



ELFORSK

ELFORSK Projekt 347-050

Solcelledrevet OLED løsninger til byrummet

SLUTRAPPORT



Udarbejdet af

Peter Behrendorff Poulsen, DTU Fotonik

Sune Thorsteinsson, DTU Fotonik

Allan Krogh Jensen, AKJ Inventions

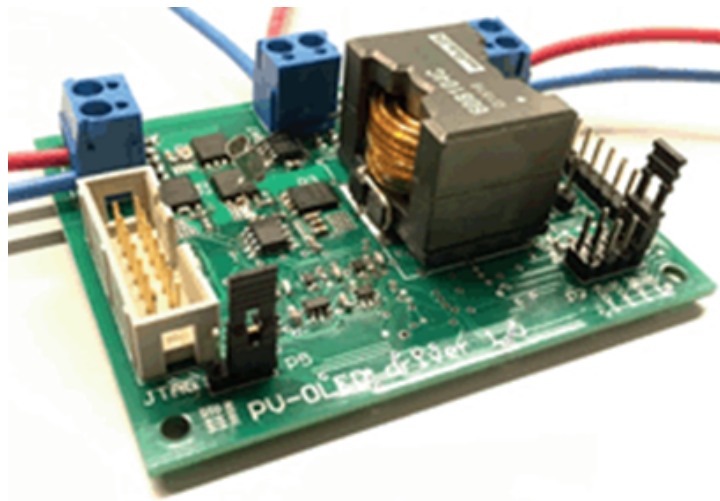
Morten Lyhne, Modelmager

Ib Mogensen, Out-sider

Kris Retoft, Out-sider

Arnold Knott, DTU Elektro

Rasmus Ploug, DTU Elektro



PROJEKTPARTNERE

MODELMAKER

Morten Lyhne

DTU Elektro
Institut for Elektroteknologi



outsider

rethink urban space

DTU Fotonik
Institut for Fotonik

Titel:

Solcelledrevet OLED løsninger til byrummet

ELFORSK Projektnr:

347-050

Projektpartnere

DTU Fotonik (projektleder)

DTU Elektro

Out-sider

Modelmager Morten Lyhne

AKJ Inventions

Udarbejdet af:

Peter Behrendorff Poulsen, DTU Fotonik (projektleder)

Sune Thorsteinsson, DTU Fotonik

Allan Krogh Jensen, AKJ Inventions

Morten Lyhne, Modelmager

Ib Mogensen, Out-sider

Kris Retoft, Out-sider

Arnold Knott, DTU Elektro

Rasmus Ploug, DTU Elektro

December 2016

Forsidebilleder

Øverst: Soldrevne OLED lampeprototyper udviklet i projektet

Nederst: Elektronik til styring af soldrevne OLED lamper

Indholdsfortegnelse

Forord.....	3
Introduktion	4
1. Markedsanalyse af relevante OLED teknologier.....	6
2. indhentning og karakterisering af relevante transparente OLED lyskilder	7
3. Skitsering og kvantitativ og kvalitativ bestemmelse af de nye parametre til styrelektronik	9
4. Konzeptudvikling og skitsering af mulige produktretninger	11
5. Undersøgelse og beskrivelse af business case for koncept anvendt i forskellige produktretninger.	15
6. Realisering af ELFORSK/EUDP ansøgning til nedbrydning af de tekniske barrierer afdækket i projektet frem mod markedsintroduktion.	18
7. Formidling af projektresultater.....	19

Forord

Denne rapport er en slutrapport for projektet solcelledrevne OLED løsninger til byrummet. Projektet har haft til formål at realisere en række solcelledrevne OLED koncepter til byrummet og udvikle den nødvendige styringsteknologi hertil. OLED teknologien er en organisk teknologi, som ses som en af konkurrenterne til den uorganiske LED teknologi. I projektet udnyttes OLED teknologiens unikke muligheder som transparent lysgiver og meget høje energieffektivitet og lyskvalitet. Projektet søger yderligere at nedbryde barriererne for brug af OLED lyskilder, der er i en fase, hvor producenterne mangler specialapplikationer for at komme på markedet med deres produkter. Via bl.a. en workshop er resultaterne omkring den nye OLED teknologi blevet formidlet bredt således at danske aktører, der er interesseret i at anvende den nye og umodne teknologi, får bedst muligt afsæt herfor.

Forskningsprojektet er støttet af ELFORSK under Dansk Energi.

