

Gelijkspanning in glastuinbouw

Binnen het KITE120-programma hebben studenten, onderzoekers en ondernemers samengewerkt om het toepassingspotentieel van gelijkspanning in Hogedruk Natrium verlichting (HPS) voor kassen te demonstreren. Dit artikel gaat in op de belangrijkste resultaten en producten. Daarnaast illustreert het artikel de invloed van langdurige betrokkenheid van studenten bij innovatieve MKB's.

P. (Pepijn) van Willigenburg¹, J. (Johan) Woudstra¹, J. (Jeffrey) Backes², H. (Harry) Stokman²

1.De Haagse Hogeschool, 2.Direct Current b.v., Aalsmeer

Onze wereld draait en vertrouwt steeds meer op elektriciteit. Elektriciteit wordt in het algemeen beschouwd als de energiedrager van de toekomst [1]. Steeds meer gebruikers en consumenten binnen Europa gebruiken nieuwe elektronische diensten, producten en gadgets. Voor de hand liggende voorbeelden zijn volledig elektrische huizen, die in hun energievraag voorzien zonder fossiele brandstoffen te gebruiken. Deze ontwikkelingen kosten tijd, vooral in geografische gebieden met veel fossiele brandstoffen zoals Europa. Een ander goed voorbeeld zijn elektrische voertuigen. Grote en kleine fabrikanten presenteren, of bouwen, volledig elektrische conceptauto's. Het derde en misschien wel belangrijkste voorbeeld om de rol van elektriciteit te benadrukken, is de groeiende digitale wereld: internet. Datacenters, servers, computers, tablets, telefoons, televisies, etc. maken deel uit van ons dagelijks leven; dit geldt dus ook voor het elektriciteitsgebruik.

Ons vertrouwde, oude elektriciteitsnet – althans in Nederland – wordt soms tot het uiterste getest, hetgeen tot nu toe nog zelden tot falen heeft geleid. Onze huidige net is ontworpen om elektriciteit te transporteren van enkele bronnen naar veel gebruikers. Het is een gecentraliseerde top-down-structuur met alleen eenrichtingsverkeer. Het is al jaren functioneel en functioneert nog vrij goed. Bovenop alle nieuwe vragen en behoeften,

is er nog iets anders wat op het punt staat te veranderen: decentrale opwekking. Steeds meer consumenten worden prosumenten [2]. Ze produceren hun eigen energie, op een duurzame manier, om in hun eigen behoeften te voorzien. Meestal betekent dit ook verkoop van en handel in energieoverschot. Ons energiesysteem evolueert naar een multi-directioneel distributiesysteem, waarvoor het niet is ontworpen.

Kleine, en vaak duurzame, energiecentrales (wkk, wind, zon) hebben enkele karakteristieken gemeen. De voorspelbaarheid, of beter het ontbreken daarvan, veroorzaakt verstoringen in het net [3]. Het andere 'einde' van het net, dat van de consumenten, krijgt te maken met soortgelijke issues. Elektrische belastingen omvatten steeds meer solid-state-componenten. Deze DC-belastingen en -bronnen veranderen het gedrag van ons elektriciteitsnet, en niet alle effecten zijn gunstig. Netbeheerders worden aangespoord, of soms zelfs gedwongen, om te investeren in het net. Ze dienen toegang te bieden aan de prosumenten. Maar tegelijkertijd dienen ze ook de veiligheid, betrouwbaarheid en bruikbaarheid te garanderen. Gelijkspanning, en de toepassingen hiervan, kunnen oplossingen bieden. Er is behoefte aan meer onderzoek naar de effecten van DC-componenten of zelfs van DC-netten, om zo storingen te voorkomen. Dit artikel behandelt een case in de glastuinbouw.

