

HIGHLIGHT



PSO 342-021
Energibesparende butiksbelysning baseret på LED

PSO 342-021 - Energibesparende butiksbelysning baseret på LED

Projektansvarlige virksomhed

Jesper Olsen ApS (nu Jesper Wolff ApS)
Gammel Kongevej 167C
1850 Frederiksberg C
Cvr nr. 28655274

Projektleder: Jesper Wolff
Projektdeltager: Christian Bjørn

Projektdeltagende virksomheder

I-NO ApS
Hørskættens 5
2630 Taastrup
CVR: 28713533
Projektdeltagere: Peter Selmer Gade, Thomas Pedersen og Martin Zeuthen

LIK A/S
Bugattivej 5a
7100 Vejle
CVR: 25353536
Projektdeltagere: Jan Markussen

Eksternt tilknyttede virksomheder

JJ Mechatronics A/S
Industriparken 17
4450 Jyderup
Kontaktperson: Willy Madsen

Ove Nielsen
Borgergade 21
8660 Skanderborg
Kontaktperson: Ove Nielsen

Arrow
Tindbjergvej 18
8600 Silkeborg
Kontaktperson: Jesper Dyrsting

Indholdsfortegnelse

Projektansvarlige virksomhed	2
Projektdeltagende virksomheder	2
Eksternt tilknyttede virksomheder	2
Indholdsfortegnelse	3
1 Resume	4
2 Projektets forudsætninger	5
2.1 Formål	5
2.2 Relevans	5
2.3 Markedet	6
2.4 Mål	7
3 Gennemførelse	7
3.1 Projektdeltagerne – rollefordeling	7
3.2 Projektforløbet	8
4 Resultater	21
4.1 Produktspecifikationer	21
4.2 Test, tilretning og evaluering	21
4.3 Færdiggørelsesgrad	21
4.4 Besparelspotentialet	22
4.5 Evaluering af gruppesammensætning	26
5 Salgs og videreudviklingsplan	26
6 Videre anvendelse af resultaterne	27
6.1 Udvikling	27
6.2 Salg	28
7 Appendix 1 – Økonomisk drifts eksempel	29

1 Resume

Denne rapport beskriver design-, udviklings og kommercialiseringsprocessen af et LED baseret belysningsarmatur, HighLight Advanced. Der redegøres detaljeret for både den overordnede proces såvel de tekniske specifikationer og i nogen grad tekniske løsninger. Rapporten vil ikke gå i detaljer om essentiel teknisk knowhow, der indgår som del af det frembragte produkt, da dette betragtes som fortrolig og værdifuld viden ift. konkurrence- og kopiering. Projektgruppen er sammensat af tre partnere der tilsammen repræsenterer kompetencer indenfor design, teknologi og salg/distribution. Undervejs har gruppen tilknyttet eksterne ressourcer indenfor konstruktion, produktion og kommunikation.

Projektet havde til formål at udvikle kommercielt attraktivt og effektivt farvetemperatur styret LED baseret belysningsssystem til professionel butiksbelysning. Projektet bygger på erfaring fra tidligere EIForsk projekt (338-057) Attraktivt og energieffektivt lysdesign til butikker. Her konkluderes at butikkerne er mere interesseret i spændende og kvalitativt lys end konkrete energibesparelser. Hvis nye belysningsprodukter skal afstedkomme alvorlige energibesparelser, skal de have fokus på slutbrugernes (i vores tilfælde butikker) behov, samtidigt med at forretningsmodellen omkring produktet er gennemtænkt.

Det særligt interessante ved dette projekt er, at projektresultatet er et produkt, som ved projektets start endnu ikke var defineret. Projektets tema var LED baseret butiksbelysning. Vi ønskede at bruge LED'ernes egenskaber til at lave ny, spændende, dynamisk (dvs. variabel farvetemperatur) og ikke mindst energibesparende butiksbelysning. Udgangspunktet var at tænkte traditionelt i den forstand, at vi ville forbedre eksisterende produkttyper. Resultatet blev væsentligt mere spændende en først antaget, da vi via

markeds og teknologi research, samt tværfaglig sparring, har skabt en helt ny produkttype.

Produktet, HighLight Advanced, er en LED spot specielt egnet til dynamiske udstillinger i høj loftede rum. Produktet er starten og fundamentet for en serie LED baserede belysningsspots, som alle udnytter LED teknologiens egenskaber til at skabe energieffektiv, smuk og dynamisk belysning.

Der er fremstillet prototyper som indgik et pilotprojekt hos, og i samarbejde med, Magasin Kgs. Nytorv. Produktet er efterfølgende blevet tilpasset med erfaringer fra pilotprojektet. HighLight Advanced er i skrivende stund et færdigudviklet og markedsmodnet produkt, der bliver solgt af gruppen selv.

2 Projektets forudsætninger

2.1 Formål

Projektets oprindelige formålsparagraf, blev formuleret således:

”Projektet har til formål at udvikle et effektivt farvetemperatur styret LED baseret belysningsystem til professionel butiksbelysning. Armaturets designes således at lyset kan farvetemperatur og farvetone styres dynamisk, samtidigt med at der opnås en flot farvegengivelse. Hele konceptet og produktet vil give helt nye, unikke og fleksible muligheder for spændende indretning af detail butikker – samtidigt med der kan spares enorme mængder strøm på et nationalt og internationalt plan. Projektgruppen og forretningsmodellen er sammensat med en effektiv kommercialisering for øje, således at der kan opnås el besparelser inden for en overskuelig fremtid.

Projektet tager bl.a. udgangspunkt i resultater fra tidligere PSO F&U projekter og kan på kort tid skabe et energieffektivt og kommercielt bæredygtigt produkt på baggrund af disse resultater.”

Det overordnede fremsatte formål har i praksis fungeret som en ledetråd gennem hele projektet og projektgruppen har ikke divergeret fra dette. De nærmere angivne detaljer omkring forretningsmodellen mv. har i høj grad ændret sig i løbet af projektet. Dette er beskrevet detaljeret i nærværende rapport [se 3.2.8].

2.2 Relevans

Projektet og slutproduktet har fokus på æstetisk tiltalende og energiebesparende LED lys. LED lyskilder har desværre fået et ry, som værende en lyskilde med dårlig lyskvalitet, på grund af billige produkter der er sluppet løs tidligt i udviklingsforløbet. Dette kombineret med at store dele af den asiatiske elektronikbranche nu udvikler, fremstiller og sælger komponenter og færdige produkter til belysningsbranchen. Der mangler lystekniske kompetencer i store dele af denne industri. Og manglen på standarder og kvalitetssikring af LED produkter, har resulteret i at kvaliteten varierer ekstremt mellem de forskellige aktører. Vi har derfor gennem hele projektforsløbet været klar over, at der skal produkter på markedet med spændende, smukt og tiltalende lys for at få omstillet den gængse forbrugers indstilling til lyskilden.

Lys og lampe design i Danmark har været og er domineret af ensidig fokus på armaturets udvendige form og design, hvilket har betydet, at der kun har været ringe interesse i at inddrage innovativ teknologi blandt etablerede belysningsproducenter. På kontraktmarkedet har etableringsomkostninger vejet tungere end driftsomkostninger og lyskvalitet. Vores projekt har frembragt et armatur, der er det første i en serie, hvor vi har fokuseret på lys og funktionalitet, som de alt overskyggende parametre. De æstetisk behagelige former opstår som et produkt af gennemtænkt teknologi udvikling og design.

Projektet er unikt, bl.a. fordi det repræsenterer en totalintegration af mange teknologier, hvor der ikke er gået på kompromis med noget. Klassisk belysningsdesign bliver kombineret med ekspertise inden for mekanik, elektronik, optik, colormetri, mekatronik, termisk styring og meget andet. Alle disse kompetence områder

har været nødvendige at berøre, for at udvikle et produkt der muliggør en total udnyttelse af alle LED'ens fordele, vævet sammen i et elegant design.

Dette projekt er vores bud på hvordan fremtidens belysnings designere skal tænke og agere – den tilgængelige teknologi skal udnyttes fuldt ud for at møde behovene i markedet. Markedet skal ikke, og går ikke, på kompromis. På nationalt og internationalt plan er det et meget energimæssigt relevant projekt. 6,5% af al energi forbrugt i Danmark går til detailhandel og der bliver skønsomt brugt 20% af denne energi til belysning. Med et årligt elfbrug i Danmark på 33.955 GWh står, det område vi fokuserer på, for et forbrug på 441 GWh (kilde: Dansk Energi). Ved at udskifte mange af de eksisterende belysningsystemer ud med vores farvetemperaturregulerede LED armatur kan der opnås store besparelser.

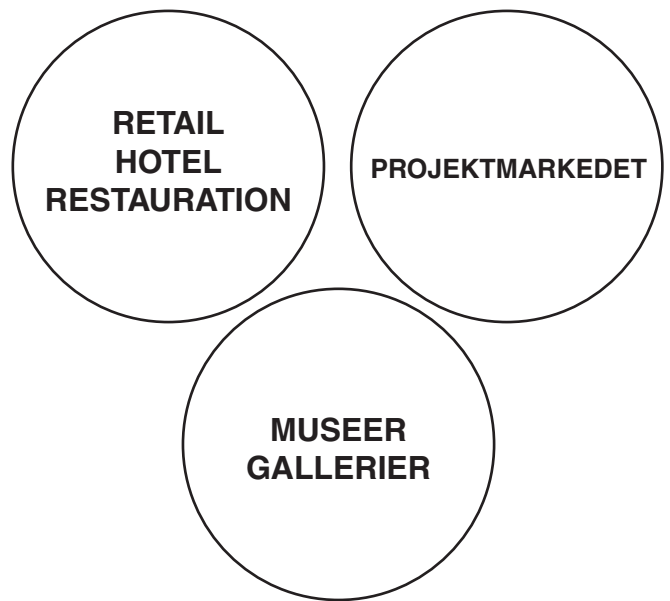
Sammenlignet med en halogenlampe kan man nedsætte forbruget med 75% ved at benyttes LED. Ydermere vil vi, i den sektor vi fokuserer på, se en proportional stor besparelse på køleanlægs el-forbrug. Det skyldes at der i butiksmiljøer bruges meget strøm på at nedkøle rum, bl.a. på grund af varmeafgivelse fra lamper. Et typisk køleanlæg, med en COP faktor på 2, vil kræve 1 kW til nedkøling af 2 kW afgivet varme. Dette betyder at der skal i praksis skal bruges 3 kW til at drive et 2 kW lysanlæg. En besparelse på 2 kW på lysanlægget, vil derfor give en netto besparelse på 3 kW.

I PSO regi, bygger projektet bl.a. videre på de erfaringer der er opnået af det støttede projekt: 339-057 "Attraktivt og energieffektivt lysdesign til butikker". Projekt 339-057 beskriver hvordan man kan sætte lyset, således at forbrugeren for en bedre oplevelse i butikken og der oven i købet bruges mindre lys. Samtidigt har det en vigtig pointe om at mindre butikker hellere vil have spændende lys end at spare på el-regningen. Det vil sige at for at samfundet skal bruge

mindre energi, skal de butikker tilskyndes til at spare energi bl.a. ved at tilbyde nye spændende dynamiske lyskilder.

