

# **EUDP 10-II: Intelligent styring af dynamisk LED belysning**

## **Slutrapport**

Journal nummer 64011-004

Januar 2013



Projektansvarlig virksomhed: LIGHTEN ApS

Projektleder: Steen Pedersen

## Målsætning

1. At udvikle et intelligent belysningsssystem i form af en arbejdsbordlampe, som blandt andet skulle muliggøre en dynamisk ændring af lysets farvesammensætning. Lysenheden skal være en LED enhed, der giver høj kvalitets dynamisk lys, med driver elektronik, sensorer, lampe design og styringsprogram med brugerinterface og lysstyrings-algoritmer og som er mest mulig energibesparende.
2. Kravet til lyset var, at dets hvide farve skulle kunne varieres over farvetemperaturer fra 2700 K til 7000 K, og i alle indstillinger være karakteriseret ved meget god farvegengivelse,  $R_a > 92$ .
3. At udvikle en intelligens så lampens styring giver mulighed for, at brugeren får en optimeret generering af lys i forhold til egne personlige præferencer og individuelle behov. Det kan være behov ift. en given arbejdsopgave eller –situation samt i forhold til brugernes individuelle biologiske døgnrytme. Det ønskes at brugerens indtastede persondata er bestemmende for, hvornår og hvor meget lys, der afgives over dagen eller i givne situationer. Intelligens opnås således ved, at forskellige personprofiler giver forskellige lys-scenarier ud fra en række udviklede algoritmer.
4. Der ønskes endvidere monteret sensorer, som dels måler og kompenserer for lyset fra omgivelserne (fra dagslys og øvrige lysenheder) og, dels detekterer om brugeren er i nærheden (bevægelsessensor, der tænder og slukker for lyset alt efter om brugeren er ved arbejdspladsen). Sensorerne skal sikre optimal energieffektivitet.

## Indholdsfortegnelse

Forside.....	1
Målsætning.....	2
Indholdsfortegnelse.....	3
Afslutningsrapport.....	3
Bilag 1: Brugervurderinger og Energiforbrug .....	7
Bilag 2: Statusrapport på LIGHTEN lampens evne til feltforsøg.....	41
Bilag 3: Brev til forsøgspersoner.....	42
Bilag 4: Spørgeskema 1.....	43

Bilag 5: Spørgeskema 2.....	46
Bilag 6: Spørgeskema 3.....	56
Bilag 7: Brugermanual.....	71
Bilag 8: Slutrapport fra DTU.....	77
Bilag 9: Omtale.....	85

## Afslutningsrapport

### 1. Dansk resumé af projektets resultater. Sammenfat projektets resultater. *Hvilke teknologiske resultater er opnået? Hvorfor er de vigtige? Angiv nøgletal.*

Der er udviklet et intelligent belysningssystem i form af en arbejdslampe, som blandt andet muliggør dynamisk ændring af lysets farvesammensætning. Det intelligente belysningssystem inkluderer en LED enhed til generation af høj kvalitets dynamisk lys, driver elektronik, sensorer, lampe design og styringsprogram med brugerinterface og lysstyrings-algoritmer.

Kravet til lyset var, at dets hvide farve skulle kunne varieres over farvetemperaturer fra 2700 K til 7000 K, og i alle indstillinger være karakteriseret ved meget god farvegengivelse,  $R_a > 92$ . Målinger viser, at systemet er i stand til at afgive lys med samme spektralfordeling ved en dimming fra 100 % – 10 % ved forskellige farvetemperaturer i intervallet 2700-7000 K. Se yderligere info i bilag 8.

Med systemets intelligens skal forstås, at lampens styring giver mulighed for, at brugeren får en optimeret generering af lys i forhold til egne personlige præferencer og individuelle behov. Det kan være behov ift. en given arbejdsopgave eller –situation samt i forhold til brugernes individuelle biologiske døgnrytme. Brugers indtastede persondata er bestemmende for, hvornår og hvor meget lys, der afgives over dagen eller i givne situationer. Intelligens opnås således ved, at forskellige personprofiler giver forskellige lys-scenarier ud fra en række udviklede algoritmer. Et eksempel er længden (antal minutter) af ”energi-boost”, der automatisk tilbydes brugeren på forskellige tidspunkter i løbet af dagen. Her vil systemet sikre, at en ældre person får længere tids lys end en yngre person (fx en 60-årig kontra en 20-årig i et forhold på 3:1).

Systemet har endvidere sensorer som, dels måler og kompenserer for lyset fra omgivelserne (fra dagslys og øvrige lysenheder) og, dels detekterer om brugeren er i nærheden (bevægelsessensor der tænder og slukker for lyset alt efter om brugeren er ved arbejdspladsen). Sensorerne skal sikre optimal energieffektivitet.

Den teknologiske løsning er vigtig fordi, mennesker er forskellige og har forskellige præferencer og behov i relation til lys. Mennesker har forskellige arbejdsopgaver, og kan, i den relation, have forskellige præferencer for lysstyrke og farvesammensætning. Mennesker har forskellige døgnrytmer (nogle er ”morgenmennesker” – andre er ”natteravn”), hvilket betyder, at de kan have forskellige behov for belysning på

forskellige tider af dagen. Ingen eksisterende kendte kommercielle løsninger kan tilbyde brugeren de samme egenskaber, som LIGHTEN's prototype.

Der er gennemført en slutbrugertest af systemet via installering af 8 lamper hos medarbejdere i Lollands Kommunes Sundhedscenter i Maribo, som primært udfører almindeligt kontorarbejde, dvs. løser opgaver på PC og/eller vha. skriftligt materiale, telefonsamtaler samt møder med kolleger. I forbindelse med testen har brugerne besvaret en række spørgsmål omkring deres daglige kontormiljø samt brug og oplevelse af lampen. Testen varede ca. 4 uger.

Det skal bemærkes, at fordi det kun har været muligt at finansiere en meget lille test, er resultaterne af testen ikke statistisk valide. Se resultaterne af test i bilag 1-7.

De positive resultater af testen, som kan fremhæves er, at brugerne generelt var glade for, at de var i stand til at justere lyset efter behov, dvs. at det var muligt at indstille lyset i forhold til givne behov (fx ift. en given arbejdsopgave). Samtidigt gav en overvejende del af brugerne også positiv feedback på systemets automatiske indstillinger (indstillinger, som på forhånd er defineret ud fra viden om generelle præferencer og anbefalinger omkring fx lys ved PC arbejde eller læseopgaver) samt systemets evne til automatisk at justere lyset vha. af sensorer.

**2. Energipolitiske mål.** *Hvilke konsekvenser forventes projektet at få for CO2-udledning, forsyningssikkerhed og uafhængighed af fossil energi? Kvantificér ud fra nøgletal pr. enhed og forventet salg.*

På basis af den gennemførte test har det ikke været muligt at fremkomme med valide målinger, som indikerer, hvorvidt det intelligente styringssystem giver større energieffektivitet. Laboratoriemålinger viser, at den nuværende prototype har et standby forbrug på 1,5 W, dvs. det overstiger anbefalingerne i det gældende ECODSIGN direktiv med 1 W. Det skyldes primært de høje krav til belysningens kvalitet, som har indflydelse på energiforbruget. Det vil kræve yderligere test af systemet samt eventuelle tilpasninger af den teknologiske løsning, for at kunne give mere evidente indikationer af systemets potentiale på det energi- og miljømæssige område.

**3. Formidling.** *Hvilke formidlingsaktiviteter har I gennemført? Angiv link eller henvis til offentliggjorte artikler og publikationer.*

[http://www.cphcleantech.com/media/2040332/dtu\\_risø\\_folder\\_klar.pdf](http://www.cphcleantech.com/media/2040332/dtu_risø_folder_klar.pdf)

[http://www.greencenter.dk/mediafiles/6/other/opendoor\\_erhvervsfremmeaktrer\\_i\\_restykker.pdf](http://www.greencenter.dk/mediafiles/6/other/opendoor_erhvervsfremmeaktrer_i_restykker.pdf)

Se endvidere bilag 9

**4. Engelsk resumé:** *Sammenfat projektets resultater og læg vægt på de dele af projektet, som har særlig international interesse.*

The LIGHTEN project "Intelligent Control of Dynamic LED Light" has given birth to a prototype of a new intelligent lighting control system. The LIGHTEN control system enables the end user to control his or her own local lighting environment (lighting zone)

according to individual preferences and needs. The system thus supports international research that shows improvements in both energy saving and user satisfaction when using personal lighting control (1).

The LIGHTEN prototype also includes new personalized light control options based on the end users personal data. This technology is important because people are different and have individual preferences and needs in regards to light. People work with different tasks and therefore have different needs for light. People also have different circadian rhythms – some people are “early birds” and some are “night owls”, which means they are alert at different times during the day.

The LIGHTEN system can help boost the energy and increase performance level during down periods and will help stabilize the biological rhythm, if needed. This is possible only if the system knows about the end users age, gender and circadian rhythms.

The project has enabled LIGHTEN to built a prototype which includes the technological features needed for testing the effects of intelligent personalized lighting control on humans. During this project we tested the system with an office (table) lamp in an office environment. Results from this test will unfortunately not tell anything about the potentials of the system, as the test is too small (in regards to test population and test periode). Further testing will be needed.

(1) Bright Idea: Personal Control for Office Lighting - Research Summery – Herman Miller 2007 and T. Moore – User attitudes toward occupant controlled office lighting pp. 207-219 (2002).

**5. Finansiering.** *Projektets finansiering fordelt på EUDP, egen- og anden finansiering. Angiv faktiske beløb i 1.000 kr.*

Virksomhed/Institution	EUDP-tilskud	Projektdeltager	Anden finansiering	Totale udgifter
1 Lighten ApS	611.430	1.440.981		<b>2052411</b>
2 DTU-Fotonik	1.090.650	497.715		<b>1588365</b>
3 Statens Byggeforskningsinstitut	165.693	40.494		<b>206187</b>
4 Lollands Kommune	0	67.895		<b>67895</b>
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
<b>I alt</b>	<b>1867773</b>	<b>2047085</b>	<b>0</b>	<b>3914858</b>

Tabellen aktiveres med dobbelt venstre klik. Lukkes med klik uden for tabellen.

**6. Kommercielle resultater og perspektiver.** *Forventes den udviklede teknologimarkedsført? Hvornår? I hvilke lande? Har I opnået, eller forventer I at opnå, andre kommercielle resultater på baggrund af projektet? Hvilke?*

Den udviklede teknologi forventes ikke markedsført i sin nuværende version. Der er tale om en prototype, hvor vi har været i stand til at teste nogle af de basale egenskaber og parametre, som var med i den oprindelige målsætning og plan. Det vil være nødvendigt at videreudvikle eksisterende teknologi, hvor der fokuseres på en

bedre og mere kommerciel bæredygtig platform, idet den nuværende software er baseret på et kodesystem, som primært anvendes i forskningsmiljøer. Den fremtidige platform bør være mere fleksibel i forhold til fremtidens kundesegmenter og, være fremtidssikret, så den matcher såvel nuværende som fremtidige styringsystemer.

**7. Næste skridt.** *Hvad er næste skridt teknologisk? Og kommercielt? Forventer I at søge yderligere offentlig finansiering?*

Næste teknologiske skridt bliver at skifte til en bæredygtig software platform samt videreudvikle kernen i softwaren således, at de egenskaber i systemet, som synes at skabe størst værdi for brugerne, sættes i fokus og kan blive testet af i større skala. Det er endvidere nødvendigt at få tilrettet lampens tekniske setup således, at den lever op til gældende krav og direktiver.

Det er LIGHTEN's forventning og ambition, at der søges om yderligere finansiering til færdiggørelse af projektet således, at den ønskede teknologiske platform opnås og de opstillede mål indfries. Vi har fortsat store forventninger til vores idéer og det potentiale, der ligger i konceptet indenfor en række attraktive kundesegmenter.