Projektnummeret er 347-050

Projektet er udført i samarbejde mellem følgende aktører: DTU Fotonik (projektleder), DTU Elektro, Out-sider, Modelmager Morten Lyhne, AKJ Inventions

Følgende personer har deltaget i projektet:

Peter Behrendorff Poulsen, DTU Fotonik

Sune Thorsteinsson, DTU Fotonik

Dennis Dan Corell, DTU Fotonik

Carsten Dam-Hansen, DTU Fotonik

Anders Thorseth, DTU Fotonik

Allan Krogh Jensen, AKJ Inventions

Morten Lyhne, Modelmager

Ib Mogensen, Out-sider

Kris Retoft, Out-sider

Arnold Knott, DTU Elektro

Rasmus Ploug, DTU Elektro

Projektteamet vil også gerne benytte lejligheden til at takke Jørn Borup, Ditte Mikkelsen og Dorte Lindholm, ELFORSK, for værdifuld inspiration.

Introduktion

OLED er en ny teknologi, der giver helt nye muligheder og i kombination med solceller skabes en unik kombinatorik, der kan skabe ny produkter, der passer perfekt i forhold til de danske lysvirksomheders evne til at tage ny teknologi til sig tidligt og udnytte nye muligheder hermed kommercielt.

Det er meget begrænset, hvor meget der generelt arbejdes med OLED i Danmark på nuværende tidspunkt især fordi det stort set kun anvendes kommercielt til displayløsninger hvor OLED løsninger fx i mobiltelefondisplays er konkurrencedygtige med LCD og giver nogle billedkvalitetsmæssige forbedringer hertil. På lys siden er det primært nogle unicalamper, der er produceret til noget der minder om demonstrationsformål, da produktionsteknologierne for OLED er langt fra de fremtidige inkjetløsninger, der i princippet kan gøre teknologien til den billigste lysteknologi i lumens/kr. på sigt.



Kilde: <http://www.lgoledlight.com>



Kilde: AcuityBrands.com

Men teknologiudviklingen skal finansieres af kommercielle produkter på vejen derhen og derfor har OLED branchen brug for innovative OLED løsninger der udnytter teknologiens unikke muligheder i forhold til andre lyskilder, og dermed skaber en høj værdi og dermed kan være kommercielt interessant på den nuværende prisniveau. I nærværende projekt har kombinatorikken med solceller været hovedtemaet, der giver nogle helt unikke løsninger i denne produktkategori ligesom der er store uudnyttede patentmuligheder her, der ligeledes er undersøgt for at sikre danske virksomheders konkurrenceevne og eksportmuligheder i en tidlig fase af OLED'ens udbredelse.

OLED teknologien udmærker sig ved at kunne realiseres i en transparent løsning i sin slukkede konfiguration. Herved vil en solcelledrevet up-light konfiguration kunne realiseres, ved at placere en solcelle bag ved OLED'en og lade sollyset opsamles heraf om dagen og OLED'en være lysgiver i trædefladen om natten. Endvidere fungerer OLED'en i en hvis udstrækning som solcelle, så for at opnå optimal energihøstning skal den rette solcelleteknologi parres med den rigtige OLED løsninger herfor. Markedet herfor er stort, da kabelfrie lysløsninger efterspørges stærkt såvel kommunalt som privat og løsningerne på markedet er langt fra optimale. Teknologien i nærværende projekt giver mulighed for at lave væsentligt mere effektive og kompakte løsninger, end de nuværende på markedet.

1. Markedsanalyse af relevante OLED teknologier.

Alle OLED producenter til belysningsformål (17) der for nyligt er beskrevet i litteraturen som producerende OLEDs til belysning blev kontaktet.

- ASON Technology (OLEDs også transparente OLEDs)
- Blackbody
- COMEDD FEP
- First-O-Lite
- GE
- GLOLED
- KANEKA
- Konika Minolta (fleksible OLEDs)
- LG CHEM
- LUMIOTEK
- MPOL | MC Pioneer OLED lighting
- OLED Works
- OSRAM OPTO Semiconductors
- Panasonic
- Philips
- Toshiba (transparent OLEDs)
- Visionox