■ ELEKTRIFICATIE GLASTUINBOUW

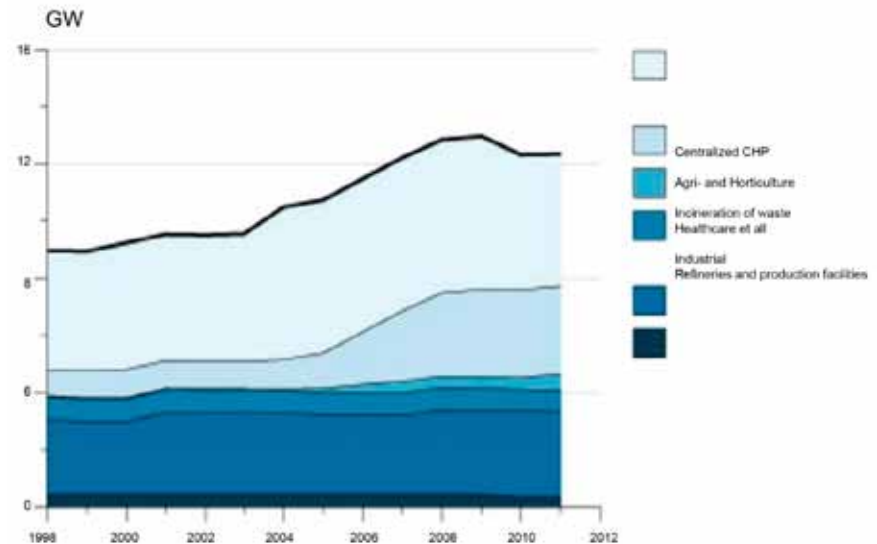
Een van de Nederlandse sectoren die bijdragen aan de huidige situatie is de Nederlandse glastuinbouw. Om zijn concurrentiepositie te behouden zijn veel innovaties doorgevoerd. Hogedruk Natrium lampen en led-verlichting die de groei stimuleert (assimilatieverlichting) zijn verantwoordelijk voor de helft van het totale energiegebruik van de telers. De andere helft wordt gebruikt om het juiste klimaat in kassen te realiseren op basis van fossiele brandstoffen die warmte genereren. De warmtekrachtkoppeling (wkk) werd geïntroduceerd als een nieuwe oplossing en efficiëntere manier om fossiel gas te gebruiken. Veel telers hebben geïnvesteerd in dergelijke installaties. Relatief eenvoudige aan-en-uit-schakelingen hebben deze wkk's duurzaam gemaakt. Hierdoor kan elektriciteit geleverd worden tijdens de spitsuren en de warmte opgeslagen worden voor een later tijdstip (zie figuur 1). Om die reden was dit een gezonde investering in de tweede helft van de jaren 2000. Nu, minder dan tien jaar later, is het elektrische landschap in de sector drastisch veranderd. Het Nederlandse nationale elektriciteitsnet is nu verbonden met Groot-Brittannië, België, Duitsland en Noorwegen. Gelijkspanning met een hoge spanning (HDVC) blijkt een oplossing te zijn voor het transport van elektriciteit over grote afstanden. Ook in Nederland zijn grote

productiefaciliteiten gebouwd en ingezet. Enkel het leveren van een piekvraag is niet langer een geldig business model voor energieleveranciers uit de glastuinbouw. De duurzame impact van een wkk wordt bestudeerd, omdat de inzeturen in de zomer twijfelachtig zijn. Er is immers geen warmtevraag op dat moment. Er moeten nieuwe strategieën (marketing, branding, supply-chain-management, etc.) ontwikkeld worden om zodoende de marges te verbeteren [5]. Aan de andere kant dient de overheid het beleid te veranderen: Nederlandse telers moeten 'meer doen met minder'. Concreet betekent dit dat er meer planten moeten groeien met een betere of hogere consumentenwaarde, terwijl hiervoor minder energie, water en andere hulpbronnen benodigd zijn. Het overheidsbeleid is gericht op het terugdringen van het fossiele brandstofverbruik met 50% voor 2020 (referentiejaar 2010, geen exacte specificatie). Meestal dienen technologische innovaties te leiden tot een beter klimaat, verbeterde efficiëntie van de installaties en een betere inzet van duurzame energie. De eerste resultaten van dit beleid lijken hoopvol te zijn. Een zeer grote afname in de CO₂-uitstoot is binnen handbereik. Echter, deze technologieën zijn duur. De meeste MKB's staan al onder financiële druk: onzekere omzetten, hoge rentes en dalende activawaarden [6]. De eerder genoemde innovaties verbeteren de huidige financiële situatie van de ondernemers niet en vereisen een extra investering. Break-even berekeningen geven alleen kleine verbeteringen. En om het nog erger te maken: hun concurrentievoordeel is niet duurzaam, productprijzen dalen tot de nieuwste laagste kostprijs [5]. Wat kunnen de telers hierin betekenen?