**8. Projektets betydning for indtjening og beskæftigelse**

Projektdeltager (Skriv navn)	Antal ekstra medarbejdere i dag	Forventet antal ekstra medarbejdere indenfor 1-2 år	Forventet antal ekstra medarbejdere om 3 – 5 år
<b>Lighten ApS</b>	0	1/2	1-2
<b>DTU Fotonik</b>	?	?	?
<b>SBI</b>	0	0	0
<b>Lollands Kommune</b>	0	0	0
Projektdeltager (skriv navn)	Omsætning i mio. kr. i år	Forventet omsætning i løbet af 1 - 2 år	Forventet omsætning om 3 - 5 år
<b>Lighten ApS</b>	0	?	?
<b>DTU Fotonik</b>	?	?	?
<b>SBI</b>	?	?	?
<b>Lollands Kommune</b>	0	0	0

Desværre opstod der tekniske problemer hos DTU med udfærdigelse af lampe og software (se Bilag 2), som var nødvendig for Lighten at få løst af virksomheder uden for "Projektdeltagerne", hvis ikke hele projektet skulle falde. Dette bevirkede samtidig et større tidsforbrug hos SBI, så testopsætningen og –perioden blev ændret og afkortet (se Bilag 1).

Trods stor skuffelse over den umiddelbare begrænsede værdi af projektet er Lighten fast besluttet på at arbejde videre med idéerne, og forventer at stå med brugbare løsninger inden udgangen af 2013.



### Brugervurderinger og Energiforbrug

Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet (SBI, AAU) havde som opgave i projektet at dokumentere brugeroplevelsen af den udviklede arbejdslampe samt at dokumentere lampens energiforbrug. Brugeropplevelsen vurderes ud fra forsøgspersoners svar på spørgeskemaer. For at vurdere brugernes synspunkter op imod en reference, modtog forsøgspersonerne spørgeskemaer både ved arbejde udført ved egen arbejdslampe og når de anvendte den udviklede arbejdslampe. Lampens effekt og effektfaktor målt i SBI's laboratorium for de forskellige indstillinger og eftervises med to eksempler på energiforbrug hos brugerne i felten. I projektets forløb har SBI testet lamperne to gange. Den første test (prætest) havde som formål at afprøve om lampen var i stand til at blive testet i felten af forsøgspersoner. Konklusionen blev, at SBI ikke ville bruge den daværende version af lampen i en feltundersøgelse. De væsentligste årsager var de gener som støj og blink medførte hos brugerne (se Bilag 2). Efter forbedringer af den udviklede lampe blev lamperne målt og afprøvet som dokumenteret i dette bilag. Bilaget er opdelt i to dele. Den første del indeholder brugervurderingerne og resultater fra spørgeskemaet. Den anden del indeholder data om lampens effekt, effektfaktor samt giver eksempler på energiforbrug ved brugertest.

Energi og Miljø  
Ásta Logadóttir  
Jakob Markvart  
Anne Iversen  
Martin Grün Roien  
15. jan. 2013  
Journal nr. 731-125

## Indholdsfortegnelse

Brugervurderinger og Energiforbrug .....	1
Indholdsfortegnelse .....	2
1 Brugervurderinger .....	3
1.1 Fremgangsmåden .....	3
1.2 Resultat .....	4
1.2.1 udsagn om arbejdsbelysningen .....	5
1.2.2 Opsummering: udsagn om arbejdsbelysningen .....	10
1.2.3 Arbejdsbelysningen i den udviklede arbejdslampe .....	10
1.2.4 Arbejdsbelysningen, lysintensitet .....	11
1.2.5 Arbejdsbelysningen, lysfarve .....	13
1.2.6 Opsummering: Arbejdsbelysning, lysintensitet og -farve .....	15
1.2.7 Brugervenlighed .....	15
1.2.8 Opsummering: Brugervenlighed .....	18
1.2.9 Gener ved arbejdslampe .....	18
1.2.10 Opsummering: gener ved arbejdslampe .....	19
1.2.11 Det udviklede software .....	19
1.2.12 Opsummering: software .....	22
1.2.13 Lysindstillingernes rækkefølge .....	22
1.2.14 Vurdering af indeklimaforhold .....	23
1.2.15 Opsummering: vurdering af indeklimaforhold .....	25
1.3 Konklusion: Brugervurderinger .....	26
2 Effekt, effektfaktor og energiforbrug .....	27
2.1 Effekt målinger .....	27
2.2 Effektfaktor målinger .....	29
2.3 Energiforbrug .....	30
2.4 Konklusion: Effekt, effektfaktor og energiforbrug .....	33
3 referencer .....	34



# 1 Brugervurderinger

Brugervenlighed er en essentiel parameter for et godt produkt. Hvis brugerne ikke har forstand på produktet, vil de ikke anvende produktet som planlagt, og dermed mister man de gode intentioner, der ligger bag produktet. Brugervurderingerne i dette projekt består af udsendte spørgeskemaer, hvor brugernes oplevelse af deres egen arbejdslampe bliver sammenlignet med deres oplevelse af den udviklede arbejdslampe. Lolland kommune deltog i projektet ved at stille en it-medarbejder og forsøgspersoner til rådighed. Alle medarbejdere takkes for deres bidrag til projektet.

## 1.1 Fremgangsmåden

Forsøgspersoner var otte udvalgte medarbejdere fra Lolland kommune i Maribo. Der var opbakning til forsøget fra ledelsen, og alle forsøgspersoner modtog et brev fra SBI (Bilag 3), hvor de blev bedt om at deltage og som informerede om hvad deltagelse i forsøget indebar. Forsøgspersonprofilen var, at forsøgspersonerne arbejder med almindeligt kontorarbejde og betragtes som værende meget til stede ved sin kontorplads, dvs. har minimeret fravær pga. møder. Alle som blev bedt om at deltage accepterede.

Figur 1 og Figur 2 viser eksempler på kontorer, hvori lamperne blev afprøvet. Figur 1 viser eksempel på et enkelmandskontor og Figur 2 viser eksempel på fælleskontor. Fire forsøgspersoner var placeret i enkelmandskontorer, tre i det samme fælleskontor og en enkel forsøgsperson var placeret på et fælleskontor sammen med andre som ikke deltog i undersøgelsen.



**Figur 1** Eksempel på enkelmandskontor



**Figur 2** Eksempel på fælleskontor

Eksempler på forsøgspersonernes egne arbejdslamper vises også i Figur 1 og Figur 2. Egne lamper tæller følgende forskellige arbejdslamper: 3 x Luxo Ovelo (som i Figur 2), 1 x Luxo Jac, 2 x Luxo Air (som i Figur 1), 1 x Brilliant og 1 x UNILUX. Den udviklede arbejdslampe bliver dermed vurderet op imod et bredt udsnit af forskellige typer arbejdslamper, hvor nogen kan justeres (lysintensitet) og andre kun tændes og slukkes.

I uge 47, 2012 inden forsøgspersonerne fik installeret den udviklede lampe svarede alle otte forsøgspersoner på spørgeskema 1 og 2. Spørgeskema 1 (SP1) omhandler almindelige baggrundsoplysninger som køn, arbejdsfunktion og syn (Bilag 4) og spørgeskema 2 (SP2) handler om at vurdere belysning og andre indeklimaparametre i kontormiljøet (Bilag 5). Efter besvarelse af SP1 og SP2 blev den udviklede arbejdslampe installeret og den anvendtes ved brugernes almindelige kontorarbejde indtil uge 52, 2012. I uge 52 blev det sidste spørgeskema besvaret (SP3) af alle deltagere og den udviklede lampe blev fjernet igen. SP3 er baseret på SP2 og indeholder alle de samme spørgsmål som SP2 plus et par yderligere spørgsmål om arbejdslampens software og forskellige lysindstillinger som den udviklede arbejdslampe tilbyder (Bilag 6).

Brugervurderinger er baserede på otte forsøgspersoners besvarelser. Det skal understreges at datamængden er ikke tilstrækkelig til at kunne validere resultaterne statistisk. Besvarelserne bliver vist i form af diagrammer over de indsamlede besvarelser og datagrundlaget vil kun kunne indikere tendenser.

## 1.2 Resultat

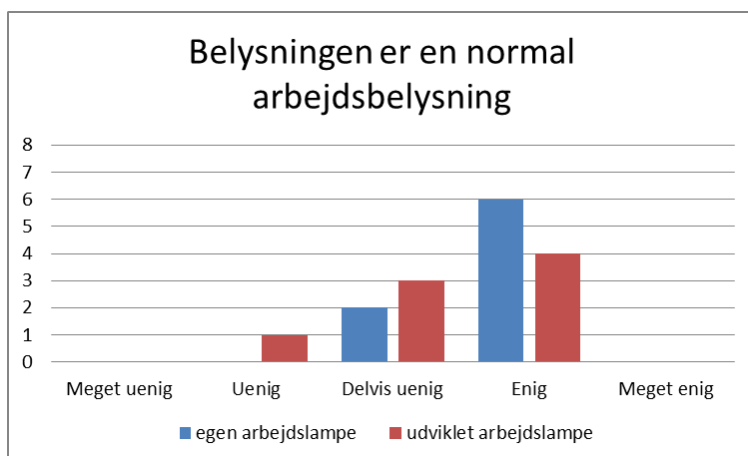
Resultater fra spørgeskema 1 viser at forsøgspersonerne består af fem kvinder og tre mænd og hovedparten havde en administrativ funktion (syv ud af otte), hvor den ene var en projektmedarbejder. Middelværdi for forsøgspersonernes alder ligger på 51,2 år med en standardafvigelse (STD) på 7,2 år. Alle forsøgspersoner oplyser at de har normalt farvesyn og syv bruger briller og én kontaktlinser til dagligt arbejde. Halvdelen af forsøgspersonerne er følsom overfor stærkt lys, tre personer er ikke følsomme overfor stærkt lys og én ved ikke om han er. Når forsøgspersonerne blev stillet spørgsmålet om de beskriver sig selv som morgenmenneske eller aftenmenneske svarer to af dem at de er helt sikkert morgenmennesker, to svarer at de er mere

morgenmenneske end aftenmenneske, tre mener de er mere aftenmenneske end morgenmenneske og én svarer helt sikkert aftenmenneske. Der kan forventes at to deltagere har indstillet lampen til morgenmennesker, én til aftenmennesker og fem som hverken eller.

For at undersøge om forsøgspersonerne som deltog i undersøgelsen oplevede andre større problemer som kan have indflydelse på deres interesse for at tage stilling til lyset, blev de bedt om at tage stilling til udsagnsspørgsmålet om 'de har problemer nok i forvejen og gider ikke tage stilling til lyset også'. Svarene var identiske for begge forsøgsperioder, tre var meget uenige i udsagnet og fem var uenige i udsagnet. Data er derfor ikke blevet reduceret på dette grundlag.

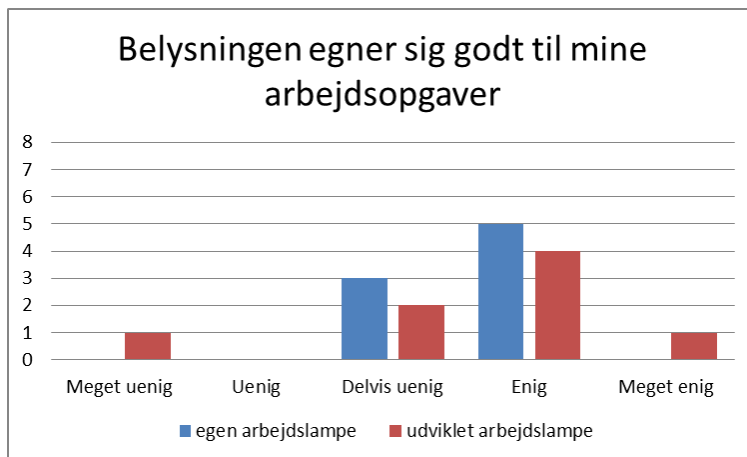
### 1.2.1 udsagn om arbejdsbelysningen

Forsøgspersonerne arbejdede med samme slags arbejde i løbet af forsøgsperioden. Når de blev bedt om at tage stilling til hvilke arbejdsopgaver, der bedst beskriver det arbejde de havde udført i løbet af den sidste uge, svarede syv at de havde for det meste arbejdet med computerarbejde og én svarede at hun kun havde arbejdet med computerarbejde, dette gælder for begge forsøgsperioder. Det antages derfor, at lysbehovet er det samme for begge perioder og efterfølgende besvarelser beskriver, hvor enige/uenige forsøgspersoner er i udsagn om arbejdsbelysningen.