2.3 Markedet

Ved projektstart var det detail belysning det marked vi fokuserede på. Efterfølgende er vi blevet klar over en bredere anvendelse af produktet. Herunder: museer/gallerier, projektmarkedet og retail belysning.



Figur 1 - Kundesegmenter for produktet

En del af udfordringen med kommercialiseringen af produktet, bliver at overbevise retail markedet om merværdien i produktet. Det er almindeligt set, at spot belysning til retailbelysning, næsten alene konkurrerer på pris. Produktet der udvikles i nærværende projekt, bliver ikke prissat i den billigste ende. Det er derfor vigtigt at holde markedets behov for øje, således at produktet kan bære den meromkostning i forhold til konkurrerende produkter.

2.4 Mål

1. Udvikle et CCT styret LED spot armatur

LED'er giver både armatur designeren og slutbrugeren mulighed for at styre farvetemperaturen dynamisk. Dette er et stigende behov i markedet og derfor en god måde at introducere LED baserede produkter på. Kunden får nye behov dækket og har derfor incitament til at betale mere for et state-of-the-art produkt.

2. Kommercialisering af et relevant produkt

Projektresultatet skal på markedet i form af et, eller flere produkter, ellers får vi aldrig realiserede de mulige energibesparelser. Produktet skal ydermere være relevant og prissat rigtigt, så kunderne køber mange af dem. Jo flere der bliver solgt, jo større energibesparelser kan vi opnå.

3. Generere profit

Alle led i værdikæden skal tjene penge! Det er den eneste måde at sikre produktets overlevelse, videreudvikling og i sidste ende succes.

4. Teste ny sammensætning af projektgruppe

Projektet har valgt at sammensætte en projektgruppe på en lidt anderledes måde, end tidligere LED orienterede PSO projekter. Vi har udvalgt en design ressource, teknologi producent og en distributør til at gennemføre projektet. Vores hypotese er, at dette vil give en kortere time-to-market og en mere direkte markedsintroduktion af produktet.

3 Gennemførelse

3.1 Projektdeltagerne – rollefordeling

3.1.1 Jesper Olsen og Christian Bjørn

Baggrund:

Jesper Olsen og Christian Bjørn har de seneste 7 år beskæftiget sig med udvikling og design af LED-baserede løsninger. De var bl.a. med fra starten i Elforskprojektet (337-068) Udvikling af LED lyskilder og lamper, hvor de bl.a. designede Åkanden og Cluster lampen. Sammen designer de også produkter for flere danske belysningsproducenter og har der igennem stor erfaring med design og udvikling af belysningsarmaturer. Yderligere har Christian Bjørn mere end 35 års erfaring med industriel design og produktudvikling, og har løst opgaver for nogle af Danmarks største virksomheder.

Rolle:

Jesper Olsen har været ansvarlig for overordnet projektstyring, koordinering og budget samt research, strategi, design, mekanisk design, dokumentation og grafisk arbejde. Christian Bjørn har bidraget med strategiudvikling og overordnet designarbejde. Tilsammen har Jesper og Christian i høj grad udviklet forretningskonceptet og håndteret alle design og optimeringsmæssige opgaver i projektet.

3.1.2 I-NO

Baggrund:

I-NO er en nystartet højteknologisk belysningsproducent, der alene fokuserer på LED baserede armaturer. Oprindeligt er I-NO stiftet, som elektronik og konsulent virksomhed. Det er med baggrund i denne industri, at I-NO har mulighed og kompetencer til totaludvikling af armaturer. Alle elektroniske, optiske og mekaniske komponenter bliver udviklet in-house, hvilket giver virksomheden mulighed for fremstilling af totalintegrerede armaturer. Det giver virksomheden et forspring i forhold til den eksisterende belys-

ningsindustri, der ofte baserer sine produkter på færdige standardiserede lysmoduler.

Rolle:

I-NO's rolle, har ændret sig meget gennem projektforløbet. Den oprindelige tanke var at I-NO udelukkende skulle stå for elektronik og optik udvikling, der efterfølgende skulle sælges til en armaturproducent. Den endelige rolle for I-NO blev elektronik/optik udvikler, slutproducent og salgsled. Det var nødvendigt at håndtere de yderligere roller internt i gruppen for at sikre produktets kommercialisering.

3.1.3 LIK

Baggrund:

Lik A/S er markedsførende i Danmark som belysningskonsulent indenfor professionel butiksbelysning. De blev i 2007 og 2008 tildelt prisen som gazellevirksomhed. De tæller over 100 faste kunder herunder Louis Poulsen og Bestseller, som dagligt åbner 1-2 nye butikker alene i Europa.

Rolle:

Lik A/S har i projektets researchfase bidraget med værdifuld viden vedr. kundebehov, praktiske forhold (som montage, drift, vedligeholdelse etc.) og økonomiske premisser. Dette har kvalificeret det endelige produkt og medført at vi er endt med en relevant og kommerciel attraktiv løsning. Lik A/S skal efter projektets afslutning aftage og distribuere produktet til sine kunder.

3.2 Projektforløbet

Projektets tidplan:

	År 2010				År 2011			
	1	2	3	4	1	2	3	4
<i>Fase 1, Markedsresearch</i>								
<i>Fase 2, Teknologiresearch</i>								
<i>Fase 3, Ideskitsering</i>								
<i>Fase 4, Prototype udvikling</i>								
<i>Fase 5, 0-serie udvikling</i>								
<i>Fase 6, Produktion, Salg og Formidling</i>								

3.2.1 Fase 1 - Markedsresearch

Da projektet oprindeligt blev formuleret og arbejdet gik i gang med at sammensætte en projektgruppe, var tanken at udvikle et bredt serie af LED baserede belysningsarmaturer, som tog udgangspunkt i de eksisterende behov man kender fra retail- og detailhandelen. Den tidligere beskrevne projektgruppe blev sammensat, men vi ønskede at supplere gruppen med en spar-

ingspartner, som dels var en oplagt aftager af produktet, og dels kunne huse et pilotprojekt, hvor vi skulle have feedback og anden brugbar erfaring ift. efterfølgende produktoptimering. Der indledtes dialog med COOP Danmark omkring projektet, og vi startede med at researche detailhandelen. Vi ville, baseret på eksisterende produkttyper, udvikle energibesparende armaturer som samtidigt kunne jus-



Billede fra Kvickly Sundby

teres i farvetemperatur og intensitet. Produkternes konkurrencedygtighed skulle baseres på drift besparelser ved et lavere energiforbrug og længere levetid, samt et øget salg genereret af en bedre lyssætning. Projektgruppen researchede eksisterende produkter på messen Light and Building i Frankfurt 2010. Vi fik indblik i hvor langt de store aktører på markedet (Philips, Erco, Zumtobel og Targetti) var kommet med LED baserede produkter, særligt indenfor butiksbelysning. Vi havde erfaret fra COOP Danmark og vores research i detailhandelen, at produkterne udelukkende konkurrerer på salgspris. Alle discount supermarkeder såsom Fakta, Netto, Aldi og Lidl, var det decideret et krav at lyset skulle være "dårligt" for at understrege fornemmelsen af discount. LED kunne/kan ikke udkonkurrere de mest effektive halogen- og metalhalogen lyskilder alene på effektivitet (lumen/W). Og LED er en meget dyrere

lyskilde hvis man sammenligner dem 1 til 1 med halogen i lumen/kr. Samtidigt kunne vi erfare på Light and Building at de LED produkter som blev lanceret af de ovennævnte aktører, kunne stort set det vi ville med vores serie. Og priserne på disse armaturer var stadig alt for høje til at blive kommercielt attraktive. Konkurrencen på området var simpelthen for stor, og LED teknologien var for dyr indenfor det udvalgte segment. Derfor blev det hurtigt klart for os, at vi skulle finde et område, hvor vi kunne løse en problemstilling, hvor LED'ernes egenskaber kommer til sin ret og hvor konkurrenceparametrene ikke udelukkende beror sig på anlægsomkostninger.

Vores "anden" research fase tog nu udgangspunkt i en problemstilling som LIK havde stødt på i forbindelse med meget højt loftede udstillingslokaler. I LIK's tilfælde var det i butikker, men det samme gør sig gældende i museer, ho-

tellobbyer ol. Fælles er at man har varer eller objekter der kræver et særligt kraftigt lys, og som i en hvis udstrækning indgår i et fleksibelt miljø, hvor man har behov for at kunne "rykke" på lyset i takt med at varer, udstillinger eller indretninger ændres. Nuværende løsninger bygger på to forskellige principper. Begge baseres på CDM armaturer (metal halogen). Enten hænger man skinnesystemer ned i en højde hvor armaturerne bliver lettere tilgængelige, typisk ved brug af A-stige. Dette er ikke hensigtsmæssigt i forhold til rummet arkitektur. De højt loftede rum er beliggende på dyre kvadratmetre og ønskes at fremstå eksklusive. De nedsænkede systemer forstyrrer rummet og skaber æstetisk støj. Alternativt monteres armaturerne direkte på loftet. Dette er uhensigtsmæssigt da de bliver svært tilgængelige og samtidigt er det svært at få lyset til at nå gulvet med tilstrækkelig intensitet. Det er en dyr procedure blot at skifte lyskilder eller rette på retningen af lyset. Her skal som regel anvendes lift efter lukketid. Desuden er der eksempelvis meget strenge krav til arbejdssikkerhed over en given højde (varierer fra land til land). I områder med rulletrapper, i trappetårne og i nogle udstillingsvinduer er der meget dårlig tilgængelighed, så her er det for alvor en omstændig og dyr affære at arbejde oppe under

loftet. Vi etablerede kontakt til Magasin Kgs. Nytorv, som var positive ved at agere sparingspartner på projektet. De ville bidrage med løbende feedback på specifikation og udvikling, og ville gerne afsætte tid og plads til et pilotprojekt, som først var tiltænkt skulle finde sted i Magasin Fields.

Det nye koncept blev således et nicheprodukt. Målsætningen blev at lave et High-end belysningsarmatur:

Et spotarmatur som passer ind i højt loftede rum, og med mulighed for at regulere lysets farvetemperatur dynamisk fra kold hvid til varm hvid. Spotten skal kunne fjernbetjenes for at indstille lysets retning fra afstand og uden brug af lift eller stige. Desuden er man garanteret en meget lang levetid (ca. 50.000 timer) på lyskilderne, hvilket sparer butikkerne for mange penge på udskiftning og indkøb af lyskilder. Yderligere spares der en masse energi. Energibesparelsen kommer ikke kun ved mere effektive lyskilder, men også ved at anvende lyset præcist og har derfor næsten ingen spildlys. Det medfører at man armatur for armatur sparer energi. Men det betyder også at man kan nøjes med én spot, steder hvor man tidligere har helgarderet sig med to spotarmaturer. To spotarmaturer



Billede fra H&M Waves, Ishøj

kompenserer man med, for at sikre sig tilstrækkeligt med lys og korrekt retningsindstilling af lyset. Vi lavede en kravspecifikation til produktet for at kunne arbejde målrettet på en specifik løsning. Vores overordnede strategi var, at udvikle en højteknologisk platform, som skulle blive fundamentet for vores state-of-the-art armatur: HighLight Advanced. I takt med at udviklingen fremskrider, vil lyskilderne blive billigere og mere kommercielle. Platformen skulle da kunne nedgraderes til simple produkter, som kan supplere flagskibet HighLight Advanced. Strategien er inspireret af bilindustrien, hvor man laver coupe modellen, som fanger folks opmærksomhed og skaber interesse, og samtidigt demonstrerer producentens niveau. Coupeen's design bliver nedtonet og brugt mere moderat i en bred serie indeholdende forskellige produkttyper såsom stationcar, sedan, mini osv. Og det er den bredde og billigere produktserie som skaber omsætningen, men coupeen som åbner døren og skaber brandet.