WERELDLEIDERSCHAP

De Nederlandse glastuinbouw heeft een reputatie hoog te houden: Nederland is een van de wereldleiders op het gebied van hightech innovaties in en rond kassen. Sinds de introductie begin jaren zestig, hebben de oplossingen voor mechanisatie en automatisering zich enorm ontwikkeld. Ook versnelt de wereldwijde toepassing, vanwege de aanwezigheid van Nederlandse leveranciers in het buitenland. Echter, de ontwikkelingen binnen Nederland zelf blijven achter. Dit is een reden tot bezorgdheid, voor zowel de telers zelf als voor beleidsmakers.

Het is de ambitie van onze regering om tot de top 5 van kenniseconomieën in de wereld te behoren [7]. Hiervoor zijn negen zogeheten topsectoren gedefinieerd: de tuinbouw is er daar één van. Belanghebbenden uit de Gouden Driehoek (overheid, bedrijfsleven en kennisinstellingen) worden gestimuleerd om



-Figuur 1- Opwekking door wkk's in Nederland van 1998 tot 2011 [4]

actieplannen aan te leveren om deze ambitie te verwezenlijken. Het actieplan voor de tuinbouw [8] stipfelt een aantal mogelijkheden uit. Een van de belangrijkste mogelijkheden is een aanzienlijke groei van de toegevoegde waarde voor de sector door middel van consument- en marktgedreven innovatie. Een andere optie borduurt voort op meer innovatie, waarbij energie een van de thema's is ('meer met minder'). Daarnaast moet fundamenteel, strategisch en toegepast onderzoek leiden tot levensvatbare innovaties. Gezien de dynamiek die blijkt uit voornoemde (toenemende complexiteit en mondiale afhankelijkheid), wordt de behoefte aan innovatie en ondernemerschap steeds belangrijker [9]. Voornamelijk sociale innovatie lijkt een voorwaarde te zijn voor een goed gebruik van externe kennis. Dit betekent dat bedrijven meer sociaal innovatief moeten worden om zo beter te kunnen samenwerken met andere bedrijven en kennisinstellingen [10],[11]. Om de ondernemer te helpen bij dit proces heeft De Haagse Hogeschool het innovatief onderwijsprogramma KITE120 ontwikkeld en uitgevoerd. Het programma liep van 2009 tot december 2012.

KITE120

Het KITE120-programma is gericht op het versterken van de multidisciplinaire samenwerking tussen het bedrijfsleven, onderwijs en onderzoek. Met behulp van best-practice voorbeelden van een groep van dertig bedrijven in de glastuinbouw, is een model ontwikkeld dat kan dienen als een aandrijfmechanisme voor proces- en productinnovatie en past bij de aard en de kenmerken van de bedrijven in deze industrie. Het onderzoek was longitudinaal en verkennend, en had als doel het geven van praktisch inzicht in de dagelijkse praktijk van de deelnemende bedrijven. Daarnaast was het doel om grip te krijgen op

de eisen die gelden voor de gehele glastuinbouw en eventueel ook voor andere bedrijfstakken. Kortom, de manier om te kijken naar de huidige activiteiten en deze te combineren met de ambities van ondernemers om te komen tot algemeen geldende theorieën.

De activiteiten in de glastuinbouw werden ingebed in een breder onderzoeksprogramma dat mede gefinancierd werd door een subsidie van het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling (EFRO). Dit omvat drie andere sectoren die ook van belang zijn voor de regionale economie in en rond Den Haag: de dienstverlenende sector, de juridische sector, en de ICT/multimedia-industrie. Het programma staat bekend als KITE120, wat een acroniem is voor Knowledge and Innovation Towards Entrepreneurship. Binnen de vier clusters dienen 120 Bedrijven als onderzoeksobjecten voor het programma. Het doel was om de innovatieve capaciteit binnen organisaties te stimuleren en de lokale economische groei te bevorderen.