**Figur 3 Normal arbejdsbelysning?**

Når forsøgspersonerne blev stillet spørgsmålet om de synes at belysningen er normal arbejdsbelysning, var seks enige og to delvist uenige i udsagnet ved brug af egen arbejdslampe. Ved brug af den udviklede arbejdslampe var fire enige i udsagnet, tre delvist uenige og én var uenig. Deres egen arbejdslampe vurderes overordnet som værende mere normal end den udviklede arbejdslampe.



**Figur 4 Hvor godt egner belysningen sig til arbejdsopgaver**

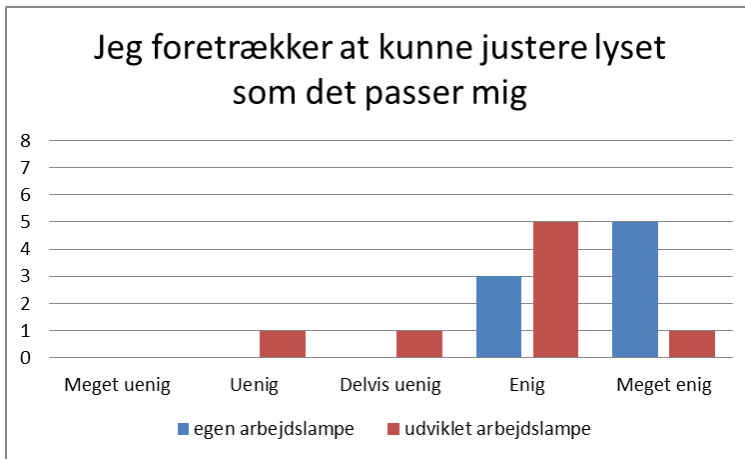
Figur 4 viser at brug af egen arbejdslampe bliver vurderet som om belysningen egner sig godt til arbejdsopgaverne af fem forsøgspersoner og tre er delvis uenig i udsagnet. Ved brug af den udviklede arbejdslampe er der én, som er meget enig i udsagnet, fire som er enige, to delvist uenige og én som er meget uenig. Der er to personer, som udtrykker stærkere holdninger til den udviklede arbejdslampe, den ene positivt og den anden negativt. Overordnet set er der dog ikke forskel i opfattelsen af hvor godt belysningen egner sig til arbejdsopgaverne. Dette er fordi den meget negative holdning modspiller den meget positive holdning for den udviklede lampes vedkommende.

Forsøgspersonerne bliver bedt om at tage stilling til udsagnet om, hvorvidt de foretrækker forskelligt lys afhængigt af arbejdsopgaver. Resultaterne viser, at der ikke er en forskel i deres holdning mellem de to perioder. I begge perioder indikerer fem af otte forsøgspersoner at de er enige i udsagnet.

Tre forskellige udsagnsspørgsmål blev stillet for at undersøge forsøgspersonernes holdning til vigtigheden af at justere lyset, om de foretrækker at justere lyset og deres lyst til at justere lyset. Forsøgspersonerne valgte hvor enige de var i efterfølgende tre spørgsmål:

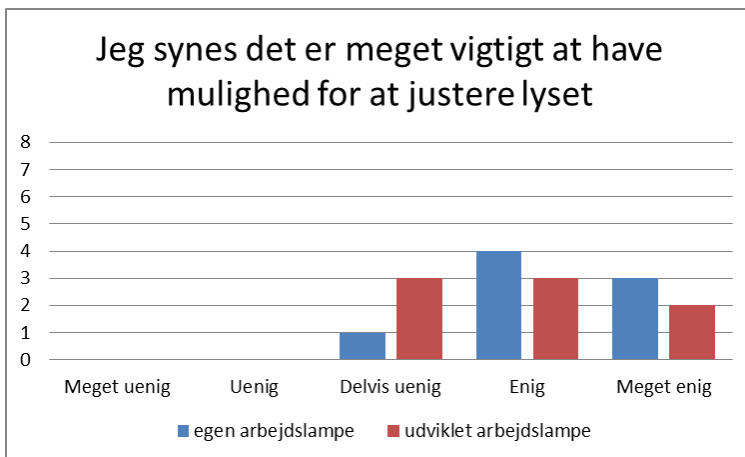
- Jeg foretrækker at kunne justere lyset som det passer mig
- Jeg synes det er meget vigtigt at have mulighed for at justere lyset
- Jeg har ikke lyst til at justere lyset, det skal bare være der

Figur 5 viser svar til udsagnsspørgsmålet om de foretrækker at kunne justere lyset som det passer dem. Ved brug af egen arbejdslampe er alle forsøgspersoner enige eller meget enige i udsagnet, men efter at de har haft muligheden for at justere lyset som det passer dem ved brug af forskellige indstillinger i den udviklede arbejdslampe flytter deres holdning tættere på uenighed med udsagnet. Der er stadig seks personer som er meget enige eller enige i udsagnet efter skift til den udviklede arbejdslampe, men der er en tendens til at deres holdning ikke er lige så positiv som før.



**Figur 5 jeg foretrækker at kunne justere lyset**

Svar til spørgsmålet om vigtighed af justerbarhed vises i Figur 6. Det viser sig, at forsøgspersonerne er mere enige i udsagnet når de har deres egen arbejdslampe, inden de har haft mulighed for at justere lyset på den udviklede arbejdslampe. Den samme tendens ses som for svaret på spørgsmålet i Figur 5; at holdningen til at de foretrækker at kunne justere på lyset, bliver mindre positiv ved brug af den udviklede arbejdslampe.



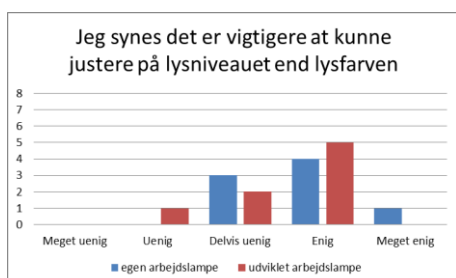
**Figur 6 Det er vigtigt at kunne justere lyset**

Figur 7 viser svar til udsagnsspørgsmålet om at man ikke har lyst til at justere lyset. Besvarelsene mellem de to forskellige forsøgsperioder er ikke identiske, for egen arbejdslampe går man fra at være meget uenig til at være enig i udsagnet. For den udviklede arbejdslampes vedkommende er der ingen som er enig i udsagnet men holdningen er flyttet fra en negativ holdning (meget uenig) til en blødere holdning som delvis uenig.

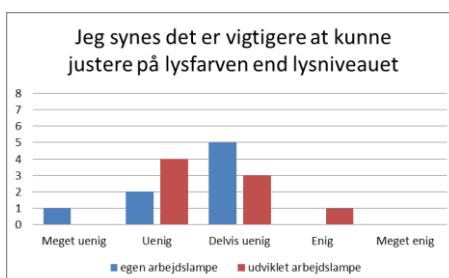


**Figur 7 Jeg har ikke lyst til at justere lyset**

Besvarelserne i Figur 5, Figur 6 og Figur 7 viser, at tendensen er, at forsøgspersonernes holdning ved brug af den udviklede arbejdslampe ikke er lige så positiv over for lysstyring som før. Forsøgspersonerne er blevet mindre interesserede i at kunne styre lyset end før de fik den udviklede arbejdslampe.

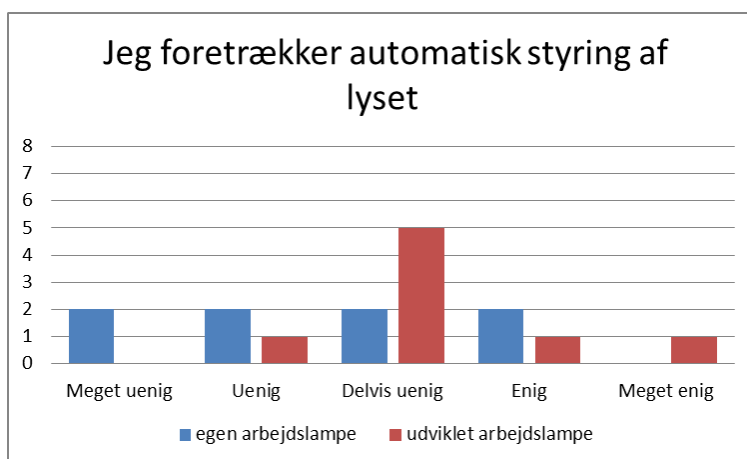


**Figur 8** Vigtigere at kunne justere lysniveauet end lysfarven



**Figur 9** Vigtigere at kunne justere lysfarven end lysniveauet

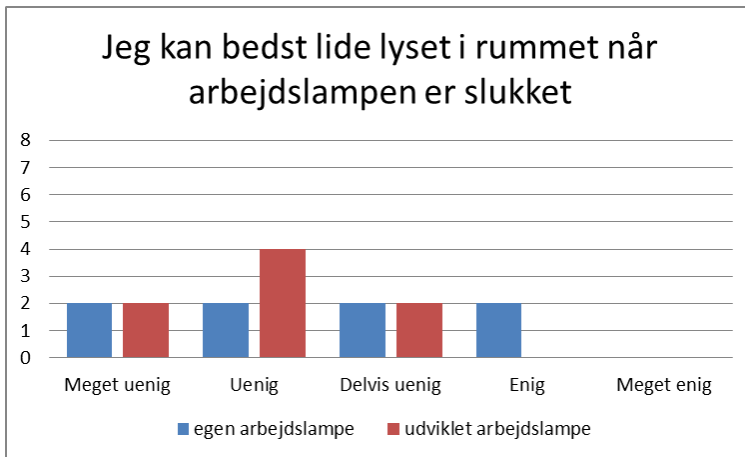
Figur 8 og Figur 9 viser, hvor enige/uenige forsøgspersoner har været i udsagn om, at det er vigtigere at justere på lysniveauet eller lysfarven. Der er ikke en stor forskel på deres holdninger mellem brug af de to forskellige arbejdslamper hvad intensitet angår. Ved brug af den udviklede arbejdslampe udtrykker forsøgspersonerne, at de bliver lidt mindre enige i udsagnet om at regulering af lysniveauet er vigtigere end lysfarven (Figur 8). For vigtigheden af at kunne justere på lysfarven bliver deres holdning flyttet over til at være lidt mere positiv over for styring af lysfarven, når de har haft muligheden herfor ved brug af den udviklede arbejdslampe (Figur 9). Holdningen viser sig at være at, uanset brug af lampe vurderes det vigtigere at kunne justere på lysniveauet end lysfarven.



**Figur 10** Jeg foretrækker automatisk styring af lyset

Forsøgspersonerne blev bedt om at tage stilling til hvor enige/uenige de var i udsagn om at de foretrækker automatisk styring af lyset. Figur 10 viser, at i perioden hvor egen arbejdslampe benyttes var holdningen negativ og generelt var de mere eller mindre uenig i udsagnet. Efter forsøgspersonerne havde benyttet den udviklede arbejdslampe blev de mere enig i udsagnet, dvs. at de blev mere enige i udsagnet om at de foretrækker automatisk styring af lyset ved benyttelse af den udviklede arbejdslampe.





**Figur 11 Jeg kan bedst lide lyset når arbejdslampen er slukket**

For at undersøge forsøgspersonernes holdning til arbejdslamperne blev de bedt om at svare på spørgsmålet om hvorvidt de bedst kan lide lyset i rummet når arbejdslampen er slukket. Svar til spørgsmålet vises i Figur 11, hvor det ses, at ved brug af den udviklede arbejdslampe, blev svarene negative. Dvs. forsøgspersonerne var mere eller mindre uenige i udsagnet. Der var to som var enige i udsagnet når de benyttede deres egen arbejdslampe. Dette kan være en tendens mod en accept af arbejdslampe brug. Det kan dog ikke udelukkes at det skyldes vejrforhold i de forskellige perioder, hvor der var solskinsvejr i den periode hvor egen arbejdslampe blev benyttet.