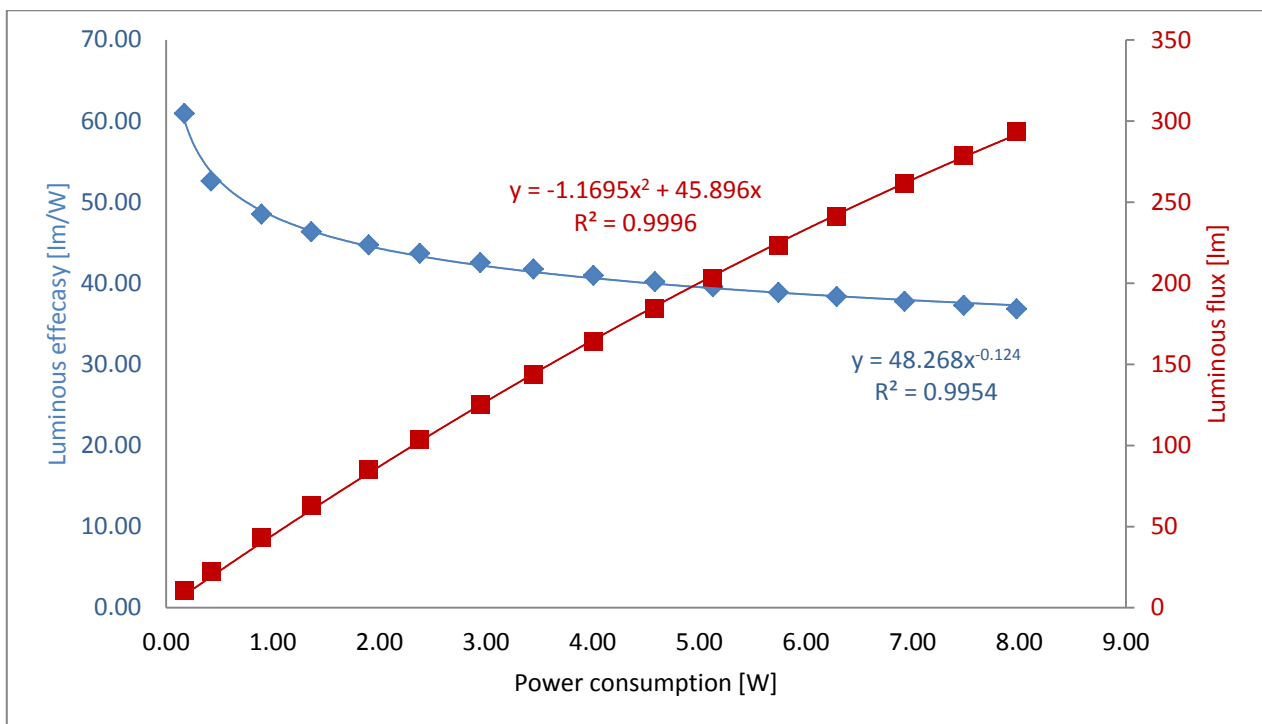
De fleste har indstillet deres OLED produktion til lysformål og kun 6 ser ud til seriøst at eksistere på markedet i ved arbejdspakkens afslutning nemlig: Kaneka, LG CHEM, LUMIOTEK, MPOL, OLED Works (købt Philips OLED og producerer nu deres Lumiblade serie sammen med egenudviklede OLEDs) og OSRAM OLEDs. Sidstnævnte har dog være umulige at komme igennem til, men de andre aktører er afholdt møder med og kommunikeret skriftligt med. Baseret på feedback fra den i 2015-2016 noget indskrænkede OLED industri blev det klart, at transparente OLEDs heller ikke er en standardvare, der er tilgængelig til lysformål, selvom denne stadig arbejde med til især skærmformål. Det viste sig derfor ikke muligt at lave koncepter baseret på en sandwich konstruktion med OLED på toppen og solceller bagved. Dog er den udviklede elektronik i projektet, som er beskrevet nedenfor klar til at operere også denne konstruktion, som anses for aldeles interessant også til skærmformål i fremtiden, hvor stort set hele skærmarealet ligesom på soldrevne ure, vil kunne anvendes både til skærm og solpanel og kabelfrie fx reklamesøjler vil kunne realiseres til byrummet. Dette vil være særdeles attraktivt.