Tijdens het onderzoek zijn Communities of Practice gestart [12], die samengesteld waren uit homogene en heterogene ondernemersgroepen. Daarnaast zijn specifieke projecten opgezet door studenten, onderzoekers en ondernemers. Belangrijk was dat de ondernemers enthousiast moesten zijn over het ontwikkelen en implementeren van nieuwe kennis en innovatieve doeleinden. In dit artikel wordt de casus van een specifieke ondernemer in detail besproken. Deze ondernemer was geïnteresseerd in het programma en had als drive dat hij de ogen wilde openen van zijn netwerk en van de samenleving voor de mogelijkheden van gelijkstroom.

ASSIMILATIEVERLICHTING

In de laatste jaren van de jaren tachtig en begin jaren negentig, richtte de meerderheid van de Nederlandse glastuinders zich op innovatie. De

ontwikkeling van oplossingen voor mechanisatie, lichtassimilatie en in de afgelopen jaren klimaat-, oogst- en logistieke automatiseringssystemen, blijft aanhouden ten einde concurrentievoordelen te kunnen bieden. De introductie van, in het bijzonder, assimilatie- of groeilicht (met hogedruk-natriumlampen of SON-T toepassing) in de Nederlandse glastuinbouw heeft geleid tot een aantal wijzigingen: een verbeterde productkwaliteit, productie het hele jaar door en bovenal een enorme rekening [13]. Elektriciteit werd weinig gebruikt, maar nu is het net zo belangrijk als de warmte die benodigd is voor de groei-productie. Relatief 'kleine' ondernemers (vaak familiale MKB's) kunnen en zullen besluiten om honderdduizenden euro's te investeren in assimilatieverlichting.

De vraag die gesteld werd aan De Haagse Hogeschool in 2010 was op het eerste gezicht eenvoudig: Is er een potentiële markt voor DC-gedreven assimilatieverlichting in de glastuinbouw en hoe kan deze worden ontsloten? De specifieke kennis van de ondernemer over de DC-technologieën was heel sterk en algemeen erkend. Zijn kennis van de glastuinbouw en, in het bijzonder, van assimilatieverlichting was beperkt.

In een reeks van educatieve projecten, stages en drie bachelorscripties, hebben verschillende studenten bijgedragen aan deze nieuwe kennisbasis. Ten eerste bleken aanzienlijke energiebesparingen binnen handbereik te zijn (3% tot 5%), in vergelijking met de beste speler in de branche. Een gemiddelde installatie van een bloemkweker, voor 1 hectare, gebruikte 1,414 MWh per jaar voor verlichting in 2011 [14]. De potentiële jaarlijkse besparing van alleen het gebruik van elektriciteit, bij €0,10 per kWh, kan variëren tussen de €4.200 (3%) en €7.000 (5%) (zie tabel 1). Dit is een duidelijk concurrentievoordeel.

Ten tweede zouden de productiekosten lager kunnen zijn dan van een vergelijkbaar AC-aangedreven product. Een snelle introductie met lage marges zou kunnen zorgen voor een groot marktaandeel.

Maar nog belangrijker is dat ook de telers kunnen profiteren. Hun kosten per hectare zouden kunnen verminderden met €10,000 tot misschien zelfs €15,000 per jaar. Vooral het verminderen van de initiële investering zorgt voor een langer durend voordeel, in vergelijking met een AC-installatie. Het betalen van minder rente, het ontvangen van een kleinere energierekening en een kortere break-even tijd zou inderdaad een wezenlijk voordeel betekenen. Dit zou kunnen resulteren in minder investeren in plaats van meer. Een gemiddelde rozenkweker heeft 3 tot 5 hectare tot zijn beschikking. Het niet uitgeven van

Besparingen DC							
Jaar	We/m ²	depl (h)	cons (kWh)	3% kWh	3% Euro	5% kWh	%5 Euro
2004	43	2.600	1,118,000	33,540	3,354	55,900	5,590
2006	48	2.498	1,199,040	35,971	3,597	59,952	5,995
2011	60	2.357	1,414,200	42,426	4,243	70,710	7,071

-Tabel 1- Mogelijke besparingen met DC-verlichting, gebaseerd op de huidige AC-installaties en gebruik voor een hectare

€30,000 per jaar voor een periode van twaalf jaar, is een winst die een ondernemer niet wil missen. Ook al neemt de rest van de wereld dit lagere kostenprofiel over, de ondernemer zelf profiteert nog steeds aanzienlijk van deze lagere investeringen in vergelijking met AC-assimilatielampen.