Forsøgspersonerne havde mulighed for at **kommentere arbejdsbelysningen i løbet af ugen** og efterfølgende viser kommentarer til SP2 (Bilag 5) når egen arbejdslampe blev brugt:

- Hvis der er sol, er den skarp i morgentimerne, så jeg er nødt til at trække for, hvilket giver dårlig belysning i lokalet. I det hele taget sidder jeg på et lidt mørkt kontor set i forhold til dagsbelysning, og jeg er ikke så vild med elektrisk lys
- Det er med stor fordel, at automatiske gardiner kan køre ned hele året når solen står ind i skærmen. Har i løbet af ugen rullet gardinerne ned. pga solen stod ind i skærmen
- Tilfredsstillende
- Nej

Her kommenteres der mest på dagslyset hvor solen ser ud til at have medført blænding hos de enkelte medarbejdere.

De følgende kommentarer forekommer i SP3 (Bilag 6) ved anvendelse af den udviklede arbejdslampe:

- Det var vejrsmæssigt en mørk uge, og mit kontor ligger inde i en "skakt" så er her meget mørkt. Generelt bliver mit kontor mørkt. Det kan jeg løse ved at tænke loftbelysningen, men så bliver det som at sidde i en sportshal, så det unnlader jeg. I stedet har jeg min bordlampe og en lampe over et lille mødebord, men samlet set er det nok utilstrækkeligt. Jeg ville være mest glad for at have et neonrør ned over mit skrivebord, og det ville være dejligt om jeg kunne indstille lyset i dette, som i den lampe jeg er med til at afprøve.
- Jeg har haft meget tørre øjne, det kan dog måske også skyldes frostvejret???
- Jeg har aldrig haft så god arbejdslampe og belysning. Dejligt med mulighed for justering af lampen.
- Nej
- Vi er i en mørk periode, hvor dagslys er en mangelvare.
- Nej
- Ok :o)

Her kommenteres dagslyset igen som bidrager til mindre belysning i rummene i denne periode i forhold til den første periode med egne arbejdslamper. Der er en forsøgsperson, som udtrykker tilfredshed med den udviklede arbejdslampe, men ellers er der efterspørgsel om et justerbart "neonrør" over skrivebordet i stedet for den udviklede arbejdslampe.

Forsøgspersonerne blev bedt om at forklare deres forskellige præferencer efter arbejdsopgaver. I den første periode, hvor forsøgspersoner havde deres egen arbejdslamper blev svarene efterfølgende:

- Jeg tænder lys forskellige steder, alt efter hvilke arbejdsopgaver jeg udfører. Det være sig læsning, skrivning, pc, møder eller blot undersøger emner. Jeg har 3 belysningskilder. Loftlys (der er lidt voldsomt, og derfor ikke så tit et tændt) skrivebordslampe og lampe over mødebord
- Jeg tænker, jeg gerne vil kunne indstille lyset alt efter hvad der føles behageligt i den enkelte arbejdssituation
- Computeropgaver

Den ene beskriver, at lyset tændes i forskellige lysarmaturer alt efter hvilke arbejdsopgaver, der bliver udført og en anden forestiller sig, at han gerne ville kunne justere lyset til hvad føles behageligt for de enkelte arbejdsopgaver.

I den sidste periode hvor forsøgspersoner anvender den udviklede arbejdslampe blev svarene efterfølgende:

- Der må gerne være lidt mere lys ved læsning end ved computerarbejde
- Jeg har indstillet lyset forskelligt afhængig af, om jeg skulle nærlæse papirskrift eller på pc

Der indikeres her af to forsøgspersoner at de forskellige indstillinger 'Læselys' og 'PC lys', bliver brugt som de var tiltænkt i starten.

### *1.2.2 Opsummering: udsagn om arbejdsbelysningen*

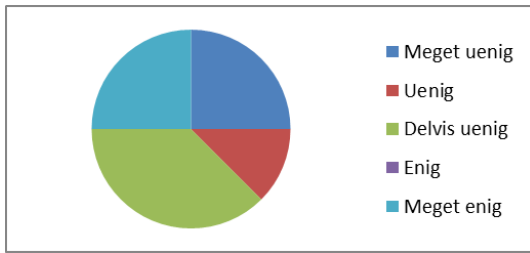
Arbejdsbelysningen betragtes som mindre normal arbejdsbelysning, når den udviklede arbejdslampe er brugt i forhold til brug af deres egen arbejdslampe. Til spørgsmålet om belysningen egner sig godt til mine arbejdsopgaver, er der overordnet den samme enighed med spørgsmålet. Når forsøgspersonerne har deres egen arbejdslampe er de meget positive overfor muligheden for lysstyring. Efter de har haft den udviklede arbejdslampe, er der en tendens til at forsøgspersonernes holdning ikke er lige så positiv over for lysstyring som før. Forsøgspersonerne er blevet mindre interesserede i at kunne styre lyset end før de fik den udviklede arbejdslampe. Til gengæld er de blevet mere positive over for automatisk styring (Figur 10), hvor forsøgspersonerne er blevet mere enige i udsagnet om, at de foretrækker automatisk styring af lyset ved brug af den udviklede arbejdslampe end når de havde deres egen. Efter at have haft mulighed for at justere på lysfarven er forsøgspersonerne samlet set blevet knapt så negative (vurderende uenig) mht. udsagnet om, at det er vigtigere at kunne justere på lysfarven end lysniveauet. Der er dog stadig enighed om, at det vurderes at være vigtigere at kunne justere på lysniveauet end lysfarven.

### *1.2.3 Arbejdsbelysningen i den udviklede arbejdslampe*

Ved installation af arbejdslampen kommenterede forsøgspersoner, at lyset var koncentreret under arbejdslampen. For at undersøge om det opfattes som et generelt problem blev efterfølgende to spørgsmål indarbejdet i spørgeskemaet og fremtræder derfor kun i SP3 (Bilag 6).

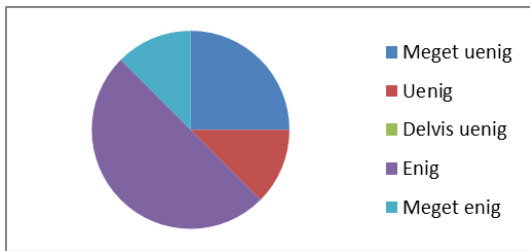
Ifølge Figur 12 er der to forsøgspersoner som er meget enig i udsagnet om at fordelingen af lyset fra arbejdslampen er for koncentreret under arbejdslampen. De resterende seks personer er mere eller mindre uenig i udsagnet.





**Figur 12 Svar på om fordelingen af lyset fra arbejdslampen er for koncentreret under arbejdslampen**

Når forsøgspersonerne blev bedt om at tage stilling til om arbejdslampen fordeler lyset så den belyser det den skal (Figur 13) var fem personer mere eller mindre enige i udsagnet, mens tre udtrykker uenighed.

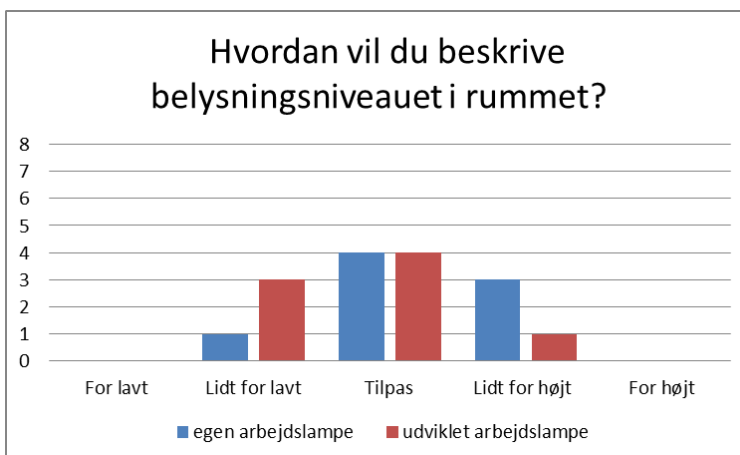


**Figur 13 Svar på om arbejdslampen fordeler lyset så den belyser det den skal**

Det viser sig, at de fleste oplever at lysfordelingen ikke er et problem, men der er to til tre personer som ser en forbedringsmulighed, hvad lysfordelingen angår i den udviklede arbejdslampe.

#### 1.2.4 Arbejdsbelysningen, lysintensitet

Belysningsniveauet på arbejdsområdet bestemmes af dagslysets, almenbelysningens og arbejdslampens intensitet. Brugere blev bedt om at vælge en beskrivelse af belysningsniveauet og at vælge en oplevelse af lysniveauet, disse valg var både for hele rummet samt for arbejdsområdet. Brugerbeskrivelserne viser, at rumbelysningen vurderes som lidt højere i den periode, hvor egen arbejdslampe blev brugt, i forhold til perioden, hvor den udviklede arbejdslampe blev brugt, se Figur 14.

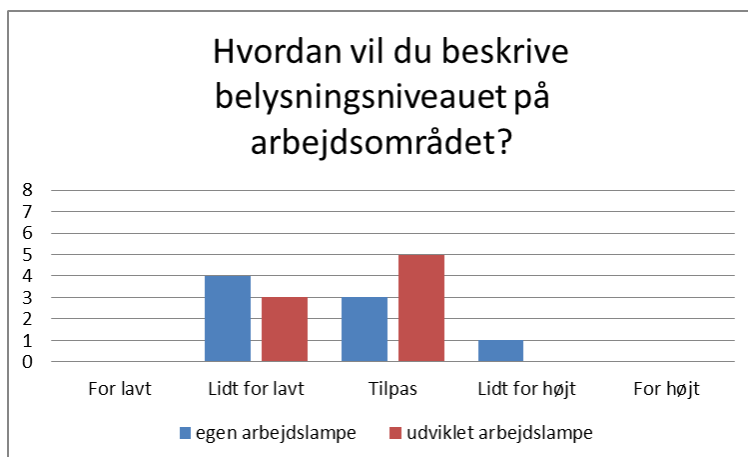


**Figur 14 vurdering af almenbelysningen**

Ved brug af egen arbejdslampe viser Figur 15, at fire forsøgspersoner vurderer belysningsniveauet på arbejdsområdet som lidt for lavt og én person vurderer belysningsniveauet som lidt for højt. Tre vurderede at der var tilpas med lysniveauet på arbejdsområdet. Ved brug af den udviklede arbejdslam-

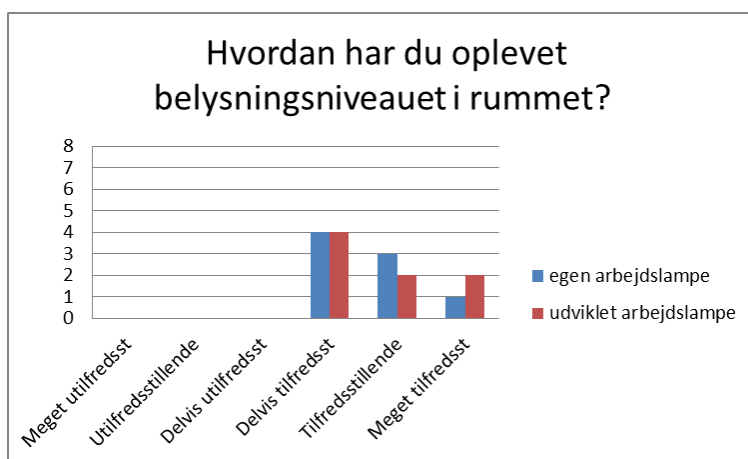
pe var der fem forsøgspersoner, som vurderede belysningsniveauet på arbejdsområdet som tilpas og tre vurderede, at der var lidt for lavt belysningsniveau.

Der er ikke en forskel i bedømmelsen af beskrevet belysningsniveau, men der er flere, der syntes at belysningsniveauet på arbejdsområdet var tilpas, når de brugte den udviklede arbejdslampe. Det skal dog også sættes i perspektiv i forhold til rumbelysningen, som blev vurderet som værende mørkere i perioden, hvor den udviklede arbejdslampe blev brugt. Det at rumbelysningen opleves mørkere har indflydelse på oplevelsen af arbejdsbelysningen således at den samme arbejdsbelysning opleves lysere i et mørkere lokale.