Resultatet af denne markedsundersøgelse, var en produktspecifikation med følgende egenskaber og kvaliteter:

- LED baseret spot armatur
- Dynamisk farvetemperatur mellem 3000 og 4000K
- Dynamisk lyskegle position
- Dynamisk lys intensitet
- Smuk lys kvalitet
- Høj lys intensitet fra 6-7 meter (op til 2000 lux)
- Enkel fjernbetjening af produktet, rettet mod dekoratørerne i butikken
- Lang levetid, min 50.000 timer
- 5 års produkt garanti
- Tilslutning til 3 faset global adapter
- Netto listepriis ca. DKK 12.000

3.2.2 Fase 2 – Teknologiresearch

Med udgangspunkt i kravspecifikationen, designede, udviklede og testede I-NO lysmotoren og lavede en komponentliste. Arbejdet med den første funktionsmodel gik i gang. Styring af lys og optimering af lysudbytte og optik kørte parallelt med design af armaturet. Med udgangspunkt i den fremsatte produkt krav specifikation, har vi delt produktet op i en række tekniske delkomponenter og analyseret disse individuelt: Optisk løsning

Kravet fra vores markedsresearch var "kraftigt lys fra 6-7 meters afstand", "flot lys" og "dynamisk farvetemperatur mellem 3000K og 4000K". Valget faldt på Cree's XP-G/E LED serie¹, benyttet sammen med en Laura Ledil linse². Cree tilbyder deres LED'er både som 3000K og 4000K, hvilket vil sige at vores produkt indeholder et miks af de to typer LED'er. Hver LED type er koblet sammen i en seriel kæde. De to kæder af LED'er drives individuelt. LED'erne skal drives med op til 1 A for at give tilstrækkeligt lys. Ved maksimalt forbrug, kan LED'erne trække op til 84 watt elektrisk effekt.

Ved at benytte forskellige versioner af Laura linsen, kan vi opnå og tilbyde forskellige udstrålingsvinkler.

Elektrisk styring

Vi har valgt at styre strømmen gennem LED'erne med to styks "constant current buck converter"³. De to buck convertere PWM styres⁴ fra en microcontroller fra Atmel.

Der er valgt at benytte stepper motorer⁵ til at styre vores bevægelse af lampen. Motorerne i produktet styres via vores valgte Atmel microcontroller. Alle delene forsynes af konstant spænding fra en galvanisk isoleret 48V AC-DC strømforsyning.

¹ <http://www.cree.com/products/pdf/xlampxp-e.pdf>

² http://www.ledil.fi/datasheets/DataSheet_Laura-XP-G.pdf

³ http://en.wikipedia.org/wiki/Buck_converter

⁴ http://en.wikipedia.org/wiki/Pulse-width_modulation

⁵ http://en.wikipedia.org/wiki/Stepper_motor

Interface

Kravet fra markedsresearchen var ”enkelt og brugervenligt brugerinterface”. Dette giver teknisk helt frie hænder, så længe løsningen overholder brugervenligheden.

Vi valgte at basere styringen på et infrarødt interface, som anvender en Apple generation 2 remote⁶. Dette blev valgt, fordi vi har tidligere positiv teknisk og praktisk erfaring med Apples remotes. De giver en god rækkevidde og er enkle at bruge.

Køling

For at køle op til 84 watt afsat varme, har vi valgt at benytte aktiv køling for at holde temperaturen passende lav. Valget er faldet på høj kvalitets blæser, der kan hastighedsreguleres, således at vi kun køler så meget som det er påkrævet. Blæseren køler en køleplade, hvorpå LED printkortet er monteret.

Pan / Tilt unit (PTU)

Det var ikke muligt at finde et eksisterende pan/tilt unit (PTU), vi kunne bygge lampen op omkring. Vi valgte derfor at indgå i samarbejde med ekstern konsulent, Ove Nielsen, og udvikle vores eget system fra bunden. Systemet er baseret på stepper motorer og kraftudveksling ved hjælp af træk remme og tandhjul.

Det viste sig hurtigt at vores ønskede lystekniske specifikationer så realistiske ud. I-NO lavede simuleringer og efterfølgende fysiske prøveopsætninger. Resultaterne var positive. Der skulle foretages en del optimering rundt om hele løsningen med LED'er, valg af optik, og styring, men det var forventeligt.

3.2.3 Fase 3 og 4 – Idéskitsering og prototype udvikling

Det som i høj grad skulle vise sig at forvolde store problemer, og forsinke projektet, var den PTU enhed som skulle integreres i armaturet. Denne er nødvendig for at vi kunne indstille lyskegle positionen via en fjernbetjening. Ingen i projektgruppen havde erfaringer med PTU enheder. Det var derfor oplagt, projektets budget og tidsplan taget i betragtning, at vi skulle finde en standard løsning, som vi blot kunne integrere i armaturet. Vi havde ingen intentioner om at opfinde den dybe tallerken hvis der allerede fandtes en god løsning, som vi kunne anvende. Søgningen gik i gang. Vi brugte mange timer på at søge og læse om PTU enheder. Udbudet kommer primært fra Kina og USA. Vi havde meget svært ved at finde en enhed som passede til vores behov. Vores primære krav var at den ikke blev for dyr. Dernæst at kvaliteten var i orden. Det nytter ikke noget at vi påstår, at have et vedligeholdelsesfrit armatur hvis PTU'en går i stykker. Samtidigt ønskede vi også at PTU'en kunne integreres i armaturet som en naturlig del, som hang fornuftigt sammen med de øvrige komponenter og den overordnede mekaniske konstruktion. Men vores krav kunne ikke opfyldes med eksisterende produkter. Vi havde utallige kontakter til forskellige leverandører, men ingen kunne tilbyde et tilfredsstillende produkt. Vi indkøbte en kinesisk produceret PTU, og fik den koblet sammen med styringen på vores lampe, og indbygget den i en funktionsmodel/prototype. Designmæssigt var armaturet voldsomt begrænset pga. den u hensigtsmæssige store PTU. Vi lavede et design som pakkede alle komponenterne ind, og vi fik fremstillet en prototype med skaller i vakuumformet plast. Prototypen var acceptabel - på prototype niveau. Rent funktionelt, så det hele godt ud. Det hang rent teknisk set godt sammen, men det fysiske

⁶ http://en.wikipedia.org/wiki/Apple_Remote



lampedesign var ikke acceptabelt. Problemet var forårsaget af vores meget klodsede PTU. Ikke desto mindre var vi et sted i processen, hvor armaturet på koncept og lysteknisk niveau skulle afprøves på udenfor stående lægfolk. LIK havde mulighed for at afprøve prototypen i en særligt egnet Bestseller butik på Vimmelskiftet i København. Her kunne vi samtidigt afprøve konceptet på de øvrige partnere i LIK, som ikke havde været en del af projektet. Vi blev indledningsvis mødt med en god portion skepsis, da de allerede forud for vores udviklingsprojekt havde gjort sig erfaringer med LED. De var bestemt ikke positivt indstillede overfor LED-teknologien. Prototypen blev installeret i skinnesystemet på loftet i det ca. 7 meter høje butikslokale. Installationen gik forholdsvis fint. I-NO havde udviklet et stykke software som kunne styre armaturet via en smartphone. Det fungerede perfekt. Testopsætningen var en succes og vi fik vendt

skepsis til engagement og en positiv indstilling til projektet fra forhandleren LIK. Kvaliteten af lyset var godkendt, og lysstyrken imponerede stort. Særligt præcisionen og den skarpe afgrænsning af lyskeglen blev fremhævet. Det er optimalt da der ønskes en stor kontrast i lyset fra det udstillede til omgivelserne. Jo større kontrasten er, desto mere træder det udstillede frem. Regulering af farvetemperatur blev taget som en ny og spændende feature med muligheder og gode salgsargumenter. Selve styringen virkede intuitiv, men skulle dog finpudses, udvikles og tilpasses iPhone.

Vores egen evaluering af prototypen var ikke udelukkende positiv. Vi var fortsat ikke tilfreds med PTU'en. Den var for dyr, for klodset, for besværlig at tilpasse og af en tvivlsom kvalitet. Vi måtte finde en anden løsning på den front. Tilbage meldingen, at vores interface skulle

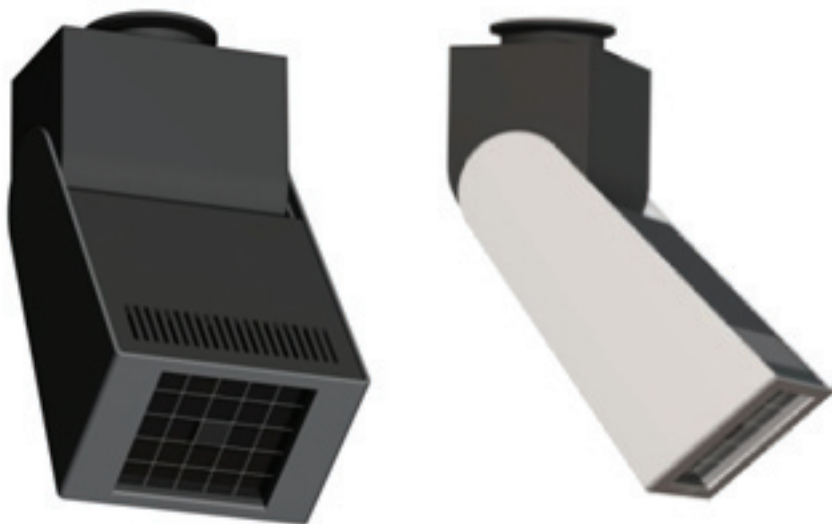


Illustration - anden revision af prototyper

tilpasses iPhone vakte ikke stor begejstring hos I-NO. Udvikling af apps til Apples produkter, er en tung og tidskrævende størrelse, som derfor også ville være enormt ressourcekrævende at udvikle et interface til. Derfor skulle vi også i tænkeboksen med den problemstilling.

Vi fandt endnu engang en PTU. Endnu engang fra Kina. Denne gang fik vi en PTU som var af høj kvalitet, og som var lettere at arbejde videre med rent design og konstruktionsmæssigt. Endnu engang fik vi fremstillet en prototype. Denne gang i aluminium. Men et nyt problem dukkede op. Vi opdagede at lampehovedets vægt, skabte et stort moment i montagebeslaget, når hovedet var positioneret asymmetrisk og "hang" ud til siden. Lampehovedets vægt, sammenholdt med den høje vægt på PTU'en, gjorde at vi ikke turde risikere denne principielle opbygning. Vi blev nød til at holde lampehovedets vægt (og rotation) i en lodret linje ned fra ophænget for at undgå et vred i beslaget.