Deze resultaten waren overtuigend genoeg voor de ondernemer en hij stimuleerde zijn ingenieurs om te blijven 'zoeken' naar DC-aangedreven assimilatielampen. Zijn ingenieurs waren enthousiast en hiertoe bereid, maar misten zelf de specifieke kennis. Een elektrotechniekstudent was het meest geïnteresseerd in het ontwikkelen van zijn eigen potentieel binnen het bedrijf. Hij besefte al snel dat zijn specifieke kennis hem onderscheidde van de rest van zijn collega-studenten. In 2011 kreeg hij een baan als elektrotechnisch ingenieur aangeboden bij de ondernemer om verder te werken aan zijn voormalig studieproject.

■ TESTEN VERLICHTING

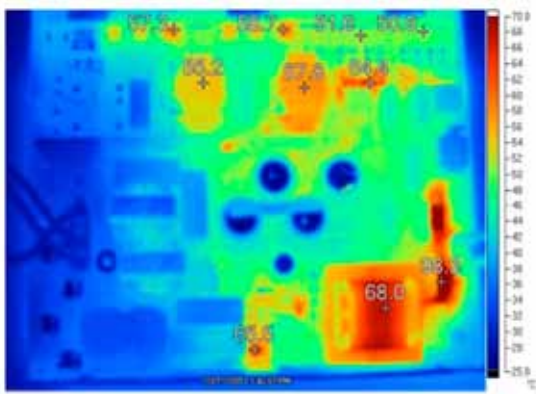
Het doel was om de eerste DC-gedreven HPS-driver voor DC-gedreven assimilatieverlichting te ontwerpen en te bouwen. Binnen een jaar functioneerde het eerste prototype naar behoren, waarna het testen begon. Verschillende wijzigingen volgden, die in 2012 hebben geleid tot een prototype. Begin 2013 werd de eerste serie gebouwd en getest. Deze werden gebruikt om de eerste DC-gedreven testfaciliteit te bouwen in een operationele kas, met een klein DC-net voor de voeding. In totaal werden 48 elektrische ballasten (voorschakelapparatuur) geïnstalleerd om te voorzien in energie-efficiëntere assimilatieverlichting. Dit wordt beschouwd als een belangrijke doorbraak voor de ondernemer en als een wereldprimeur voor HPS-verlichting in de glastuinbouw en vermoedelijk daarbuiten. De eerste resultaten waren verrassend. Thermische beeldopnamen bevestigden één van de veronderstelde resultaten: de efficiëntie van de ballast werd sterk verbeterd (zie figuren 2 en 3). Metingen van verschillende geïnstalleerde drivers (elektronische ballasten), voor zowel de 600 W DC-driver als de beste-op-de-markt 600 W AC, lieten concurrentiepotentieel zien op een aantal punten. Het eerste belangrijke resultaat is dat AC-aangedreven

HPS-lampen, specifiek die van 600 W, stroom gebruiken met een verschil van ongeveer 5 procent, hetgeen verschillende lichtniveaus tot gevolg heeft. Het maken van een geldige vergelijking bleek moeilijk te zijn vanwege deze variatie.