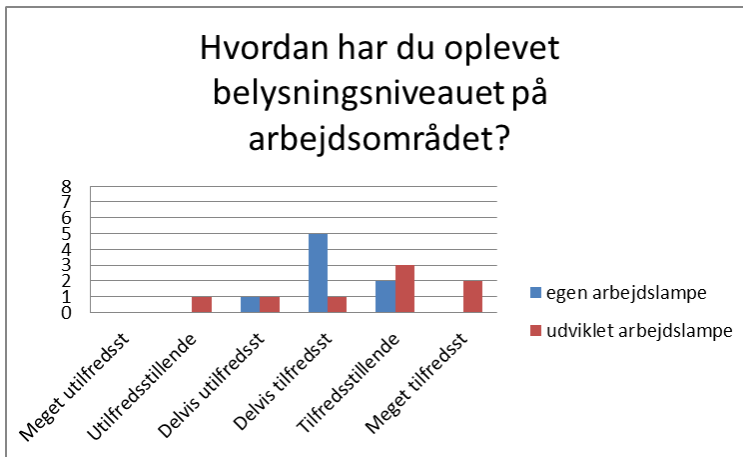
**Figur 15 Beskrivelse af belysningsniveau på arbejdsområdet**

Oplevelsen af belysningsniveauet i rummet vises i Figur 16, hvor vurderingerne viser sig at være mere eller mindre tilfredsstillende og næsten det samme for begge perioder. Dette på trods af vurderingen af, at rumbelysningen var mørkere i perioden, hvor den udviklede arbejdslampe blev brugt.



**Figur 16 oplevet almenbelysning**

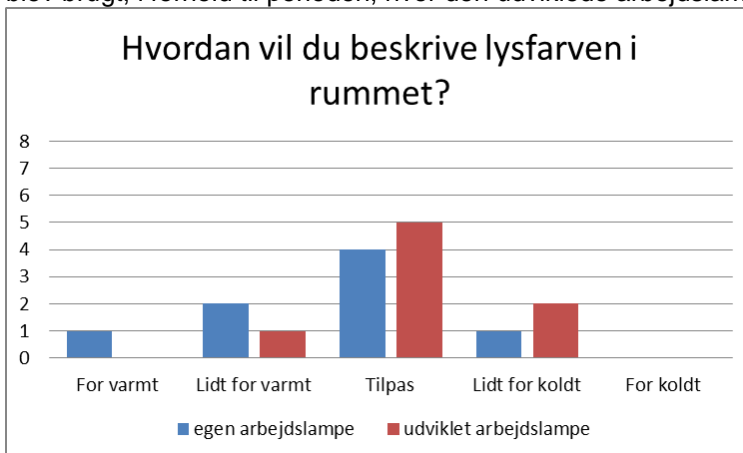
Oplevelsen af arbejdsbelysningen vises i Figur 17. Fem af otte forsøgspersoner udtrykker delvis tilfredshed med arbejdsbelysningen ved deres egen arbejdslampe, en enkelt indikerer delvis utilfredshed og to mener arbejdsbelysningen er tilfredsstillende. Arbejdsbelysningen blev bedømt som meget tilfredsstillende af to personer og tilfredsstillende af tre personer, når den udviklede arbejdslampe blev brugt. De resterende tre forsøgspersoner fordeler sig ned ad skalaen, hvor den sidste vurderer arbejdsbelysningen som værende utilfredsstillende. Forsøgspersonerne bruger flere valgmuligheder i spørgeskemaet, når de vurderer den udviklede arbejdslampe, både meget tilfredsstillende og utilfredsstillende inddrages som svar på spørgsmålet. Overordnet set har forsøgspersonerne været lidt mere tilfredse med arbejdsbelysningen i den periode, hvor den udviklede arbejdslampe blev brugt.



**Figur 17 Oplevet arbejdsbelysning**

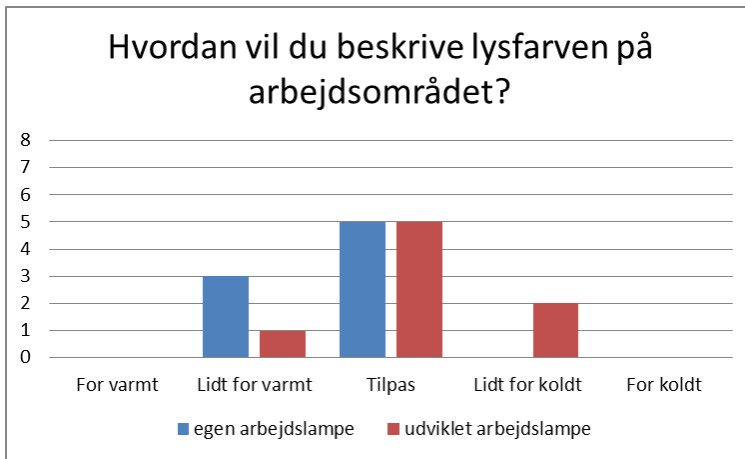
### 1.2.5 Arbejdsbelysningen, lysfarve

Lysfarven på arbejdsområdet bestemmes af dagslysets, almenbelysningens og arbejdslampens korreleret farvetemperatur (CCT). Almenbelysningens korrelerede farvetemperatur antages at være den samme for begge forsøgsperioder og dagslysets korrelerede farvetemperatur varierer fra ca. 5000 K og op til ca. 10000 K. Brugere blev bedt om at vælge en beskrivelse af lysfarven samt at vælge en oplevelse af lysfarven for både rumbelysningen og arbejdsbelysningen. Figur 18 viser valg af beskrivelser for lysfarven i rummet for egen arbejdslampe og den udviklede arbejdslampe. Rumbelysningen vurderes lidt varmere i den periode, hvor egen arbejdslampe blev brugt, i forhold til perioden, hvor den udviklede arbejdslampe blev brugt.



**Figur 18 Beskrivelse af lysfarven i rummet**

Figur 19 viser, at lysfarven på arbejdsområdet også beskrives som varmere når egen arbejdslampe var brugt. I alt udtrykker fem forsøgspersoner at lysfarven kan beskrives som værende tilpas, både når egen arbejdslampe er brugt, samt når den udviklede arbejdslampe er brugt. Dette kan forklares ved adaption, som får hjernen til at opfatte lyset på objektet, der fokuseres på som værende hvidt og dermed opleves lysfarven som værende tilpas.



**Figur 19 Beskrivelse af lysfarven på arbejdsområdet**

Oplevet lysfarve i rummet vises i Figur 20. Overordnet set vurderes lysfarven som tilfredsstillende i begge forsøgsperioder, dog er oplevet lysfarve i rummet mere tilfredsstillende i perioden, hvor den udviklede arbejdslampe blev brugt.



**Figur 20 Oplevelsen af lysfarven i rummet**

Oplevet lysfarve på arbejdsområdet er mere tilfredsstillende, når den udviklede arbejdslampe blev brugt, end når egen arbejdslampe anvendes. Figur 21 viser, at lysfarven ved brug af egen arbejdslampe opleves enten tilfredsstillende eller delvist tilfredsstillende. Lysfarven på arbejdsområdet ved brug af den udviklede arbejdslampe blev overordnet set vurderet som værende mere tilfredsstillende end lysfarven ved brug af egen arbejdslampe.



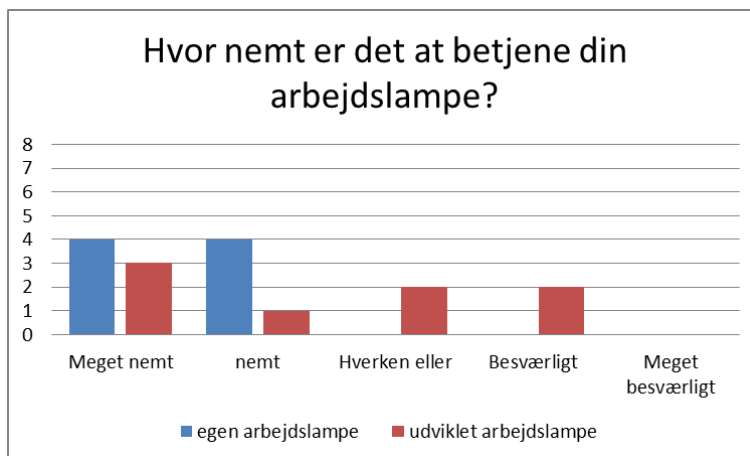
**Figur 21 Oplevelsen af lysfarven på arbejdsområdet**

### 1.2.6 Opsummering: Arbejdsbelysning, lysintensitet og -farve

De forskellige indstillingsmuligheder på den udviklede arbejdslampe medfører, at brugerne selv har haft indflydelse på sin arbejdsbelysning hvad angår intensitet og lysfarve. Lysintensiteten i rummet blev beskrevet som lavere når den udviklede arbejdslampe blev brugt, mens der ikke var forskel på bedømmelsen af arbejdsbelysningen. Tilfredsheden var høj for intensiteten i rummet, når begge arbejdslamper blev brugt, men arbejdsbelysningen blev vurderet som værende mere tilfredsstillende, når den udviklede arbejdslampe blev brugt. Her bør der lægges mærke til, at arbejdsbelysningen afhænger af dagslyset, rumbelysningen og arbejdslampens lysbidrag. Justerbar lysfarve i arbejdslampen ser ud til at forhøje tilfredshedsniveauet, både for arbejdsbelysningen samt rumbelysningen. Den udviklede arbejdslampe medførte også en oplevelse af koldere lysfarve både for arbejdsområdet samt hele rummet.

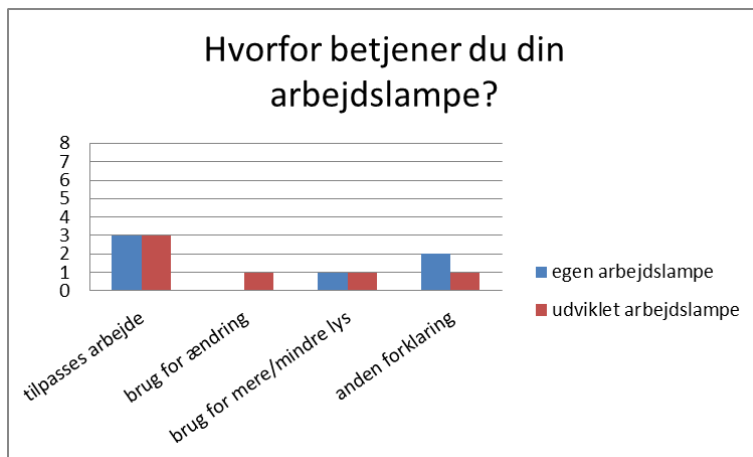
### 1.2.7 Brugervenlighed

Hvor nemt det er at betjene ens arbejdslampe kan have indflydelse på i hvilken grad og på hvilken måde arbejdslampen bliver betjent. Figur 22 viser, hvor nemt forsøgspersonerne har vurderet, det er at betjene sin arbejdslampe. Deres egen arbejdslampe vurderes som enten nem eller meget nem at betjene, mens den udviklede arbejdslampe vurderes som værende mere besværlig end deres egen.



**Figur 22 Brugervenlighed**

På trods af at den udviklede arbejdslampe vurderes som mere besværlig at betjene end forsøgspersonernes egen arbejdslampe, er det det samme antal forsøgspersoner som betjener arbejdslampen. I begge forsøgsperioder oplyser seks af otte forsøgspersoner at de betjener sin arbejdslampe. Årsagen til betjeningen af arbejdslamperne vises i Figur 23, hvor tre oplyser, at de betjener lampen for at tilpasse lyset til arbejdet, en enkelt fordi der er brug for mere eller mindre lys, og i den udviklede arbejdslampes tilfælde er der én der betjener lampen fordi vedkommende har brug for en ændring, men der angives også at der er en anden forklaring for betjening. Der er ikke en forskel på, hvorfor forsøgspersonerne betjener hhv. deres egen arbejdslampe og den udviklede.