2. indhentning og karakterisering af relevante transparente OLED lyskilder

OLEDs blev indkøbt fra ovennævnte producenter,

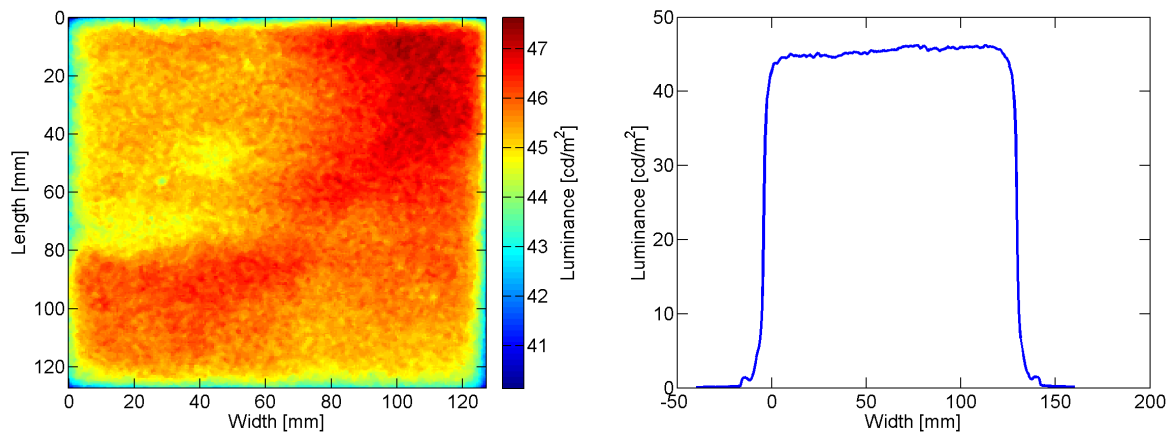
- Kaneka
- LG Chem
- Lumiotech
- OLEDWorks (der har købt Philips OLED afdeling)
- MC Pioneer OLED Lighting Corporation
- OSRAM (er ikke lykkedes, men vi ved de stadig producerer OLEDs).

Nedenfor på figur 1 er vist en repræsentativ måling for OLEDsne i nærfeltsgoniometer, hvor intensitetsfordeling, luminans og spektral udstrålingsintensitet i det visuelle interval kan måles.



Figur 1 – OLED måling i nærfeltsgoniometer. Effektiviteten af OLEDsne ser ud til at aftage med effekten, præcis som med normale LEDer.

Nedenfor på figur 2 er vist luminansfordelingen på en af OLEDsne, der er målt med et luminanskamera:



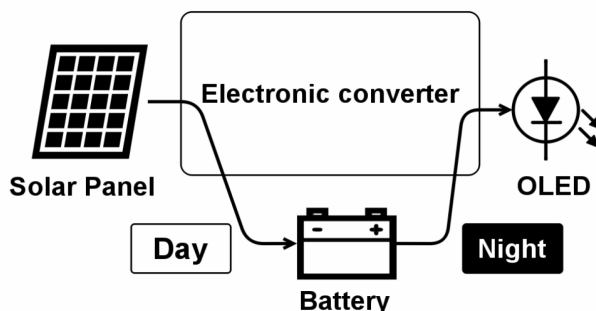
Figur 2 – Luminansfordeling på en OLED.

Der ses at være ca. 4% gradient i det konkrete tilfælde. En række elektriske parametre er ligeledes målt for at få noget input til design af den elektriske styring, mens de optiske målinger har været brug for designfasen.

3. Skitsering og kvantitativ og kvalitativ bestemmelse af de nye parametre til styrelektronik

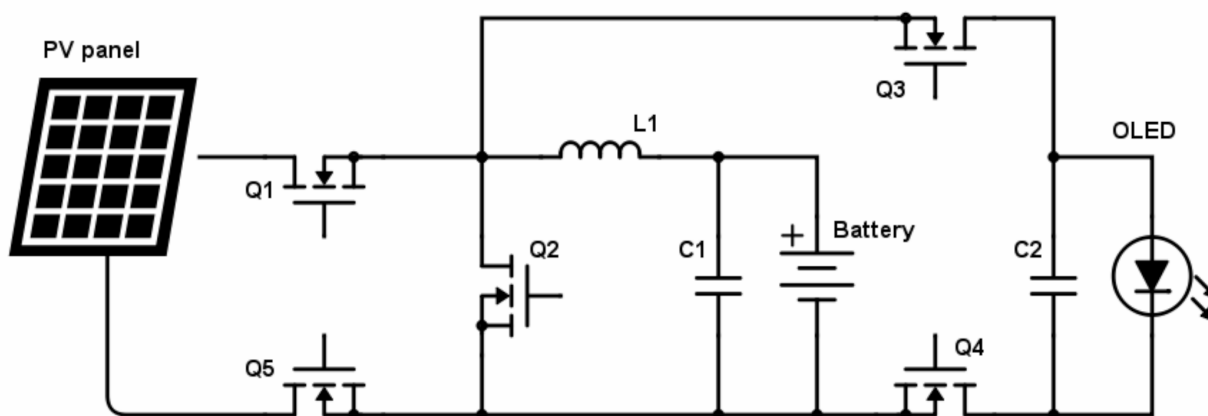
En elektronisk konverter til udendørs lys-til-lys formål skal kunne arbejde i to tilstande (se figur 3):