På dette tidspunkt i processen, valgte vi at gøre det eneste rigtige: At udvikle vores egen PTU. Det var et kæmpe skridt tilbage i processen, men afgørende for at vi igen kunne bevæge os fremad.

Vi tog kontakt til en ingeniør ved navn Ove Nielsen. Ove havde kendskab til mekaniske konstruktioner af denne karakter, og han hjalp os med at udvikle en løsning, som vi kunne integrere i vores armatur. Under dette forløb fik vi hurtigt et billede af hvordan løsningen overordnet ville komme til at se ud. Det vil sige at vi nu kunne komme i gang (igen) med at designe armaturet.

De første prototyper, blev mekanisk fremstillet af en modelmager. Elektronik og optik blev fremstillet in-house hos I-NO. Dette gav en god ide om udseendet af produktet, men ringe ide om hvordan den videre produktion skulle foregå.

Denne fase gav også anledning til en intern diskussion omkring hvilken virksomhed, der i sidste ende skulle producere og sælge produktet. Vi var ikke i stand til at finde en egnet virksomhed og valgte derfor at projektdeltageren I-NO, skulle stå for endelig produktion og salg. Dette har vist sig at være en god beslutning, da videreudviklingen og produktionen af produktet

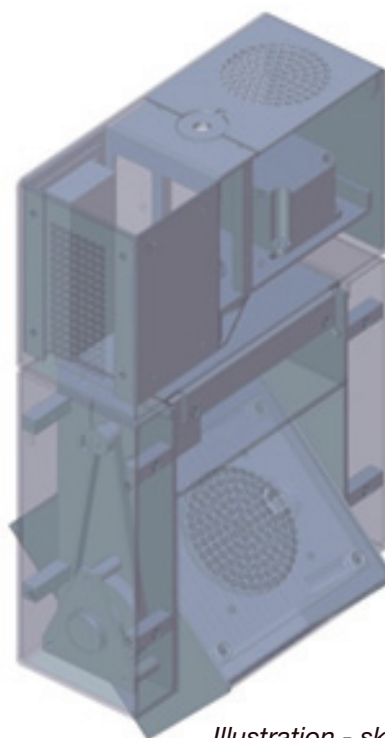


Illustration - skitse af endelig udgave

kan følges meget tæt.

I løbet af projektføreløbet, blev vi sat i forbindelse med virksomheden JJ Mechatronics⁷. Denne virksomhed producerer færdige mekanikløsninger og arbejder også med udvikling af prototyper. Det samarbejde vi indledte med JJ Mechatronics, gjorde at vi kunne bevæge os fra mock-ups, der udelukkende viser form, til funktionsmodeller, der også giver viden omkring hvordan den endelige produktion skal håndteres.

Elektronik til prototyper blev tegnet in-house og produceret, samt monteret i Danmark. LED'er og optik, blev i denne fase leveret fra distributør virksomheden Arrow.

Opstartsproduktionen skulle baseres på en begrænset økonomi. Designet skulle tilgodese en lav volumen produktion. Der var ikke råd til investeringer i værktøjer til produktion. Ved at fremstille armaturet i tyndplader i aluminium, kunne vi fremstille hele produktet uden værktøjsomkostninger, til en acceptabel pris, i en god kvalitet og indenfor en acceptabel tidsramme. Dette var afgørende for at valget faldt på JJ Mechatronics som producent af mekaniske dele.

Parallelt med produktudviklingen arbejdede Christian Bjørn, Jesper Wolff og I-NO meget fokuseret omkring strategien for implementering og salg af produktet. Oprindeligt var hensigten at produktet skulle fremstilles af tredjepart. Distribution og salg var indledningsvist tiltænkt LIK. Tanken var at vi kunne komme hurtigt på markedet med vores produkt(er), i og med at vi allerede havde en etableret salgskanal igennem LIK. Men undervejs som projektet skred frem, kunne vi se at forretningen ikke var rentabel hvis vi udelukkende tjente på salg gennem LIK. Investeringen i produktudviklingen, på trods af støtte fra EIForsk, var for tung, og skulle generere en større omsætning end først antaget. Vi gjorde derfor en stor indsats for at lave forskellige for-

retningsplaner og strategier i forbindelse med salg af HighLight, men tænkt ud fra en betragtning, at vi på lang sigt skulle kunne frembringe nye produkter, som også rent forretningsmæssigt skulle implementeres efter samme model. Efter en rum tid besluttede vi, at I-NO skulle ændre fokus fra at levere delkomponenter og tekniske løsninger til producenterne, til selv at påtage producent rollen, og dermed selv forestå udvikling, produktion, salg og markedsføring af færdige produkter. Det medførte at I-NO ansatte ekstra personale til både at styrke sig på salgssiden, og til samling af lamper. Efter den nye vej var lagt, og I-NO havde engageret en yderst kompetent sælger med en lang fortid i belysningsbranchen, fik vi med det samme kortlagt hvad der skulle bruges ift. salget.

3.2.4 Fase 5 - 0-serie udvikling

Vi havde så meget erfaring omkring mekanik og elektronik fra prototypen, at vi satte gang i en nul-serie på fem enheder med det samme.

Det første armatur som vi fik lavet hos JJ Mechatronic, fik vi lavet i to farvevarianter, en sort og en hvid. Begge varianter delte samme aluminiumsfarve på nogle af de ydre aluminiumsplader, således armaturerne blev hhv. sort/grå og hvid/grå. Armaturerne samlede vi selv, for at få erfaring med konstruktionen og montagen. Den var meget tidskrævende at samle. Vi fandt hurtigt en række steder hvor vi kunne optimere konstruktionen. Salgsarbejdet til rådgivende ingeniører, samt forhandlere blev indledt parallelt med produktionen af nul-serien. Prototypen var af passende udseende til den kunne benyttes som demonstrations enhed.

Disse første prototyper, skulle hurtigt ud og testes af i den virkelige verden. LIK fik udleveret prototyper til, dels umiddelbar intern feedback på armaturets design, specifikationer og interface, og dels til demoopsætninger i forbindelse med feedback fra og salg til den eksisterende

⁷ <http://www.jjas.dk/>



Billede fra samling af O-serie.
Hos JJ Mechatronics, Jyderup

kundekreds. Vi fik meget hurtig feedback fra LIK. De mente at armaturets topkasse var alt for stor/høj. Størrelsen alene gjorde produktet meget svært at sælge. Og vi skulle droppe farvevarianterne. Ift. LIK's segment blev der kun solgt sorte armaturer, helt sorte uden nuanceskift som vi havde lagt op til. Men bortset fra de to punkter, var armaturet OK på specifikationer, faktisk ydelse og overordnet design. Feedback på interface delen kom først senere. Et armatur blev installeret hos I-NO i Tåstrup. Der skulle fortsat udvikles på styring af lys, PTU og programmering til fjernbetjeningen. Vores plan om at udvikle et interface til smartphones og tablets var aflivet. Vores overbevisning var at

armaturet ikke skulle være afhængig af om slutbrugeren var i besiddelse af en smartphone eller tablet. Det optimale måtte være at sælge en fjernbetjening med produktet. Fjernbetjeningen måtte ikke fordyre produktet nævneværdigt. I-NO fandt frem til en standard Apple remote, som kunne programmeres til vores armatur. Remoten underbyggede armaturets design og kvalitet, og var derfor et oplagt valg. Den kunne indkøbes for ca. 100 DKK så det var acceptabelt. Den eneste udfordring var "bare" at armaturet havde flere features end remoten havde knapper, hvorfor vi nøje skulle gennemtænke konceptet omkring anvendelsen. Vi havde heller ikke mulighed for at skrive vejledende ord på



Vejledning for fjernbetjening

Generelt

Når HighLight tændes, starter den med sidst anvendte intensitets og farve indstilling. Der skal oprette forbindelse til en HighLight inden du kan styre den. Se vejledning herunder.

ENTER på fjernbetjeningen skifter mellem indstilling af position og intensitet/farve på den aktiverede HighLight.

HighLight bryder automatisk forbindelsen til fjernbetjeningen efter 1 minuts inaktivitet. Dette signaleres med et kort blink fra lampen.

Vær opmærksom på at du kan anvende den medfølgende fjernbetjening, der hører til de ophængte HighLight lamper. HighLight lystrer kun denne fjernbetjening.

Ordforklaring

Lysets farve

Et begreb der beskriver lysets farvetemperatur. HighLight kan variere farvetemperaturen fra varmt til koldt, svarende til 3000K til 4000K.

Intensitet:

Den totale lysmængde der kommer ud af HighLight.

I-NO Hørskatten 5 DK-2630 Taastrup ino@i-no.dk (+45)7078 9888



Vejledning

At oprette forbindelse til HighLight fra fjernbetjening:

- 1 Ret fjernbetjeningen mod lampen/lampene, der skal oprettes forbindelse til.
- 2 Tryk PLAY. Alle HighLights som er forbundet med fjernbetjeningen vil lyse svagt med halvdelen af lysselementerne.
- 3 Tryk HØJRE. Lampen med kontakt til fjernbetjeningen vil lyse med alle lysselementerne. Du kan vælge en anden HighLight ved at trykke videre på HØJRE eller VENSTRE til den ønskede HighLight lyser.
- 4 Tryk PLAY for at vælge HighLight enheden.
Der er nu oprettet forbindelse til den valgte HighLight lampe.

At ændre lysets farve og intensitet

- 1 Opret forbindelse til den ønskede HighLight
- 2 Hold HØJRE inde og lyset bliver koldere
- 3 Hold VENSTRE inde og lyset bliver varmere
- 4 Hold OP inde og lyset bliver mere intenst
- 5 Hold NED inde og lyset bliver mindre intenst
- 6 Efter endt justering af HighLight, tryk på MENU. Dette bryder forbindelsen til lampen og gemmer indstillingen.

Ændre lampens position

- 1 Opret forbindelse til den ønskede HighLight
- 2 Tryk ENTER for at skifte mellem indstilling af position og intensitet/farve
- 3 Hold OP inde for at bevæge lampen op
- 4 Hold NED inde for at bevæge lampen ned
- 5 Hold HØJRE inde for at dreje lampen til højre (med uret)
- 6 Hold VENSTRE inde for at dreje lampen til venstre (mod uret)
- 7 Efter endt justering af HighLight, tryk på MENU. Dette bryder forbindelsen til lampen og gemmer indstillingen.

I-NO Hørskatten 5 DK-2630 Taastrup ino@i-no.dk (+45)7078 9888



remoten, som ”vælg”, ”op”, ”ned” etc.. Derfor blev brugervejledningen meget vigtig at få med.

Der var indgået en aftale med Magasin om at lave pilotprojektet hos dem. Til at starte med bandt aftalen sig til udstillingsvinduerne i Magasin Fields. Mens aftalen blev flyttet til Kgs. Nytorv, eftersom vores løbende dialog var med driftchefen samt chefen for dekoration i denne afdeling.