**Figur 23 Hvorfor betjenes arbejdslampen?**

Forsøgspersonerne blev yderligere bedt om en forklaring på, hvorfor de betjener deres arbejdslampe og ved anvendelse af egen arbejdslampe svarer de:

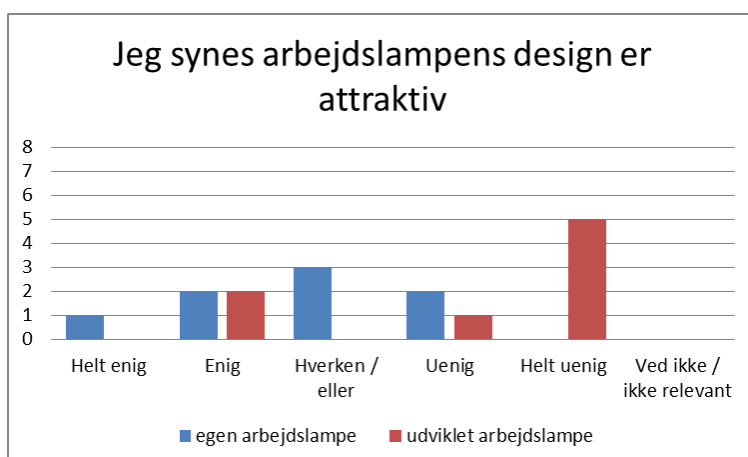
- Tænder og slukker den
- Der er kun betjening ift. at tænde og slukke

De svar, som fremkommer her, beskriver hvordan forsøgspersonerne betjente deres egne arbejdslamper, men ikke hvorfor.

Ved anvendelse af den udviklede arbejdslampe var der en enkelt besvarelse der lyder:

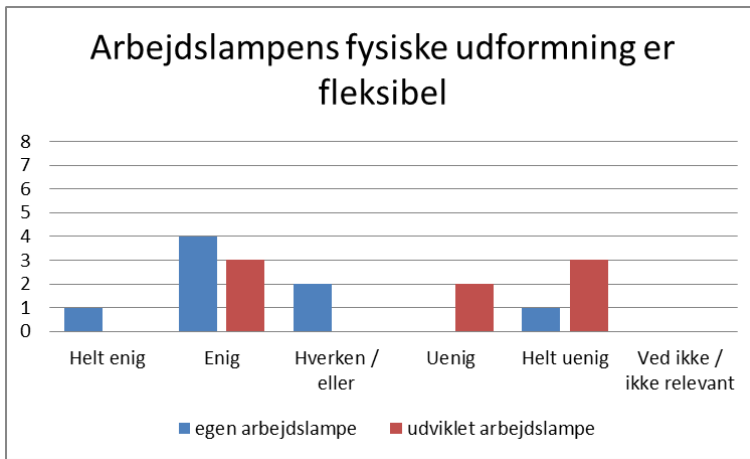
- Jeg synes, jeg skulle prøve de forskellige muligheder af, jeg ønsker at finde den bedste løsning. Jeg ved ikke om det er noget jeg evt. vil fortsætte med, eller om det blot er nyhedens interesse - jeg kan ret godt lide teknik :)

Svaret er et godt eksempel på at betjening af den udviklede lampe kan forekomme hyppigere i starten grundet nyhedsværdien. Forsøgspersonerne havde benyttet den udviklede arbejdslampe i tre uger inden de blev bedt om at svare på spørgsmålene.



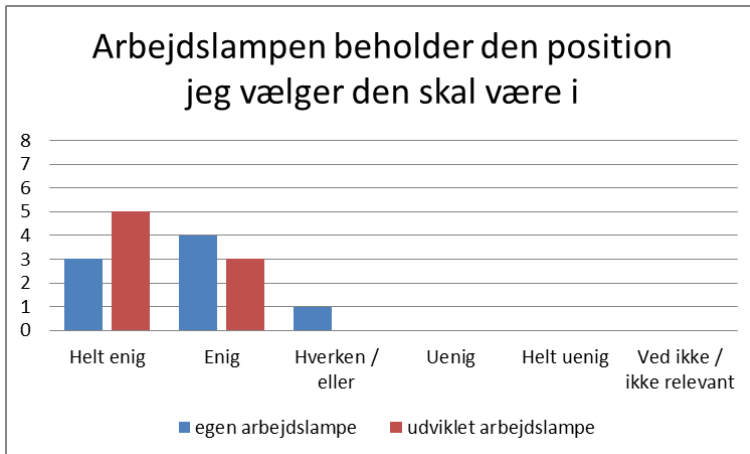
**Figur 24 Arbejdslampens design**

Vurdering af arbejdslampernes design vises i Figur 24, hvor der er en tendens til at forsøgspersonerne synes, at den udviklede arbejdslampes design er mindre attraktiv end deres egen arbejdslampe. Fem af otte forsøgspersoner er uenige i udsagnet om, at den udviklede arbejdslampe design er attraktiv.

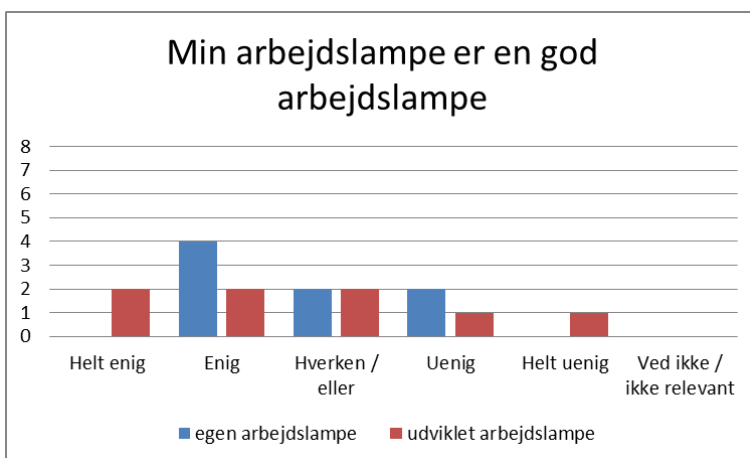


**Figur 25 Arbejdslampens fysiske udformning er fleksibel**

En arbejdslampe skal være fleksibel og beholde den valgte position for at lyset kan placeres der hvor der er brug for det. Den udviklede arbejdslampe fysiske udformning viser sig at være mindre fleksibel end forsøgspersonernes egen arbejdslampe ifølge Figur 25. Den udviklede arbejdslampe viser sig dog at beholde den position forsøgspersonerne har valgt at lampen skal være i, det samme gælder for deres egen arbejdslampe ifølge Figur 26.



**Figur 26 Arbejdslampen beholder sin position**



**Figur 27 Brugertilfredshed**

Når forsøgspersonerne blev bedt om at vurdere om de synes at arbejdslampene er en god arbejdslampe, viser det sig, at der ikke er den store forskel mellem arbejdslampene. Det viser sig her, at forsøgspersonerne har en stærkere mening om den udviklede arbejdslampe, hvor yderkanterne af skalaen er brugt for den udviklede lampe (helt enig og helt uenig), mens for de-

res egen arbejdslampe tilkendegiver forsøgspersonerne enighed, uenighed eller hverken/eller enig i udsagnet.

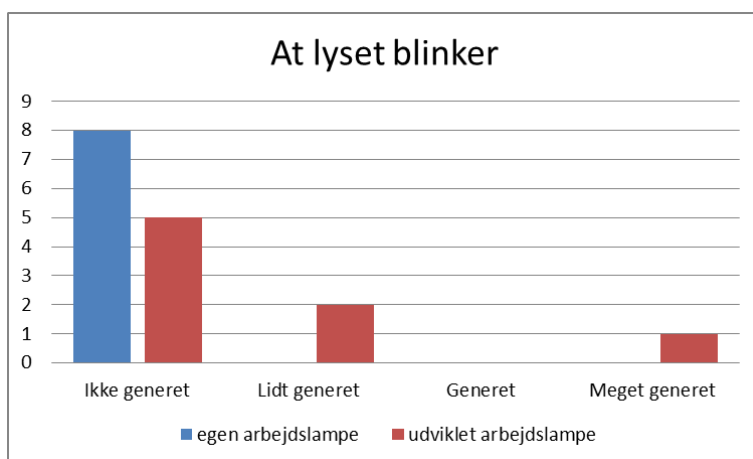
### 1.2.8 Opsummering: Brugervenlighed

Det vurderes at være mere besværligt at betjene den udviklede arbejdslampe end forsøgspersonernes egne arbejdslamper. Grunden til hvorfor de betjener lamperne er den samme ifølge Figur 23. De åbne spørgsmål, om hvorfor forsøgspersonerne bruger lampen, var ikke afklarende for hvorfor det er mere besværligt at betjene den udviklede arbejdslampe. Brugerne vurderer den udviklede lampes design som ikke værende attraktiv og mindre fleksibel end deres egne lamper. Den udviklede arbejdslampe er god til at beholde den position, den bliver sat til at være i, ligesom forsøgspersonernes egen lamper. Overordnet set vurderes den udviklede lampe til at være lige så god som forsøgspersonernes egen arbejdslampe.

### 1.2.9 Gener ved arbejdslampe

For at undersøge om den udviklede arbejdslampe generer brugeren er følgende faktorer vurderet op imod forsøgspersonernes oplevelse af egen arbejdslampe.

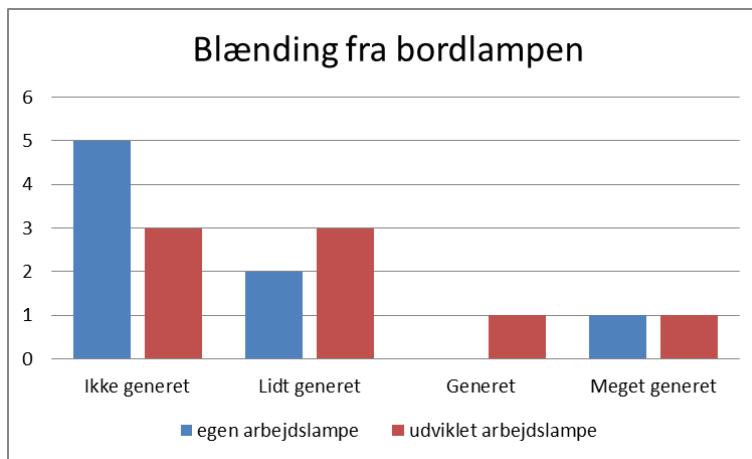
Overordnede spørgsmål som blev stillet er: I hvor høj grad har du følt dig generet af følgende faktorer ved arbejdslampen i løbet af den sidste uge?



**Figur 28 Blinkende lys**

Figur 28 undersøger et kendt problem ved LED produkter som er flimrer eller blink. Forsøgspersonerne blev spurgt om i hvilken grad de blev generet af at lyset blinker i deres arbejdslampe. Ved brug af egen arbejdslampe var der ingen som blev generet af at lyset blinkede, mens den udviklede arbejdslampe forårsagede mindre gener hos to personer og én person blev meget generet af blink fra den udviklede arbejdslampe.





**Figur 29 Blænding fra arbejdslampe**

Forsøgspersoner blev bedt om at vurdere, om de blev generet af blænding fra bordlamperne. Antallet af fem personer som ikke oplevede blænding fra deres egen bordlampe blev reduceret til tre under brug af den udviklede arbejdslampe. Flere oplevede større eller mindre gener pga. blænding fra den udviklede arbejdslampe.

Spørgsmål om lyd fra bordlampen viste, at ingen af forsøgspersonerne var generet af støj fra deres egen eller den udviklede arbejdslampe.

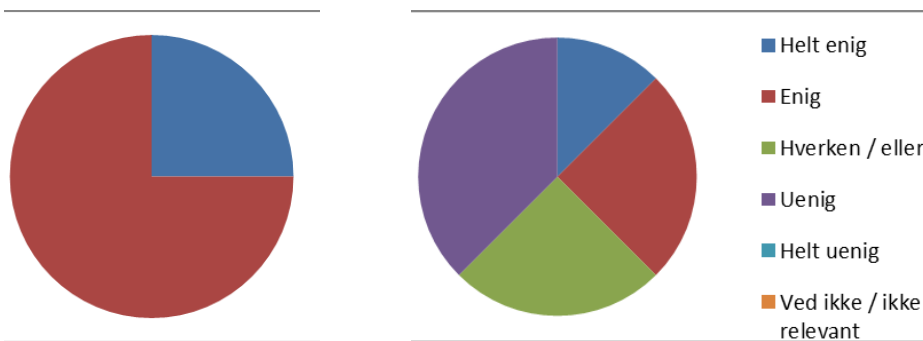
#### 1.2.10 Opsummering: gener ved arbejdslampe

Den udviklede arbejdslampe medførte flere gener end forsøgspersonernes egen arbejdslampe. Den udviklede arbejdslampe medførte, at tre forsøgspersoner var mere eller mindre generet af blink og flere oplevede mere eller mindre gener pga. blænding. Både egen og den udviklede arbejdslampe gav ingen støjgener som ellers kan være et problem for LED produkter.

