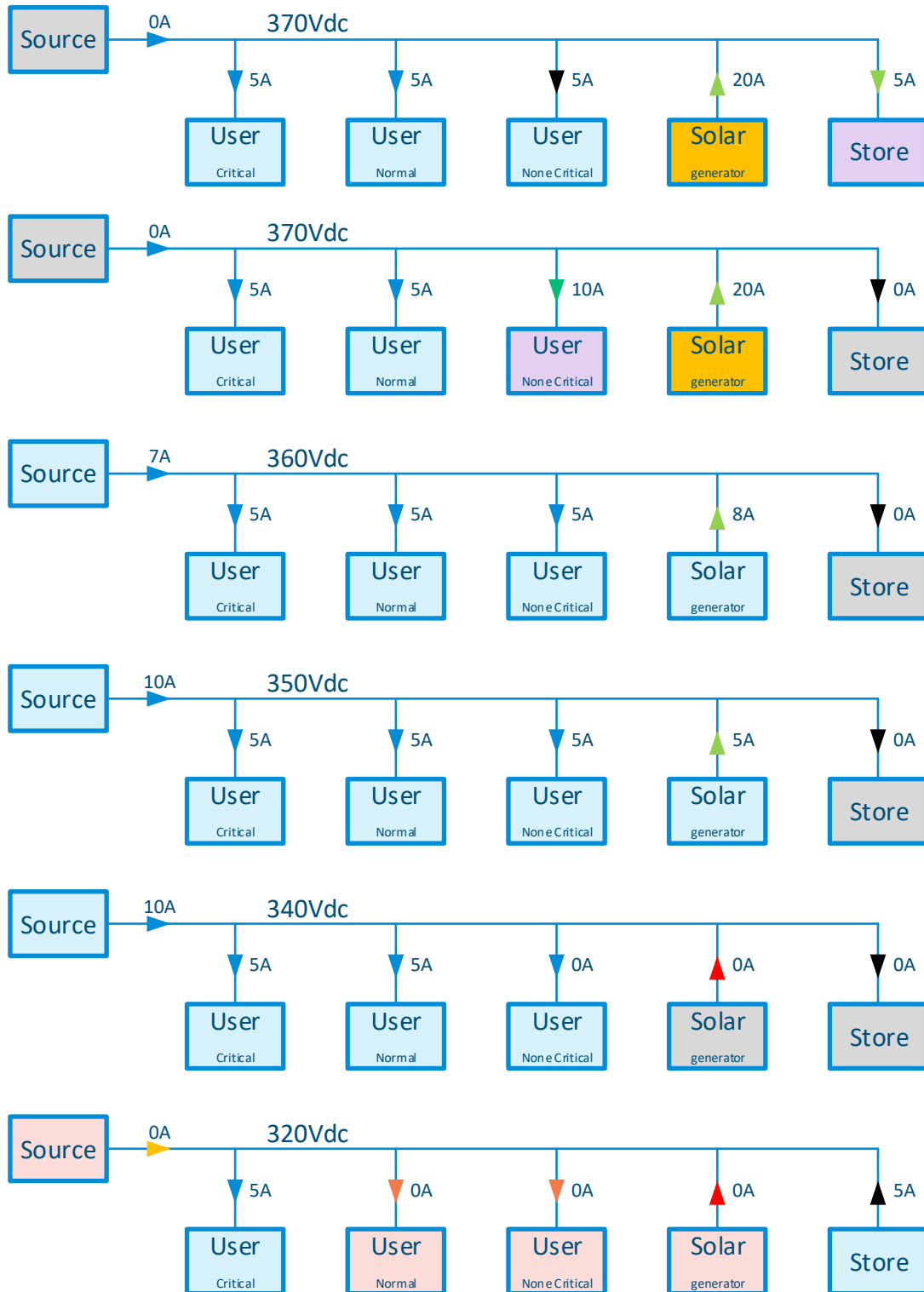
Uncontrolled load

Dit zijn gebruikers waar geen regelbaar vermogen aanwezig is. Dus technisch niet op een lager vermogen kunnen werken.

Controlled load

Dit zijn gebruikers waar het opgenomen vermogen regelt kan worden. Op het moment dat de DC-spanning.

Gedrag



Openbare buiten ruimte

Doordat we heier met zeer lange kabels te maken hebben is hier een verbreding toegelaten van maximaal +/- 2,8% +/-10Vdc in plaats van de +/-1,4% +/-5Vdc spanningsband voor een stabiel werkgebied dit maakt het mogelijk om met 10mm² afstanden aan een kant gevoed 85 lichtmasten van 60W over 3km te voeden en 7km als de kabel van twee kanten gevoed wordt. Dit is in wisselspanning onmogelijk!

Privacy

Het DC² protocol heeft vanaf de basis rekening gehouden met privacy. Simpel weg door data isolatie is het niet mogelijk vanuit het systeem data naar buiten te brengen. Deze mogelijkheid bestaat wel als gebruikers zelf een koppeling maken via internet. Maar omdat de data lokaal werkt en geageerd wordt naar een hoger niveau. Het grote voordeel van deze methode is dat er geen beveiliging hoeft te worden toegepast. Dit is belangrijk omdat een groot nadeel van alles aan elkaar knopen er een webloop ontstaat van beveiligen, en onderdelen binnen een infrastructuur niet dagelijks vernieuwd worden en geacht wordt dat deze lang mee gaan. Is deze structuur belangrijk

Sleutelwoord in deze systemen is **DATA ISOLATIE**