Vi fik udviklet elektronikken færdig, og optimeret konstruktionen så topkassen blev reduceret kraftigt i højden. Samtidigt fulgte vi LIK's råd om at droppe nuanceforskellene, men holdt fast i en sort OG en hvid variant. Gennem vores research havde vi observeret at 99% af alle lofter er enten sorte eller hvide. Og vores produkts fornemmeste opgave er at levere det rigtige lys det rigtige sted. I sig selv skal armaturet fremstå diskret men troværdigt. Derfor så vi det oplagt at installere hvide armaturer på hvide lofter. Formodningen blev senere bekræftet fra slutbrugere.

Denne manual var nødvendig at have ved hånden for at kunne betjene første udgave af HighLight Advanced. Det var langt fra optimalt.

0-serien blev samlet uden større problemer og enkelte ikke kritiske udfordringer ved designet blev identificeret og rettet på produktionstegningerne.

Hele armaturet blev EMC målt hos Bolls på dette tidspunkt og lysmålinger bestilt.

3.2.5 Pilotprojekt

Armaturer fra 0-serien blev anvendt til pilotprojektet, salg, demoopsætninger og til intern test. Pilotprojektet blev sat i gang i Magasin Kgs. Nytorv. Der blev opsat lamper ved Bremerholm indgangen og en ved rulletrappen i stueetagen. Bremerholmen blev valgt, fordi Magasin har et ”fleksområde” her. Et Flexområde er et sted hvor der er skiftende udstillinger, afhængigt af hvilke varer de vil eksponere. Området ved rulletrappen blev valgt, fordi der typisk er meget opmærksomhed på giner mv. der befinder sig

i området. Det kræver en stor dynamik i lyset og pt. bruger dekoratørerne i Magasin uhen-sigtsmæssigt meget tid på at kravle op på stiger og ændre på lyset i disse områder. Dekorator-erne blev udstyret med en fjernbetjening hver og instrueret i at bruge lyset, som de fandt relevant og være opmærksom på positive og negative egenskaber ved produktet, samt brugen af dette.

Der blev anvendt 7 graders udlysning til alle installationerne.

Efter de første ca. 14 dage, evaluerede vi på opsætningen. Vi havde løbende observeret at Magasin indstillede lyset til de skiftende udstillinger. Hver gang de flyttede rundt på deres udstilling flyttede de lyset med. Vi kunne også se, at de løbende eksperimenterede med indstilling af farvetemperaturen. Det var glædeligt at konstatere at dekoratørerne brugte mulighederne i produktet.

3.2.6 Bruger feedback

Lyset

Armaturets lysblanding, lysfarve og farvegen-givelse blev vurderet "god", eller "meget god" af samtlige forsøgsdeltagere. Lysspredningen var for snæver til de givne udstillinger. Disse blev skiftet til to stk. 15 graders udlysning ved Bremerholmen og en oval 13x41 graders udlysning ved rulletrappen. Den ovale udlysning blev valgt, fordi den kan lyse giner meget præcist op. Efter denne rettelse bedømte alle deltagere i Magasin lyset som "godt", eller "meget godt".

Produktets udformning

Der er delte meninger om produktets æstetiske design, ved inspektion af lampen på tæt hold. Halvdelen synes at produktet er klodset i sin formgivning, den anden halvdel synes det er "friskt og rå" design. Når produktet er hængt op i loftet 4 meter oppe, synes samtlige deltagere at designet faldet godt i med resten af loftet.

Interface

Samtlige deltagere synes at interfacet var "dårligt", eller "meget dårligt". De specifikke kommentarer omhandlede, at det ikke var intuitivt og virkede for ingeniøragtigt. Se figur i, fjernbetjening til højre.

I-NO fandt en anden standard fjernbetjening, hvor der var knapper nok til at hver funktion/feature fik sin egen knap, og vi kunne skrive forklarende tekst på fjernbetjeningen. Vi designede interfacet på den nye fjernbetjening. Men løsningen var ikke smart eller fikst, og kunne beklageligvis virke lidt Kina-agtig i kvaliteten. Det stemte ikke overens med produktet. Desuden havde vi stadig problemer med at lave præcis selektering af det armatur man ønsker styre. En problemstilling som, med den valgte fjernbetjening, viste sig svær at løse på tilfredsstillende vis. Men gennembrudet kom da I-NO fandt en eksisterende Apple app, som kunne anvendes lige præcis til vores formål. Umiddelbart efter dette input, blev lamperne rettet til, således at de kunne styres fra en iPad, iPod touch eller iPhone. Denne løsning blev vurderet som "god", eller "meget god". Se 3.2.7 Forbedrings-/fokus-punkter for illustrationer af interface.

Koncept som helhed

Konceptet er som helhed blevet vurderet meget positivt af hele dekorations personalet, samt ledelsen. Det er blevet vurderet relevant for hele Magasin kæden, samt ejeren af Magasin: Debenhams. De ser store fordele i at kunne arbejde dynamisk med deres lyssætning. De kvalitets parametre de lagde mest vægt på var:

1. Altid korrekt lyssætning.

Pt. har Magasin udfordringer med at lyset ikke konstant bliver justeret efter de skiftende udstillinger. Dette gælder både intensitet, farve og position. Personalet har ikke mulighed for at justere på lyset løbende, da dette er for resourcekrævende. Magasin er klar over at korrekt lyssætning sælger. Derfor er den altover-

skyggende kvalitets parameter for kæden, korrekt lysætning.

2. Driftsbesparelse

Det koster mange penge og personlige ressourcer, at vedligeholde eksisterende lysanlæg. Dette vil Magasin gerne spare på, ved at anvende mere intelligente LED anlæg med længere levetid og mindre vedligeholdelse.

3. Energibesparelse

Lysanlæg koster driftsmæssigt meget i el og tilhørende aircondition af afgiven varme. Dette vil Magasin gerne spare på, både af hensyn til økonomien og miljøet.

3.2.7 Forbedrings-/fokuspunkter

Den største salgsbarriere har i starten af projektet været brugerinterfacet. Med introduktion af iPad/iPod/iPhone styringen er denne salgsbarriere fjernet. Det er blevet efterspurgt fra brugere, at iPad/iPod/iPhone skal være mere skræddersyet til applikationen. Dette kræver at I-NO udvikler sin egen applikation til iPad/iPod/iPhone.

For at forbedre virkningsgraden og dermed besparelspotentialet for kunden, skal produktet energioptimeres. LED'erne bliver løbende bedre og disse implementeres i takt med de bliver tilgængeligt. Selve styrings elektronikken optimerer vi også løbende, således at virkningsgraden på det samlede armatur forøges.

Ved opsætningen opdagede vi selv en meget interessant ting. Vores første antagelse; at armaturet kun var relevant i høj loftede rum, viste sig at være en smule forkert. Det indeholdt et lidt større potentiale. Afstanden fra loft til gulv er én ting. Afstanden fra lampe til objekt er en anden. Langt de fleste spots lyser ikke lodret ned. Lyset ønskes at ramme skråt fra oven. Det vil

med andre ord sige at vores specifikation med kraftigt lys fra 7-8 meters afstand faktisk er nødvendigt i rum med loftshøjder ned til 3½-4 meter. Her vil motorstyringen dog i nogle tilfælde være "over-kill". For at forøge vores salgsvolumen, har vi parallelt introduceret produktet HighLight Basic. Som en naturlig forlængelse af HighLight Advanced har vi udvidet serien med HighLight Basic. Basic er baseret på lysmotoren fra Advanced, men er mere simpel, da den er uden motorstyring. Det gør at vi har et mere prisbilligt produkt med de samme lystekniske egenskaber. Basic fremkommer som tre produkttyper: Påbyg, indbygning og bøjlemonteret. Basic produkterne er sat i produktion, og første 0-serie er netop færdiggjort. Der mangler en smule udvikling på elektronikken. Det forventes at kunne sælges og leveres hhv. primo og ultimo november 2011.



3.2.8 Kommercielle forhold

Ved ansøgningens indlevering var den kommercielle strategi baseret på, at overdrage de immaterielle rettigheder til det færdigudviklede belysnings system til en tredjepart og generere profit i projektgruppe via royalty betaling. Undervejs i projektprocessen var det dog svært, at finde en tredje part, vi mente havde kompetencer til dette. De værdier systemet tilbyder kunderne er så unikke, at det er et nyt forretningsområde, der skal opdyrkes.

Efter længere tids intern forhandling undervejs i projektet, blev de vedtaget at I-NO overtager produktions og salgsretten til systemet, mod aflønning af design teamet Christian Bjørn og Jesper Wolff på royalty basis. Dette gav den mest enkle kommercielle sammensætning og sikrer at gruppe kan arbejde videre på systemet. Projekt deltageren LIK aftager produkterne fra I-NO og afsætter disse som distributør til sine eksisterende kunder.

Det har vist sig at fremme videreudviklingen af systemet meget, at tage denne beslutning. Allerede i skrivende stund er projektet ved at af føde en ny lampe i serien – highlight basic, som kan dække et bredere behov. Samtidigt bliver der løbende forbedret på HighLight advanced.

3.2.9 Produktion, salg og formidling

Alle delkomponenter fremstilles hos underleverandører, hvoraf de vigtigste er:

- Mekanik: Danmark, JJ Mekanik
- Elektronik: Danmark, EWG Elektronik
- Kabling: Outsourcet til Kina via Hans Buch (DK virksomhed)
- Emballage: Danmark, SCA

Vi lagerfører, således at vi kan levere varianter af produktet – f.eks. med forskellige spredningsvinkler – afhængig af de bestillinger der kommer ind. Det gør at vi kan minimere lagerføringen af produktvarianter.

Ud over logistiske årsager, er det vigtigt for os at holde produktionen nationalt, fordi en tung salgsparemeter for produktet er ”dansk designet, udviklet og produceret”.

Salg bliver foretaget direkte til butikker, kæder mv. af I-NO's egne sælgere. Ydermere har vi koblet en række forhandlere på produktet, for at forøge bredden af vores salgssindsats.

De første salg er foretaget. Der er solgt produkter ind til både butikker og museer. Her kan bl.a. nævnes LLLP og Statens Museum for Kunst.

Parallelt med pilotprojektet har HighLight vundet Ingeniørens Produktpris 2011 i kategorien elektronik, som det første belysningsprodukt nogensinde.



Projektgruppen har udarbejdet en kommunikationsstrategi. Formålet er primært at udbrede kendskab til produktet for at skabe salg. Målgruppen er: Belysningskonsulenter, rådgivende ingeniører, arkitekter, grossister, retail - butikker/kæder, museer, og bygherrer.

Udvalgte medier er:

- Fagblade/aviser:
Visitor (Horesta), Ingeniøren, Dansk Handelsblad, Dagbladet Licitationen, Ark, Tøj, DK Erhvervsavis, Byg, Byggesocietetet, Børsen, LYS, Arkitekten, EIforsk Nyt
- Online:
I-NO, EIforsk, Ingeniøren, Youtube (video)
- Tryksager:
Løsark/produktark/brochure, Opsøgende salg, EIforsk indlæg
- Aktiviteter:
Messe - Dansk Center for Lys, Lancering event.