#### 1.2.11 Det udviklede software

Det, at egen arbejdslampe vurderes som nemmere at betjene, kan muligvis forklares ved, at den udviklede arbejdslampe kræver brug af brugerflade til et software for at kunne betjenes (Bilag 7). Derfor blev der stillet en række spørgsmål omkring den udviklede arbejdslampes software. Det overordnede spørgsmål blev stillet: Hvor enig/uenig er du i følgende udsagn om software til din arbejdslampe?

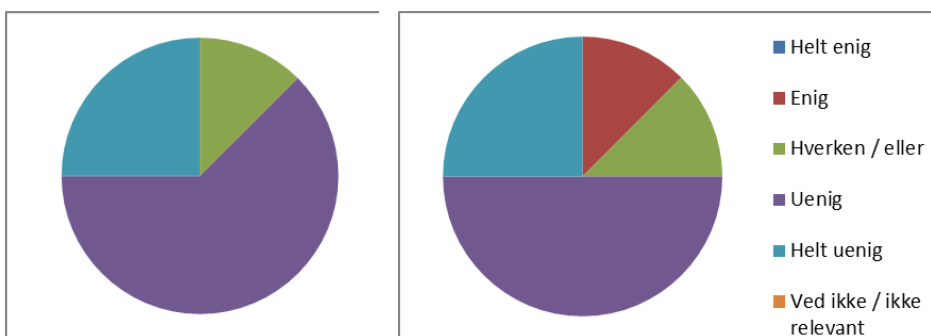
Alle forsøgspersoner syntes at softwaren var nem og overskuelig ifølge Figur 30. To forsøgspersoner var helt enige i udsagnet og resten af forsøgspersonerne var enige i udsagnet. Men når forsøgspersonerne blev bedt om at tage stilling til om de synes, de havde et godt overblik over deres indstillinger viste det sig, at tre var uenige i udsagnet, og to vurderede det som hverken/eller mht. at være enig i udsagnet. Kun tre var mere eller mindre enige i, at de har et godt overblik over deres indstillinger.



**Figur 30 Jeg synes softwaren er nem og overskuelig**

**Figur 31 Jeg har godt overblik over mine indstillinger**

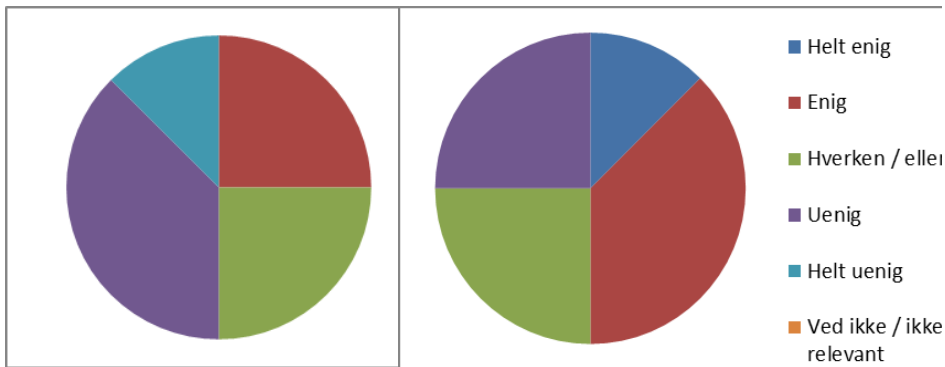
Det, at softwaren starter op hver gang computeren tændes, uanset om lampen er tilknyttet eller ej, har ikke generet forsøgspersonerne ifølge Figur 32. Dette forventes også kun at være et problem for bærbare computere, da man her oplever at programmet starter op, uden at lampen er tilknyttet computeren. Seks af otte forsøgspersoner har svaret, at de benytter den udviklede arbejdslampe, og det samme resultat kan aflæses i deres svar til spørgsmålet, om de kun bruger indstillingerne til at slukke for lampen (Figur 33), hvor seks forsøgspersoner svarede at de er uenige eller helt uenige i udsagnet.



**Figur 32 Jeg synes softwaren er irriterende på min computer**

**Figur 33 Jeg bruger kun indstillingerne til at slukke for lampen**

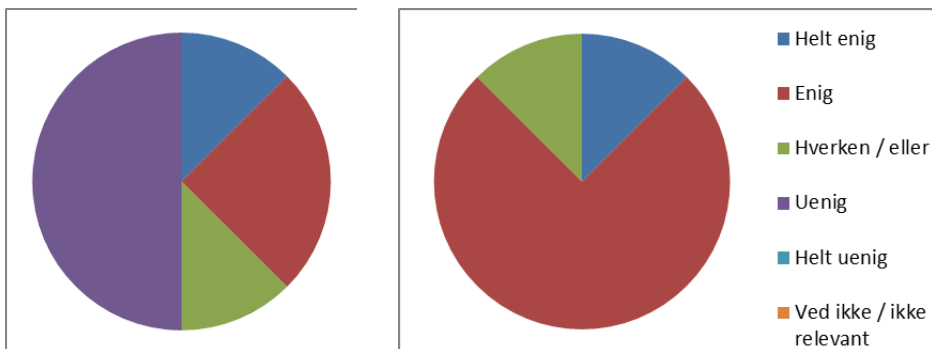
Forsøgspersonerne blev bedt om at tage stilling til deres brug af de forskellige indstillinger. Det første spørgsmål herom går på, om de bruger de forskellige indstillinger meget, og deres svar fremgår af Figur 34. To forsøgspersoner vurderer de bruger de forskellige indstillinger meget, mens halvdelen af forsøgspersonerne er uenige i udsagnet og vurderer derfor, at deres brug af indstillinger er begrænset. Det andet spørgsmål om brug af indstillinger viser, at denne halvdel af forsøgspersoner har fundet en god indstilling som de bruger altid, uanset arbejdsopgaver, Figur 35. To forsøgspersoner er uenige i udsagnet og to er hverken enig eller uenig. Det tredje spørgsmål om brug af indstillinger, Figur 36, viser den samme tendens; at halvdelen af forsøgspersonerne har fundet sig en fast god indstilling, mens tre af forsøgspersonerne viser sig at være enige eller helt enige i udsagnet om, at de er meget opmærksomme på at skifte til de forskellige indstillinger efter arbejdsopgaver (Figur 36). I afsnit 1.2.1 på side 5, fremgår det, at fem forsøgspersoner er enige i udsagnet at de foretrækker forskelligt lys afhængigt af arbejdsopgaver, mens kun tre af dem er meget opmærksomme på at skifte til de forskellige indstillinger.



**Figur 34** Jeg bruger de forskellige indstillinger meget

**Figur 35** Jeg har fundet en god indstilling som jeg bruger altid, uanset arbejdsopgaver

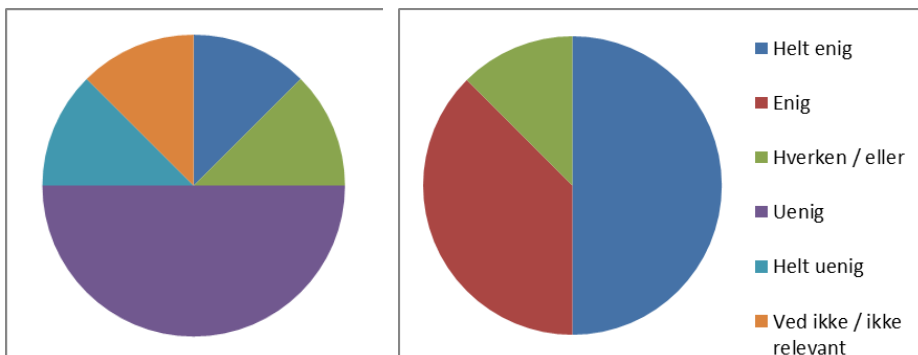
Når forsøgspersonerne bliver stillet spørgsmålet om de synes, det er en fordel med de forskellige indstillinger på arbejdslampen, viser det sig, at de er enige i udsagnet.



**Figur 36** Jeg er meget opmærksom på at skifte til de forskellige indstillinger efter arbejdsopgaver

**Figur 37** Jeg synes det er en fordel med de forskellige indstillinger til min arbejdslampe

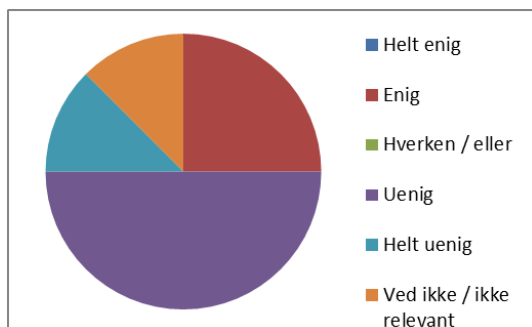
Når forsøgspersonerne bliver bedt om at tage stilling til, om de nu ikke kan gå tilbage til en arbejdslampe som kun har en tænd/sluk knap, er der en enkelt person, som er enig i det udsagn ifølge Figur 38. Figur 39 viser, at det vurderes som værende godt, at lampen tænder når forsøgspersonerne kommer i nærheden af deres arbejdsplads.



**Figur 38** Nu kan jeg ikke gå tilbage til en arbejdslampe som kun har en tænd/sluk knap

**Figur 39** Jeg synes det er godt at lampen tænder når jeg kommer i nærheden af min arbejdsplads

Ved installation af den udviklede arbejdslampe modtog forsøgspersoner brugervejledning (Bilag 7), som forklarer hvordan lampen bruges. Som en stikprøve over brugervenligheden af brugervejledningen stilles der et spørgsmål indtil forsøgspersonernes forståelse af, hvordan lampen burde anvendes. Spørgsmålet viser, at der er to forsøgspersoner, som er klar over, hvornår det er tænkt, at de skal bruge dagslysindstillingen.



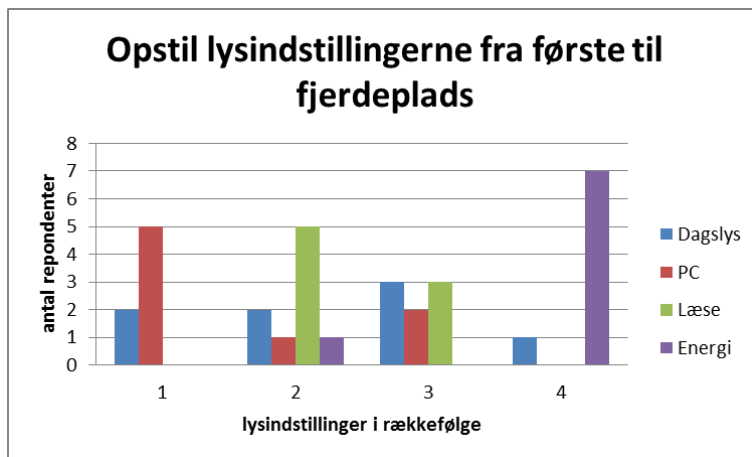
**Figur 40 Jeg ved hvornår det er tænkt at jeg skal bruge dagslys indstillingen**

#### 1.2.12 Opsumming: software

Softwareen vurderes som værende nem og overskuelig, og tre forsøgspersoner mener de har godt overblik over deres indstillinger. Softwaren vurderes ikke at være irriterende og kun en forsøgsperson bruger kun indstillingerne til at slukke for arbejdslampen. For brug af indstillinger svarer halvdelen af forsøgspersonerne, at de har fundet en god indstilling som de bruger altid, uanset arbejdsopgaver, to personer bruger de forskellige indstillinger meget og tre er meget opmærksomme på at skifte til de forskellige indstillinger efter arbejdsopgaver. Forsøgspersonerne er enige om, at det er en fordel med de forskellige indstillinger til deres arbejdslampe, og at det er godt, at lampen tænder når de kommer i nærheden af deres arbejdsplads. En enkel person mener ikke hun kan gå tilbage til en arbejdslampe som kun har en tænd/sluk knap. Der var to forsøgspersoner, som vidste hvornår, det var tænkt, at de skulle bruge dagslysindstillingen.