1. I dagtimerne: Konvertere energi fra PV panelet under Maximum Power Point Tracking (MPPT) betingelser for at høste så meget energi til batteriet fra den tilgængelige solenergi som muligt.
2. Om natten: Konvertere oplagret energi fra batteriet til arbejds punktet for OLED panelet.



Figur 3 – Princip for konverterelektronik

En løsning herpå kan være en tre-Port-konverter (TPC) med to driftstilstande som skitseret i fig. 4. For at dække hele spektret (1-50 Wp) af solpaneler med høj effektivitet, blev 2 versioner af konvertere udvikle. En laveffektsløsning for 1-10 Wp PV Paneler og en højeffekt løsning dækkende intervallet 10-50 Wp, hvilket giver alsidighed i valg af solpaneler i hele dette område som er de primært relevante for OLED produkter i den adresserede form. Effektivitetskurve for 10 Wp versionen er vist i fig. 5.



Figur 4. Konvertertopologi. Q4 og Q5 er effektkontrolrelæer.

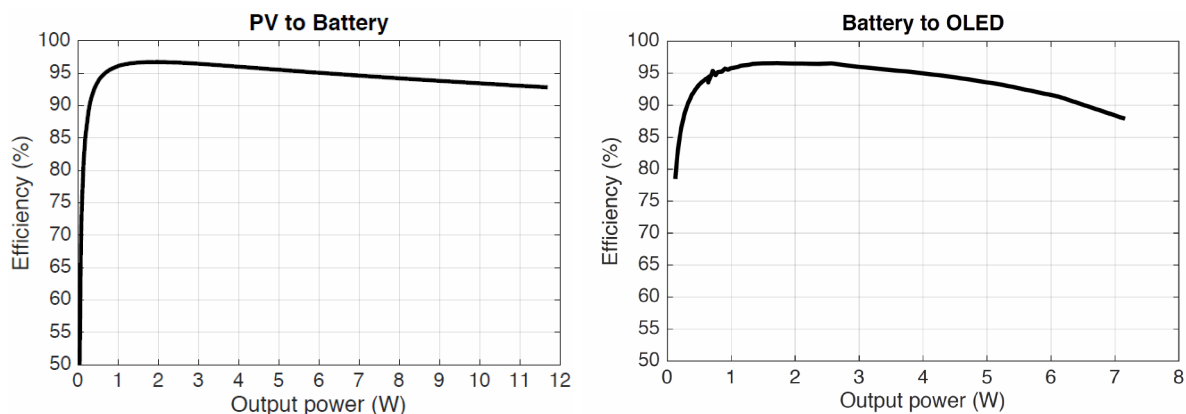


Fig. 5. (Til venstre) Effektivitet kurve af 10 W konverteren ved konvertering af energi fra PV panel til batteriet. Det kan ses, at konverteren udmærker sig med sin højeste effektivitet ved lav strøm og opnår 94% ved 0,5 W og toppe ved 97% ved 1,8 W. (Højre) Effektivitetskurve af konverteren operererende i boost mode. Konverteren når 96% effektivitet ved 1,275 W og 97% i 1,4-2 W.