Som en del af ansøgningen til Ingeniørens Produktpris, udarbejdede vi en video, der demonstrerer HighLight Advanced i brug i en møbelbutik. Vi fik lov til at lave optagelserne hos Copenhagen Square. Videoen blev lagt på Ingeniørens hjemmeside og youtube..

4 Resultater

4.1 Produktspecifikationer

Tekniske specifikationer:

- Op til 6500 lumen output
- 32W total system forbrug ved 1920 Lumen
- Dynamisk 3000K-4000K Farvetemperatur
- Dæmpbar 0-100%
- Ra: 80-95
- Trådløst fjernbetjent
- Motorstyret lyskegle position
- Spredningsvinkler: 7, 10, 15, 30, 60, eller 14x41

4.2 Test, tilretning og evaluering

I et brugerdrevet designprojekt som dette, er det vigtigt at inddrage slutbrugeren både inden udviklingsforløbet og efterfølgende. Vi har valgt at lave de indledende brugertest hos Magasin på Kongens Nytorv. Her skal produktet testes i nogle måneder og der skal indhentes erfaringer fra dekoratørerne, der i praksis arbejder med belysningen, samt ledelsen der overordnet betragter en evt. positiv indflydelse på lysdesign og kundetilfredshed i centeret.

Da projektgruppen selv besidder de teknologiske ressourcer der skal til for at lave ændringer i produktet, er den feedback fra kunderne brugbar på den meget korte bane. Gennem testfasen har vi løbende rettet produktet til, indtil en bred skare af brugere har sagt god for produktet.

Se i øvrigt 3.2.5 Pilotprojekt og 3.2.6 Bruger feedback for yderligere detaljer om brugerfeedback.

4.3 Færdiggørelsesgrad

Produktet er ved udformning af denne rapport vurderet helt færdigt og salgsklart. Flere kunder har købt produktet.

4.4 Besparelspotentialet

Produktet giver anledning til to typer besparelser: energi og almen drift. Den nærmeste teknologiske konkurrent til vores produkt er metalhalogen lamper. Disse er meget effektive og en LED løsning kan i dag ofte kun tangere dem. Der er dog andre årsager til at vores produkt medfører energi og driftsbesparelser, som angivet herunder.

Energi:

I den nuværende udgave, fremkommer energibesparelsen hovedsageligt, fordi vi kan sætte lyset meget præcist via optik. Energibesparelsen

fremkommer, selvom LED løsningen, målt lumen per watt, ofte er mindre effektiv end en tilsvarende metalhalogen installation. Ydermere har vi fordel af at kunne indstille intensitet og farve af lyset, således at udstillede objekter fremstår med præcist det rigtige lys. Herunder ses forskellige DIALux simuleringer af lysopsætninger, der sammenligner en udstilling belyst med HighLight og en udstilling belyst med Metalhalogen. Det ses at energiforbruget i installationen er næsten identisk for de to installationer. I praksis vil man ofte spare strøm ved LED løsningen, da denne kan dæmpes præcist til det ønskede niveau.