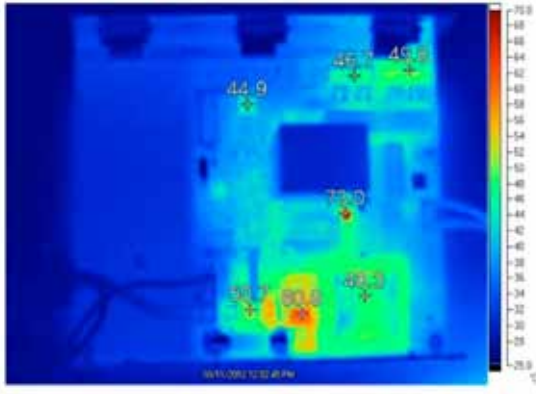
Het tweede belangrijke resultaat betreft de DC-gedreven assimilatielampen. De DC-driver (de ballasten zelf) gebruikt tot 40% minder energie dan de beste huidige AC-oplossing, bij een verlichtingsniveau gelijk aan die van de vervangen 48 AC-ballasten. Het derde belangrijke resultaat is gebaseerd op een component-gebaseerde levenscyclusanalyse. De meest temperatuur-kritische componenten van AC-gedreven circuitplaten (specifieke condensatoren) worden niet gebruikt op DC-gedreven platen. Deze condensatoren hebben een geschatte levensduur van 15.000 uur; dit is ongeveer 5 tot 7 jaar. De onderdelen in een DC-aangedreven ballast hebben een geschatte levensduur van 100.000 uur. Het is echter veilig om aan te nemen dat een DC-gestuurde ballast het niet 35 tot 40 jaar zal volhouden. De huidige en voorzichtige levensduurschattingen voor een doorontwikkelde DC-ballast 10 tot 12 jaar zijn. De afschrijvingskosten zullen overeenkomstig dalen. Dit zorgt ervoor dat een DC-assimilatieverlichtingsinstallatie een voordeligere investering is voor elke teler, in vergelijking met een hedendaagse AC-installatie.

■ CONCLUSIES

In een testopstelling is een vermindering gerealiseerd van drie tot vijf procent in het energiegebruik. Een analyse op componentniveau duidde op een 70% langere levensduur van het product. Deze argumenten kunnen glastuinders overtuigen van de voordelen van Direct Current in Nederland en in het buitenland. We hebben het belang laten zien van een multidisciplinaire samenwerking tussen ondernemers, onderwijs en onderzoek. Samenwerking kan zowel ondernemers (kennis, netwerk), medewerkers (nieuwe vaardigheden, kennis, netwerk) als studenten (vaardigheden, competenties) versterken. Samenwerking op basis van langer lopende en multidisciplinaire (elektrotechnisch ingenieurs, zakelijke ingenieurs, telers) projecten voorzien in een betere basis voor de lange termijn samenwerking in kleine en grote 'communities of practice'. Op lange



-Figuur 2-
Warmteontwikkeling in een open ballast na 30 minuten, 600 W AC ballast



-Figuur 3- Warmteontwikkeling in een open ballast na 30 minuten, 600 W DC ballast

termijn kan samenwerking werkgelegenheid scheppen voor gerelateerde MKB's, waardoor de regionale ontwikkeling gestimuleerd wordt. Voor de Haagse Hogeschool zijn specifieke voordelen waardevol: MKB's op de rand van nieuwe markten of producten hebben vaak een beetje hulp nodig, hetgeen bij uitstek geschikt is voor medewerkers en studenten binnen het HBO. Het vinden van de passende strategische onderwerpen is echter nog steeds een uitdaging. Gelijkspanning als thema heeft zichzelf bewezen als een kans voor onderwijs- en onderzoekinstellingen, maar ook voor het MKB. De Haagse Hogeschool heeft dit potentieel ook erkend en heeft een nieuw tweejarig onderzoeksprogramma geïnitieerd. Dit onderzoeks- en scholingsprogramma richt zich op het MKB en de kansen van MKB'ers in het ontwikkelen van state-of-the-art producten en diensten, op basis van nieuwe kennis over gelijkspanning. Elf MKB'ers, twee industriële partijen (met meer dan 250 werknemers) en drie andere universiteiten (TU-Delft, GroepT/KU-Leuven, CPUT) nemen deel aan het programma. In dit nieuwe programma zullen we drie verschillende elektriciteitsnetniveaus van zogenaamde DC-distributienetten, modelleren, simuleren en deels realiseren. Het eerste en kleinste net is een model voor een huishouden. In dit net bestuderen we specifiek de implicaties van het voorzien in de ICT-, huishoud- en klimaatinstallaties in gelijkstroom. Het tweede net combineert tot 25 huishoudens, waarin het energiemangement en de energieopslagmogelijkheden en obstakels bestudeerd worden. Het derde en grootste net zal bestaan uit een wijk of