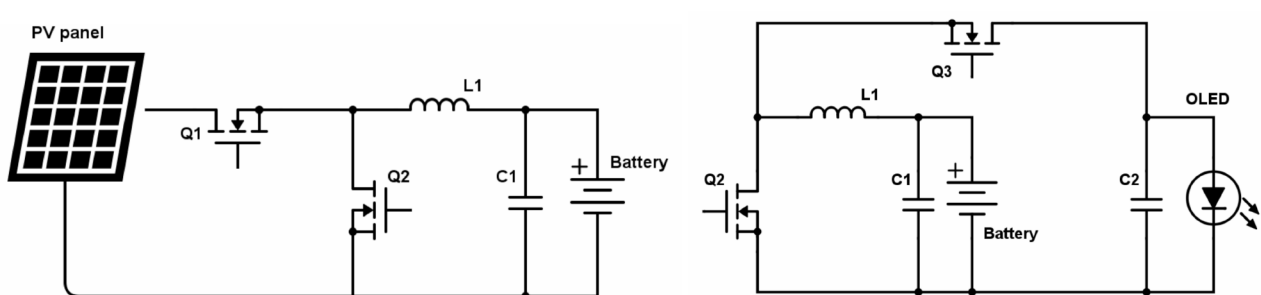
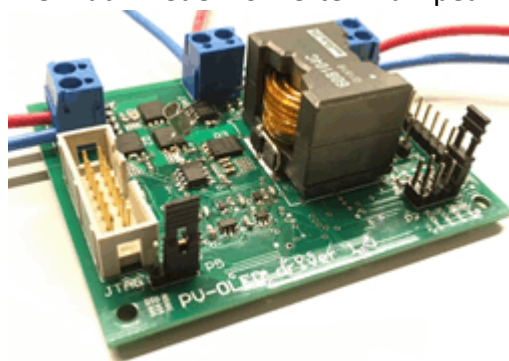


Fig. 6 (venstre) Converter opererer i buck-tilstand. Q5 er udeladt, da dette er "always on", når de opererer i buck-mode. Converter opererer i boost-tilstand. (Højre) Q4 udelades, da den er "always on", når de opererer i boost-funktionen.

Det søges at opnå den maksimale virkningsgrad i den nedre del af dens driftsområde siden L2L produkter ofte er placeret i områder med en masse skygger på solpaneler f.eks i parker eller i de urbane miljøer, hvilket gør spidseffektoperation sjælden. Den udviklede konverter har peak effektivitet på 97%, når der arbejdes ved 1,8 W. Konverteringen fra batteri til lys er af tilsvarende effektivitet. 3 Port konverteren er søgt patenteret og har DTU sagsnr. 95727.



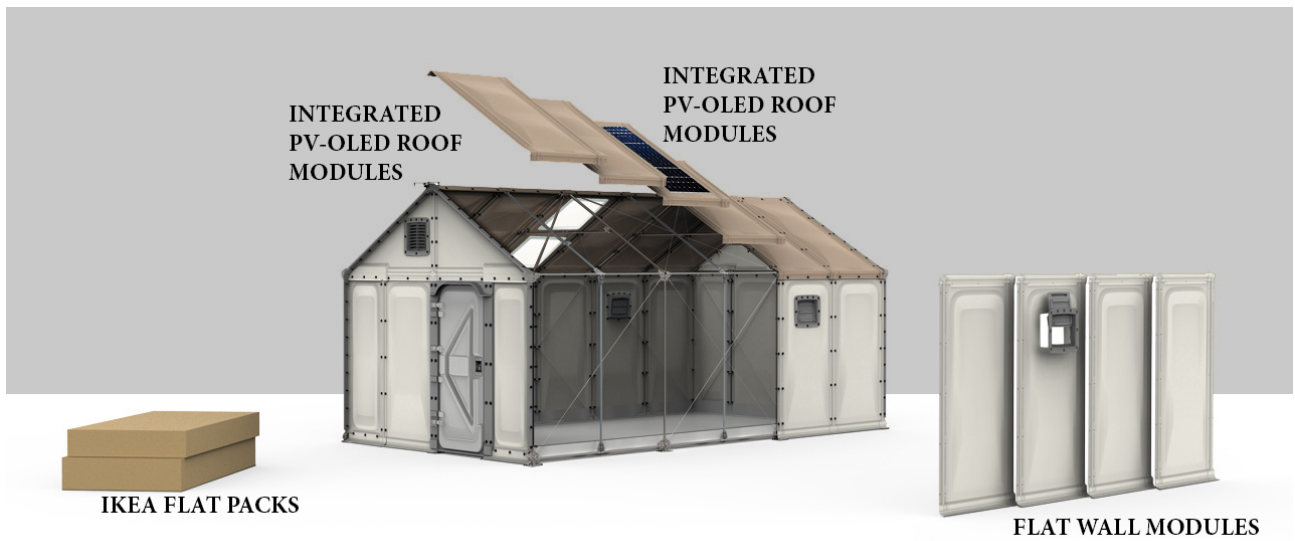
Figur 7. Billede af prototype af konverter.