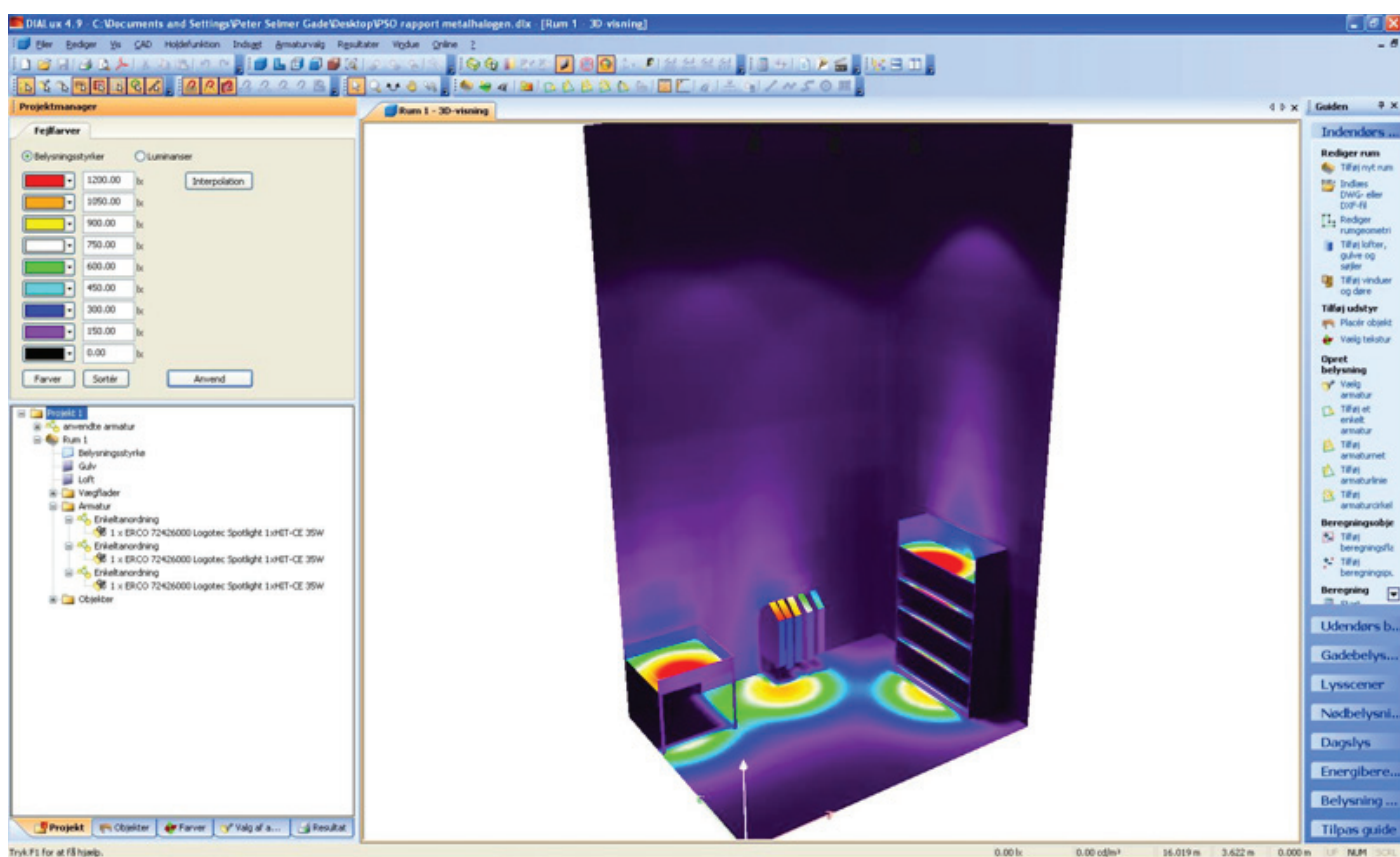


Figure 1 - Metalhalogen løsning - 126 W totalforbrug

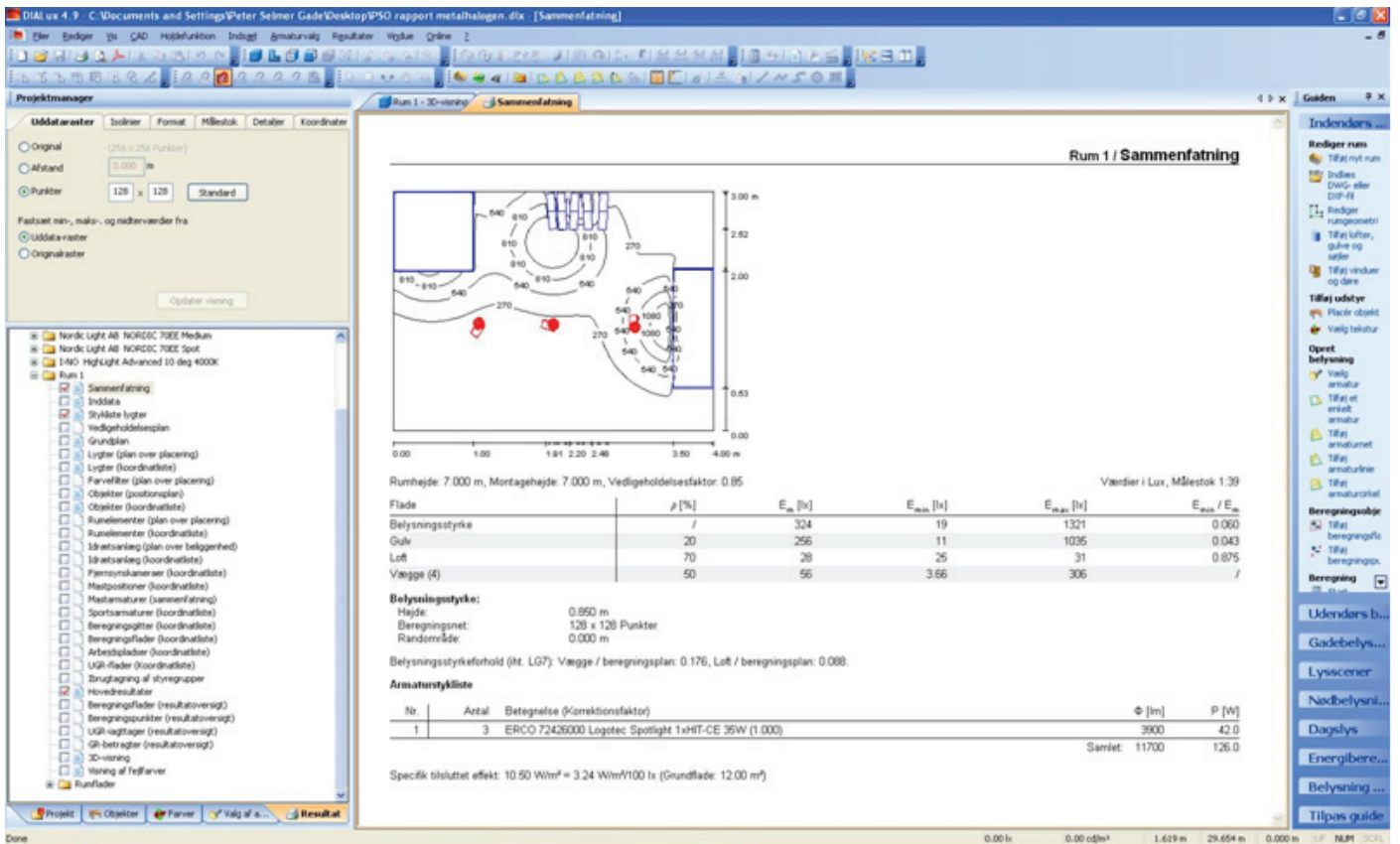


Figure 2 - Sammenfatning af MetalHalogen lyssetning

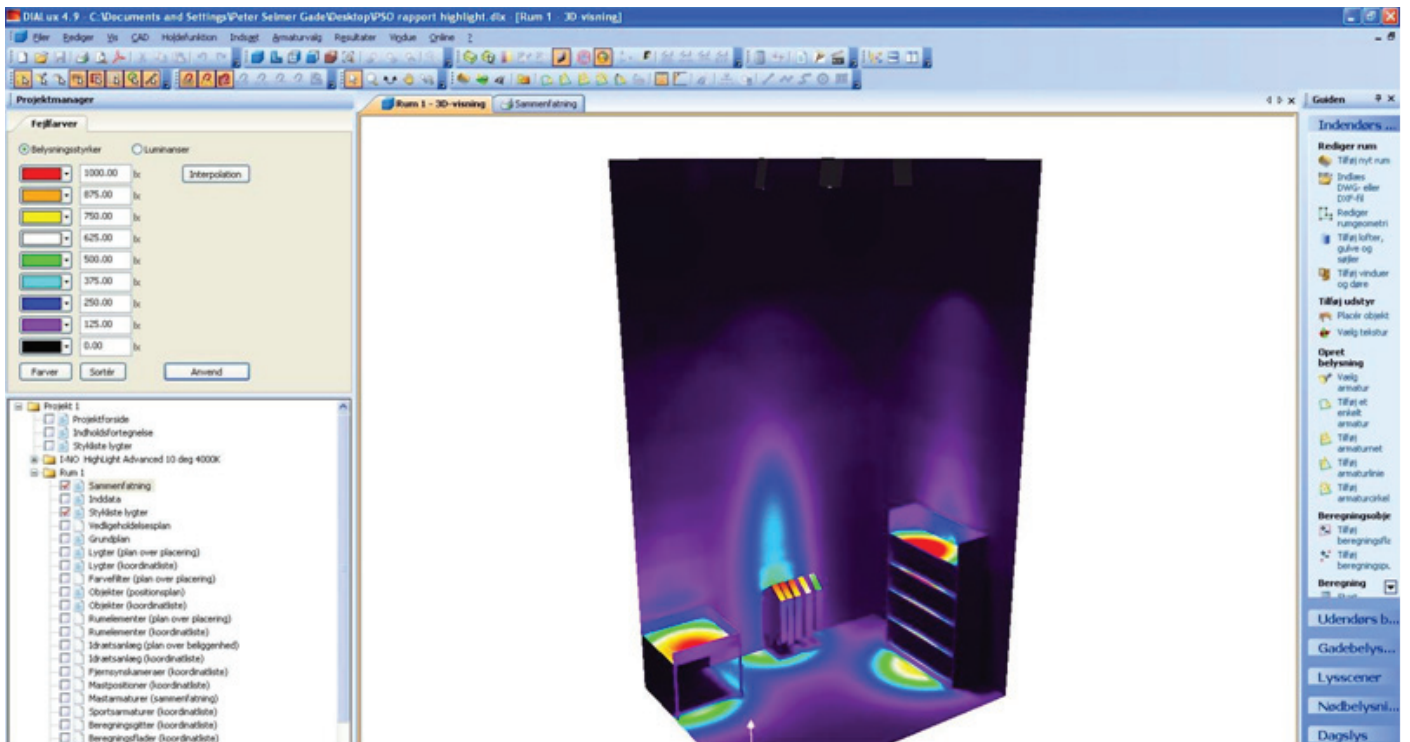


Figure 3 - HighLight løsning - 126 Watt totalforbrug

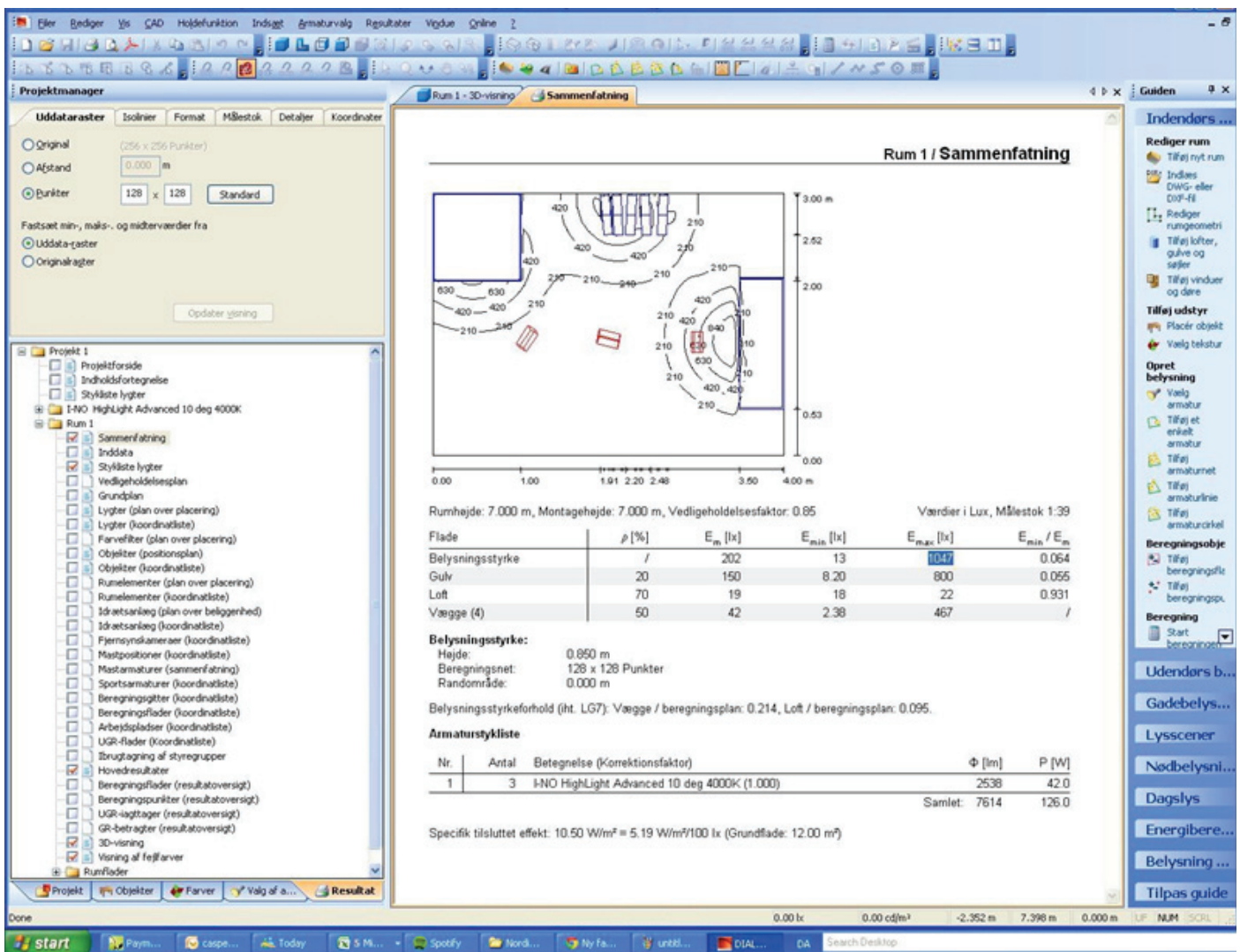


Figure 4 - Sammenfatning af LED løsning

Selvom den nuværende anvendte LED løsning, målt lumen per watt, er mindre effektiv end en tilsvarende metalhalogen installation, giver HighLight LED løsningen mulighed for dæmpning og præcis lyssætning. DIALux simuleringerne ovenfor viser et identisk energiforbrug med tre highlights, eller tre 35 watt metalhalogen løsninger. Lyssætningen er også næsten ens. Siden færdiggørelsen af prøve installationen i Magasin er systemets totale virkningsgrad blevet forbedret med 20%. Dette er opnået bl.a. ved at forbedre driver elektronikken, samt anvende bedre LED'er. De præsenterede DIALux beregninger er foretaget på baggrund af det oprindelige system. Det vil sige, at vi med det nuværende system kan spare 20% strøm forbrug i forhold til i metalhalogen spot installationer. Dette tal vil naturligvis svinge meget, afhængigt af hvilke installationer der arbejdes med. Vi har tidligere es-

timeret at detail handlen bruger 441 GWh årligt på belysning (se 1.2). Ved maksimal implementering af vores system, eller tilsvarende systemer, kan vi lige nu spare 441 GWh * 0.20 = 88 GWh årligt i Danmark alene. Tallet kan i sig selv ikke bruges til noget, da implementeringen vil foregå over en årrække og i mange flere brancher end detail handlen.

Hvis vi tænker vores projekt 5-10 år ud i fremtiden og fokuserer på den teknologi, der kan implementeres, ser regnestykket således ud: LED producenterne laver løbende estimater af hvor effektive de forventer hvide LED'er bliver. Det nyeste forventninger fra Cree, estimerer at vi rammer 200 lm/watt for neutralhvide LED'er. Der er pt. opnået 161 lm/w i laboratoriet og indenfor 5-10 år forventes der kommercielt tilgængelige LED'er, der yder 200 lm/w. Hvis denne data anvendes, sammen med optimerede tal for resten af

systemet⁸, kan vi ekstrapolere en forventet systemvirkningsgrad. Max værdierne angivet her, er fastsat ud fra erfaring og viden om hvad der kan lade sig gøre.

Max LED effektivitet:	200 lm/w
Max optisk virkningsgrad:	92%
Max elektrisk virkningsgrad:	92%
Realistisk termisk degradering:	95%

Formodet netto effektivitet af LED spot lamper:

$$200 \text{ lm/w} * 92\% * 92\% * 95\% = 161 \text{ lm/watt.}$$

Hvis disse tal anvendes i tidligere udførte lysberegning, ser besparelspotentialet helt anderledes ud. Vi indsætter tallet 161 lm/w i vores netto lys beregninger og får en gennemsnitlig netto besparelse på 70% i forhold til traditionelle metalhalogen lysanlæg. Dette svarer til 309 GWh per år i Danmark alene.

Det er vigtigt at vænne forbrugere, producenter og forhandlere til at bruge LED allerede nu. Det nytter ikke at vente på "den endelige lys løsning". Innovation drives af teknologi og økonomi og uden salg af LED systemer, går det for langsomt med at implementere de potentielle besparelse. Vi er i projektgruppen klar over dette og har bl.a. derfor valgt selv at introducere produktet og dets afarter på markedet. Der er allerede så mange salgsargumenter, som f.eks. god netto energibesparelse, lang levetid, ingen varmestråling, at markedet kan acceptere den forøgede pris for den nye teknologi.

Samlede drifts besparelser:

HighLight Advanced er designet med driftsbesparelser for øje. De største økonomiske driftsbesparelser opstår i forbindelse med repositionering af vedligeholdelse af lysanlægget. Driftsbesparelsen vurderes fra gang til gang i forbindelse med salg af produktet. Herunder ses et eksempel på de besparelser HighLight advanced kan give.