bedrijventerrein. Onderzoekers, docenten en studenten zullen nauw samenwerken, met elkaar en met bedrijfspartners. De resultaten van de verschillende simulaties, experimenten en testen helpen niet alleen onze partners. Onze medewerkers en studenten zijn ook een belangrijke doelgroep. Nieuwe studiematerialen, cursussen, projecten en casussen zullen ontwikkeld worden en eventueel getest in het programma. Op deze manier hopen wij bij te dragen aan de regionale ontwikkeling en het innovatieve vermogen van Nederland.

REFERENTIES

1. Prof.ir Sluis, van der, L. (commissioning editor): Future Generation - Smartgrid research in the Netherlands, TU Delft Library, October 2011, ISBN: 978-94-6186-008-8.
2. Papaefthymiou, G.: Integration of Stochastic Generation in Power Systems Future Generation - Smartgrid research in the Netherlands, TU Delft Library, October 2011, pp. 10-11, ISBN: 978-94-6186-008-8.
3. M. Reza.: Stability Analysis of transmission systems with high penetration of distributed generation Future Generation - Smartgrid research in the Netherlands, TU Delft Library, October 2011, pp. 16-17, ISBN: 978-94-6186-008-8.
4. CBS, PBL, Wageningen UR: deployed CHP-generation 1998-2011 (Title and publication in Dutch), indicator 0387, version 16, 8 April 2013, www.compendiumvoordeleefomgeving.nl. CBS (Statistics Netherlands), The Hague; Planbureau voor de Leefomgeving, The Hague/Bilthoven and

Wageningen UR, Wageningen.

5. Alkemade, F., M.P. Hekkert, and J. Farla, The innovation system for the Dutch greenhouse sector in 2020, Utrecht University, Copernicus Institute, Innovation Sciences Group, Innovation Network Report No. 10.2.251, 2010, Utrecht.
6. Meer, van der, R., Jager, J.: Return on Investment in Horticulture founded by reassessment of property Agri-Monitor (Wageningen UR, Wageningen), issue April 2013.
7. Ministry of Economic Affairs, Agriculture and Innovation (2011), Towards the summit: outlines of new policies for Trade and Industry. Retrieved 20 December 2011 from: <http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/ondernemersklimaat-en-innovatie/documenten-en-publicaties/kamerstukken/2011/02/04/naar-de-top-de-hoofdpijnen-van-het-nieuwe-bedrijfslevenbeleid.html>
8. Greenport Holland (2011), Means for a sustainable economy, powerful solutions for world-wide problems, Topsector advice for Horticulture and Suppliers. Retrieved 20 December 2011 from: <http://greenportholland.com/documenten/topsectoradvies%20t&u%2017%20juni%202011.pdf>
9. Harkema, S.J.M.: Entrepreneurial Innovation; towards a reassessment of human values, inaugural address, 2004, The Hague University of Applied Sciences, The Hague.
10. Woude, van der, H.H., Harkema, S.J.M.: Innovation within reach. An exploration of innovativeness within SME's in the manufacturing industry. (Title and publication in Dutch), 2008, The Hague University of Applied Sciences, The Hague.
11. Pagter, H. de and Harkema, S.J.M.: Enabling innovation within SMEs in the manufacturing industry, IPDM Conference, 2009, Twente University
12. Wenger, E.C., Snyder, W.M.: Communities of Practice; the organizational frontier, Harvard Business Review, January-February 2000, pp 138-145.
13. Hemming, S., Heuvelink, E.: Proceedings of the 7th International Symposium on Light in Horticultural Systems (ISHS Lightsym2012), October 2012, Wageningen UR, Wageningen and ISHS.
14. Velden, van der, N., Smit, P.: Increasing Consumption of Electrical Energy in Greenhouse Horticulture (publication in Dutch), report 2013-022, April 2013, Agricultural Economics Institute Dutch: LEI), Wageningen UR, Wageningen. Projectcode 2275000507.