4. Konzeptudvikling og skitsering af mulige produktretninger

Der er udviklet en række koncepter af projektgruppen på skitseplan og nogen af dem er vist nedenfor:



Camping powered by the sun





PV Powered displays/hybrid systems

- Integrated PV panel

- OLED screen



5. Undersøgelse og beskrivelse af business case for koncept anvendt i forskellige produktretninger.

Der blev udvalgt 3 koncepter til realisering i prototyper (er ikke vist i 4, da de er vist her). Alle blev vist på konferencen Nordic Light d. 7. november 2016 på RISØ Campus på DTU til over 100 deltagere. Nedenfor ses en af OLED pullerterne at blive samlet i projektets udstillingsområde før konferencen.







De 3 koncepter er

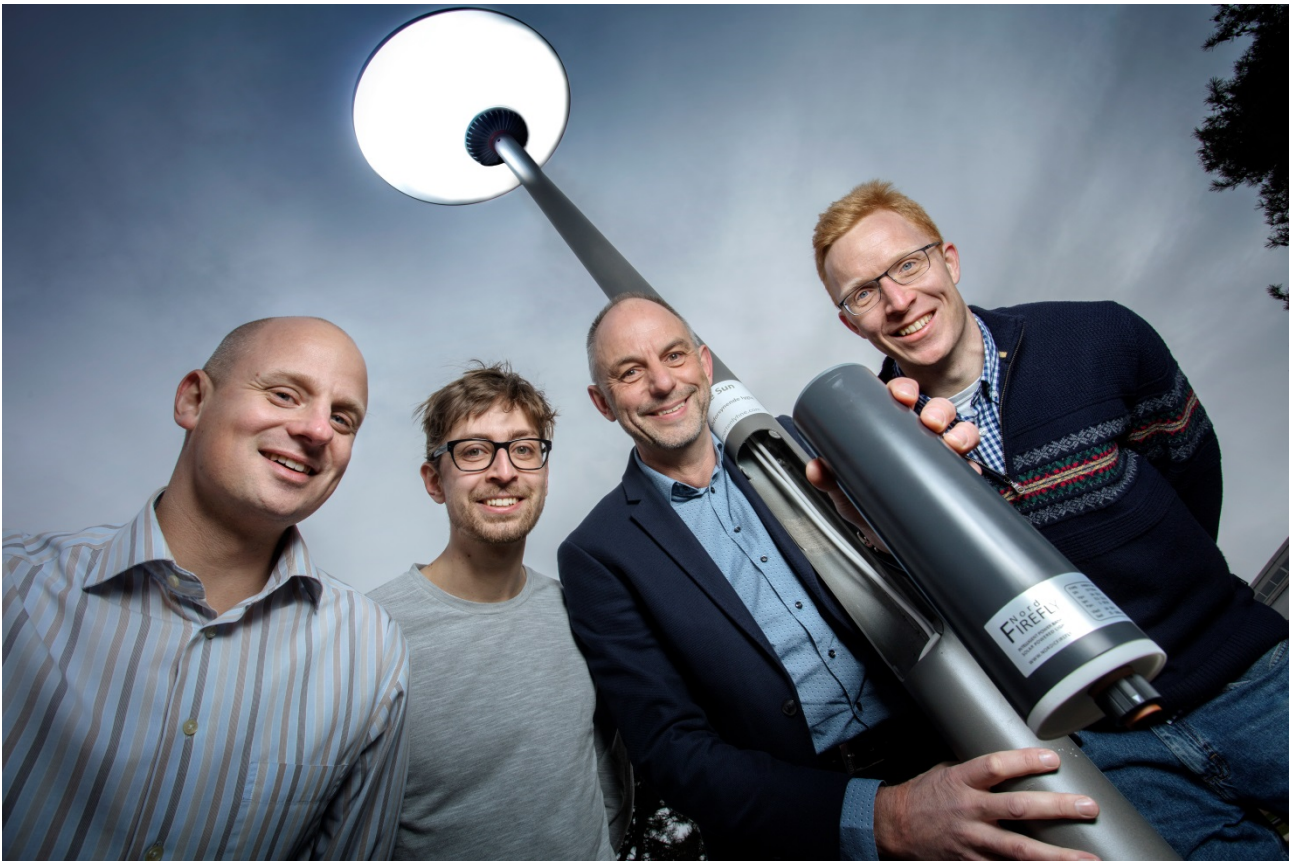
- Inground OLED belysning i dobbeltsten, hvor solcellen placeres i den ene sten og OLEDen i den anden. Hvis en transparent udgave af OLED bliver kommerciel, så vil systemet kunne laves i samme sten.
- Skilt med OLED og solceller, hvor fronten vil kunne præges til fx husnr. OLED desværre defekt og lyser ikke på billedet.
- Soldrevet OLED pullert

6. Realisering af ELFORSK/EUDP ansøgning til nedbrydning af de tekniske barrierer afdækket i projektet frem mod markedsintroduktion.