Rigtig kunde case:

En unavngiven butik med højt til loftet, hvor ejeren ønsker at belyse en Fleks udstilling flot. I dag benytter han tre 75 watt metalhalogen spot til formålet og justerer dem med lift to gange om året, når der også rykkes rundt på udstillingen. Vi har lavet test, der viser at udstillingen kan belyses flottere med to stk. HighLight advanced kørende ved 42 watt. Følgende økonomiske eksempel viser hvordan vi med udskiftning af det eksisterende anlæg til et nyt HighLight anlæg, kan spare mange penge og samtidigt opnå en tilbagebetalingstid på omkring 2½ år. Se Appendix 1 – Økonomisk drifts eksempel, for nærmere udregning af disse tal. Kunden føler at en tilbagebetalingstid på 2½ er en fornuftig investering og har derfor valgt at købe anlægget.

En af de helt store besparelserposter i denne beregning er driftsbesparelsen til litlejen. Elbesparelsen alene, er ikke nok til at få ejeren til at skifte til vores mere effektive LED løsning. Når elbesparelsen, kobles med de store besparelser ved vedligeholdelse, er sagen en ganske anden og investeringen er hurtigt tjent hjem. Vi har dermed opnået vores formål – at få kunden til at spare el – ved at introducere andre økonomiske fordele.

⁸ LED systemet, består af optik, elektronik og varme afledning. Alle enheder giver

4.5 Evaluering af gruppesammensætning

Projektgruppen har fungeret tæt på optimalt.

Det tværfaglige samarbejde har gjort arbejdsprocessen ekstremt dynamisk og yderst konstruktiv. Projektgruppens kompetencer har suppleret hinanden godt, og havde været perfekt afstemt, hvis ikke projektet tog en uventet drejning. Da vi tog beslutning om at integrere motorstyring i vores spot, kom vi til kort. Derfor blev vi nød til at engagere en ekstern konsulent til at hjælpe med udviklingen på dette punkt. Generelt har projektgruppen været god til at bruge deres respektive netværk og samarbejdspartnere i udviklingen.

Det har fungeret godt med I-NO som det centrale samlingspunkt omkring udvikling. De har haft de fornødne faciliteter til udvikling af funktionsmodeller og mindre testopsætninger.

Der er opstået en fantastisk synergi i projektgruppen, som har medført at projektdeltagerne har udvist et stort engagement og energi.

Energien i gruppen har især været i top, efter at det blev besluttet at producere og sælge systemet internt i projektgruppen. Fornemmelsen af ægte ejerskab over et fysisk produkt har været med til at give en god kampgejst i gruppen.

Ved projektets afslutning har vi brugt mange kræfter på at forhandle interne samarbejdsaftaler omkring projektresultatets kommercialisering. I fremtidige projekter vil vi anbefale, at sådanne aftaler skal indgås ved projektstart og revideres løbende ift. projektets fremgang. I vores tilfælde ville det have været svært at forestille sig, at vi endte hvor vi er. Vores interesser i projektet har ændret sig radikalt fra projektets start til nu. Projektdeltageres roller har ændret sig i processen.

5 Salgs og videreudviklingsplan

Det følgende afsnit er med vilje beskrevet meget overfladisk. Det skyldes at projektgruppen gerne vil holde sine strategiske afsætningsovervejelser hemmelige.

Den indledende salgsindsats i Danmark har givet en for fornemmelse af hvor produktet har sin berettigelse. HighLight Advanced skal sælges til kunder, der ser en værdi i at oplyse forskellige genstande optimalt. Denne værdi er især stor for retail butikker, museer og gallerier. Ydermere er der også en interesse for produktet i projektmarkedet, til indretning af lobbyer, receptioner mv. HighLight Advanced egner sig ikke til udskiftning af almen belysning. Dels på grund af pris, men også størrelse.

I praksis fungerer salgsarbejdet ved direkte henvendelse til potentielt interesserede kunder (kold canvas). Produktet er så unikt at vi har stor succes med at trænge igennem med vores budskaber, uden at blive forvekslet med virksomheder, der sælger billige produkter fra Kina. Det har vist sig at være vigtigt, at fokusere på direkte salg til at starte med, for at skabe interessen på markedet. På sigt er det meningen at forhandlere skal overtage en stor del af afsætningen.

Ud fra de værdier vi vælger at sælge HighLight Advanced på, har vi ringe til ingen konkurrence på det danske marked og vi er endnu ikke stødt på konkurrence fra udlandet.

Eksport indsats omkring produktet HighLight Advanced begynder ultimo 2011.

Produktet HighLight Advanced henvender sig til for snæver en kundekreds til at det giver mening at fokusere på dette produkt alene. Derfor har vi introduceret produktet HighLight Basic i samme serie. HighLight basic er en LED spot uden motorstyring, men med samme lystekniske og energibesparende egenskaber. Denne har en langt bredere appel og kan også

sælges til et bredere marked.

For alle produkterne i serien gælder det, at de skal energioptimeres, kostpris reduceres og brugerinterfacet skal yderligere forbedres. Brugerinterfacet på f.eks. en iPhone har meget stor betydning for brugerens opfattelse af produktet og dermed også for købslysten.

6 Videre anvendelse af resultaterne

Resultatet af nærværende PSO projekt er en konkret produkt serie, der nu er i produktion og sælges. El besparelserne er til at få øje på, ligesom markedspotentialet også er stort. For at sikre at investeringen fra projekt deltagerne, samt Elforsk, bliver tilbage betalt i form af el besparelser, samt penge, er det vigtigt at fokusere meget på salg i den kommende tid. Lidt senere i processen bliver det vigtigt at kontinuerligt videreudvikle, forbedre og kost reducere produktet for at forblive konkurrencedygtige.

De vigtigste resultater i dette projekt, der kan bruges af andre, herunder kommende PSO projekter, er således nogle af de erfaringer vi har gjort os omkring udvikling og distribution af LED systemer.

Herunder er en opdeling af vores erfaringer, der spænder fra tidligt udviklings fase i værdi kæden og frem til endelig salgs indsats:

6.1 Udvikling

Markedsresearch skal gøre grundigt og gerne bredt

For at skabe en attraktiv forretning og et innovativt produkt, skal der fokuseres på brugernes behov. Det betyder at hele gruppen skal bruge meget tid ude hos selve brugerne i starten af projektet. Det er ikke nok at få udtalelser og ideer fra forhandlere, der kender deres eksisterende marked grundigt. Ved kun at lytte til behov fra forhandlere, kommer de nye

produktideer til at dreje sig om forhandlerens kerneforretning, snarere end den reelle slutbrugers behov. I denne fase kan man få rigtig god feedback fra brugere, ved at præsentere sine ideer på skitser, som papmodeller mv.

Design er ikke kun form og farve

Når gruppen har opnået tilstrækkelig indsigt i brugernes behov og hvad der skaber værdi for disse, skal man gennemarbejde hvordan der skabes en forretning på dette. Forretningen skal designes, aftaler skal udarbejdes og der skal laves en skarp tidsplan, som alle underskriver. Dette er med til at give og opretholde drive i gruppen gennem hele forløbet.

Tænk kreativt over hvordan vi får energibesparelserne

Tidligere PSO projekter har vist, at energibesparelser i butikker kun bliver implementeret, hvis nettoresultatet er en bedre forretning for butikken. Det kan f.eks. være i form af massive el besparelser eller øget omsætning på grund af bedre lys. Der gør afsætning af det endelige produkt lettere, at tænke sit produkt og forretning kreativt igennem for hvordan kunden opnår en mere rentabel butik ved at investere i produkterne.

I vores tilfælde har vi gjort dette, ved at tilbyde dynamisk lys til kunden og dermed skabe mere spændende butiksmiljøer. Tidligere PSO projekter havde nemlig vist at butikker typisk var mere interesseret i kvalitativt godt lys, end energibesparelser.

Tænk holistisk med LED

LED er en helt ny teknologi og bør behandles derefter. Vores projekt har vist vigtigheden af at inddrage ekspert kompetence inden for alle de relevante fagområder. I særdeleshed udfordringen med at finde en passende PTU enhed, blev løst elegant ved at anvende en ekstern ekspert. Produktet er i sidste ende blevet langt bedre ved at undlade at gå på kompromis, fordi de fornødne kompetencer manglede.

Anvend computer simuleringer tidligt i processen

i den indledende fase, hvor produktet skal specificeres, anbefales det at anvende computersimuleringer til at vurdere løsningsforslag til kundernes behov. I vores tilfælde har vi i stor stil benyttet programmet TracePro til at vurdere hvor meget optisk og elektrisk effekt skal til at løse en given lysopgave. Derudover er QLED et rigtig godt værktøj til at vurdere termiske egenskaber af foreslåede designs.

Vi har i hvert fald skåret to-tre prototyper fra udviklingsforløbet ved at anvende computersimuleringer tidligt i forløbet.

6.2 Salg

Salgsarbejdet begyndes tidligt

For at øge sandsynligheden for en profitabel forretning, bør man starte salgsarbejdet tidligt i processen. I nærværende projekt, blev salgsarbejdet allerede påbegyndt baseret på tidlige skitser. Relevante virksomheder blev kontaktet og præsenteret for produkt ideerne. De interesserede virksomheder blev undervejs brugt til sparring for at tune produktet til deres behov. Denne indsats har gjort at vi allerede ved projektets afslutning er i løbende forhandling med de største potentielle aftagere på markedet.

Direkte salg i starten

Der er ingen der er så gode til at sælge et produkt, som virksomhederne der har frembragt dem. Vores produkt er meget nyt og innovativt, hvilket betyder at etablerede forhandlere ikke er tilvænnet til at sælge dem. I den indledende salgsindsats, har vi brugt for meget tid på forhandlere, i stedet for slutbrugere. Efter at have skiftet til at arbejde direkte med slutkunder, får vi helt anderledes feedback på vores produkt og på de værdier kunderne gerne vil betale for. Efterfølgende er vi, parallelt med vores direkte salgsindsats, gået i gang med at undervise forhandlere i hvordan de skal afsætte produktet baseret på egne salgserfaringer.

7 Appendix 1 – Økonomisk drifts eksempel

Diverse baggrunds data

Tændtid per dag	14	timer		
Dage i drift per år	350	dage		
Årlig brændtid	4900	timer		
AC COP Faktor	2			
Elpris	1,9	kr/KWh		
Liftleje	3.000,00	kr.		
Personale udgift ved udskiftning	200,00	kr		
Vedligeholdelse af lysanlæg, dvs lift påkrævet	2 gange/år			
HighLight Advanced pris	12.000,00	kr.		
MH Lyskilde pris	250,00	kr.		
Holdbarhed af MH lyskilde	7.000	timer		
	HighLight Adv.	MH		
Elforbrug per armatur	42	82	Watt	
Antal armaturer	2	3		
Elforbrug per år til lys	411,6	1205,4	KWh	
Elforbrug til AC	205,8	602,7	KWh	
Total elforbrug	617,4	1808,1	KWh	
Årlig elpris	1173,06	3435,39	kr.	
	HighLight Adv.	MH		
Investering ved nyt anlæg	24.000,00	-	kr.	
	HighLight Adv.	MH		
Årlig drift af anlæg				
Nye lyskilder	-	525,00	kr.	
Liftleje	-	6.000,00	kr.	
Personale resourcer ved udskift	-	400,00	kr.	
Total el	1.173,06	3.435,39	kr.	
Årlig driftsomkostninger	1.173,06	10.360,39	kr.	
Tilbagebetalingstid	2,61	År		