Der er i projektperioden bevilliget følgende projekter til opfølgning på resultaterne i dette projekt:

- ELFORSK 349-032 OLED Academy - fremtidsperspektiver for energibesparelser og design (Totalbudget 2.2 millioner)
- PoC, udvikling og produktionsmodning af patenteret konverterelektronik til PV drevet OLED og LED, 100.000 kr.
- PoC, udvikling og spin-off virksomhed til produktion af konverterelektronik til PV drevet OLED og LED, 400.000 kr.

Endvidere realiseres spin-off firma baseret på den patenterede elektronik beskrevet i afsnit 3. Firmaet opnår CVR nr. pr. 1. marts 2017 og døbes Nordic Firefly:



Nordic
FIREFLY

7. Formidling af projektresultater

Projektet har været formidlet ved følgende events og publikationer:

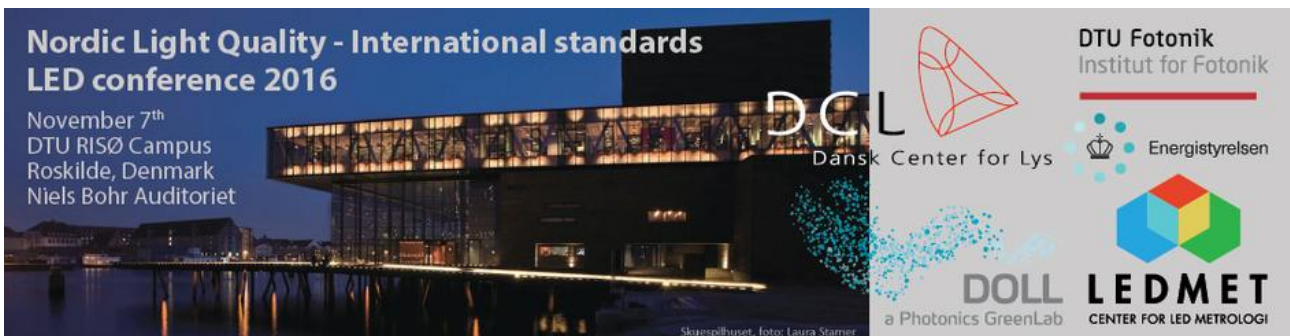
Light and Building, marts 2016. Projektgruppen deltog med datablade på de 2 konverterere (10W og 50W udgaven for at probe markedet herfor såvel som at afholde møder med de deltagende OLED producenter).

Videnskabelig artikel omkring PV OLED engine styringen. (Artikel er indsendt til ELEKTRONIKA IR ELEKTROTEKNIKA og forventes godkendt/publiceret snarest. Præsentation blev givet ved 20th International Conference | Electronics 2016 mandag d. 13. juni med titlen: Photovoltaic OLED Driver for Low-Power Stand-Alone Light-to-Light Systems.

EUPVSEC og INTERSOLAR 2016 Der blev givet en præsentation d. 23. juni 2016 og en artikel ved konferencen).





43rd IEEE Photovoltaic Specialists Conference – Projektet deltog med en poster og en conferenceartikel 5. juni – 10. juni 2016, Oregon, USA.

Nordic Light Quality - International standards, 7. November 2016



Nedenfor er vist parallelsession, hvor generel viden om OLED blev præsenteret såvel som projektet blev præsenteret ved Rasmus Plougs indlæg.

PARALLEL SESSION, OLED & Light Measurements

Session: OLED Lighting		
13.40-13.45		<p>Opening of session</p> <p>Thomas Maare: Specialist Lighting Project Manager at Danish Lighting Center</p>
13.45-14.25		<p>Progress and Challenges in OLED Lighting</p> <p>Marek Ramski: Sales and Business Development Manager at OLEDWorks GmbH</p>
14.25-15.05		<p>OLED panel technology, luminaire and lighting design – SKYPE presentation</p> <p>Dr. Mike Lu, Director of OLED Technology at Acuity Brands</p>
15.05-15.20		<p>OLED and solar cells - a high efficient converter for solar powered OLED products</p> <p>Rasmus Plough, Research assistant at DTU Fotonik</p>
15.20-15.40		Coffee break and exhibition

Nedenfor ses yderligere stemningsbilleder fra konference og OLED parallelevent.