#### 1.2.13 Lysindstillingernes rækkefølge

Forsøgspersonerne blev bedt om at stille lysindstillingerne i prioriteret rækkefølge fra første til fjerdeplads. Det viser sig, at 'PC lys' blev vurderet som den mest populære indstilling og kom på førstepladsen, 'Læse lys' og 'dagslys' på anden plads og 'energi' kom på tredje og sidste plads. Det at 'PC lys' kommer på første plads kan forklares af forsøgspersonernes arbejdsopgaver, da syv svarede, at de for det meste havde arbejdet med computerarbejde og én som svarede, at hun kun havde arbejdet med computerarbejde. Samlet set får 'Læse lys' og 'PC lys' den samme plads, men hvis man kigger på fordelingen af besvarelserne (Figur 41), ligger 'Læse Lys' enten på anden eller tredje plads, mens 'dagslys'-indstillingen fordeles på alle fire pladser. Energilyset er i syv ud af otte tilfælde prioriteret på sidste pladsen.



**Figur 41 lysindstillingernes prioriteret rækkefølge**

Forsøgspersonerne blev bedt om at begrunde deres valg af rækkefølge for de forskellige indstillinger og efterfølgende svar blev modtaget:

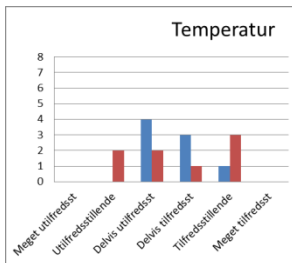
- Jeg synes dagslysendstillingen har det varmeste lys, og energi lyset er alt for koldt. Det skær nærmest i øjnene. Pc og læselyset er et fedt, men jeg skulle vælge en placering til hver
- Jeg bruger næsten udelukkende pc. Jeg føler mig en smule generet af det skarpe lys (energi)
- den er valgt ud fra, at jeg bruger kun lampen til læsning - jeg skulle bruge 2 lamper, hvis den skulle dække ved mine pc skærme.
- Pc lyset er den jeg bruger daglig, læse lyset bruger lidt, de to andre er for skarpe.
- Jeg kan godt lide dagslys, kan have behov for læselys, bruger ikke arbejdslampe til computerarbejde og savner instruktion vedr. energily
- Det er fordi det er sådan jeg har kørt de seneste dage
- Indstiller lyset ift. mine arbejdsopgaver. Derfor er de to først prioriterede relateret til min opgaveløsning

Det at indstillingen for 'PC lys' kommer på første plads pga. arbejdsopgaver forstærkes ved forsøgspersonernes kommentarer.

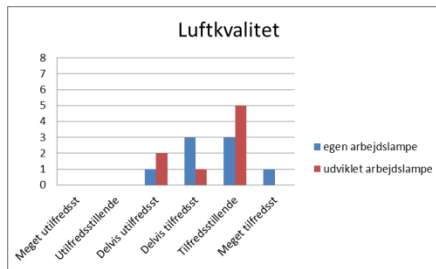
Energily bliver beskrevet som: for koldt, skær nærmest i øjnene, smule generende, for skarp og der efterlyses også en forklaring til brug af indstillingen.

#### 1.2.14 Vurdering af indeklimateforhold

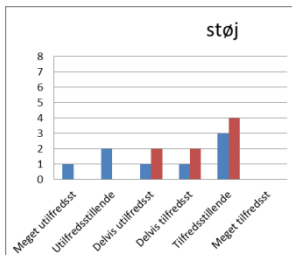
Forsøgspersonerne blev bedt om at vurdere, hvordan de havde oplevet indeklimateforhold i rummet i løbet af ugen på en skala fra meget utilfredsstillende til meget tilfredsstillende. Ifølge Figur 42 oplevedes temperaturen overordnet set lige så tilfredsstillende ved begge vurderinger. Luftkvaliteten vurderedes lidt mere tilfredsstillende ved brug af egen arbejdslampe, men der er ikke en stor forskel, som vises i Figur 43. Figur 44 viser, at forsøgspersonerne vurderede, at der var mere støj i rummet ved brug af egen arbejdslampe, og Figur 45 viser, at der næsten var den samme tilfredshed med dagslysniveauet i rummet, lidt mere tilfredsstillende i perioden ved brug af egen arbejdslampe. Dette kan forklares ved mere solskin i den periode.



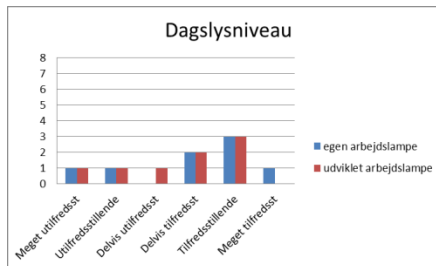
**Figur 42** Hvordan har du oplevet temperaturen i rummet i løbet af ugen?



**Figur 43** Hvordan har du oplevet luftkvaliteten i rummet i løbet af ugen?

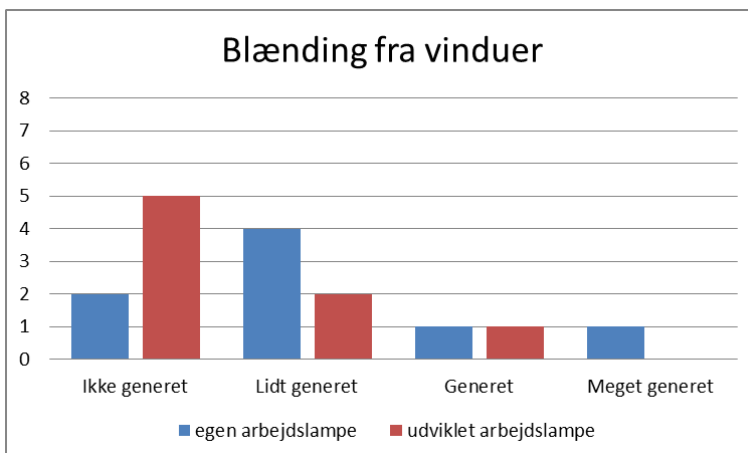


**Figur 44** Hvordan har du oplevet støjniveauet i rummet i løbet af ugen?



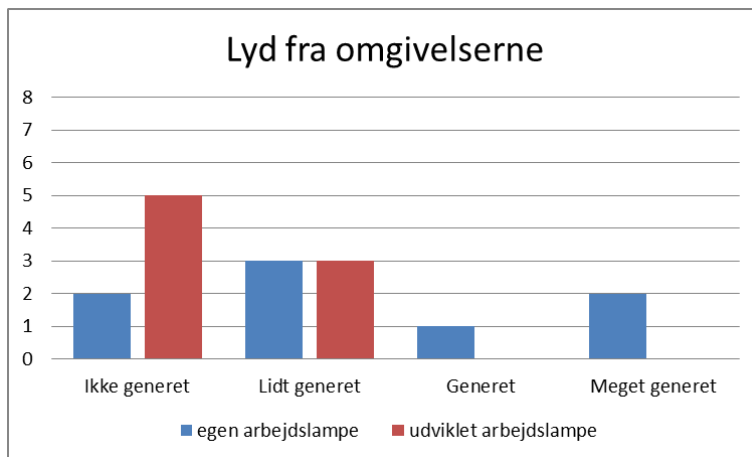
**Figur 45** Hvordan har du oplevet dagslyset i rummet i løbet af ugen?

Flere blev generet pga. blænding fra vinduer i perioden, hvor egen arbejdslampe blev brugt, se Figur 46. Som det også fremgår af forsøgspersonernes kommentar i afsnit 1.2.1 om generende sollys. Forsøgspersonerne vurderer dog, at dagslysniveauet i rummet var mere tilfredsstillende i den periode.



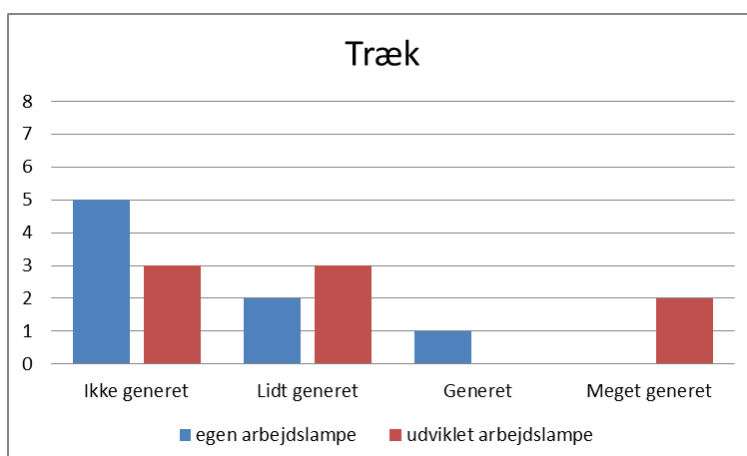
**Figur 46** I hvor høj grad har du følt dig generet af blænding fra vinduer i denne periode?

Figur 47 indikerer, at forsøgspersonerne ikke kun har haft mere solskin i perioden, hvor de brugte deres egen arbejdslampe, men også blevet mere generet af lyd fra omgivelserne. Støjniveauet vurderede forsøgspersonerne som værende mindre tilfredsstillende end i den mere stille periode, hvor de udviklede arbejdslamper blev brugt (Figur 44).



**Figur 47 I hvor høj grad har du følt dig generet af lyd fra omgivelserne i denne periode?**

I perioden hvor de udviklede arbejdslamper blev brugt, oplevede forsøgspersonerne mere træk end i perioden, hvor egne arbejdslamper blev brugt, se Figur 48. På trods af at de blev mere generet af træk, blev de mere tilfredse med temperaturen (Figur 42), mens luftkvaliteten var lidt mindre tilfredsstillende (Figur 43) end i perioden med egen arbejdslampe. Ingen af medarbejderne oplyste, at de var generet af lugt på noget tidspunkt.



**Figur 48 I hvor høj grad har du følt dig generet af træk i denne periode?**

#### 1.2.15 Opsummering: vurdering af indeklimaforhold

Indeklimaforholdene lignede hinanden i de to perioder, hvor spørgeskemaerne blev besvaret. Der mærkes ikke en overordnet forskel i indeklimavurderinger mellem perioderne som derfor vurderes ikke at have indflydelse på forsøgspersonernes oplevelse af lysomgivelserne. For de enkelte indeklima-parametre er der en meget begrænset forskel mellem perioderne.

I den første periode hvor egen arbejdslampe anvendtes blev

- luftkvaliteten vurderet lidt mere tilfredsstillende
- temperaturen vurderet lidt mindre tilfredsstillende
- forsøgspersonerne mindre generet af træk
- lyd fra omgivelserne vurderet mindre tilfredsstillende
- støjniveauet vurderet mindre tilfredsstillende.
- dagslysniveauet vurderet lidt mere tilfredsstillende
- forsøgspersoner mere generet pga. blænding fra vinduer

### 1.3 Konklusion: Brugervurderinger

Det fremhæves at konklusionerne som fremgår af dette bilag ikke er baseret på et omfattende datamateriale og at de resultater som fremgår af bilaget er kun beskrivende for præcis denne version af den udviklede arbejdslampe.

Der kan på baggrund af denne brugervurdering konkluderes, at den udviklede arbejdslampe hverken er bedre eller dårligere end eksisterende arbejdslamper på markedet i dag.

Ved brug af den udviklede arbejdslampe havde forsøgspersonerne fået en mindre positiv holdning for vigtigheden at have muligheden for lysstyring og en mere positiv holdning for automatisk styring af lyset, end før de fik den udviklede arbejdslampe. Forsøgspersonerne blev også mere tilfredse med lysfarven i rummet og på arbejdsområdet samtidigt med at det blev vurderet som koldere end før. Disse ændringer i holdning kan være resultatet af de nyhedsværdier som den udviklede arbejdslampe giver brugerne. De to funktioner som brugerne ikke havde i forvejen i sine egne arbejdslamper: automatisk styring ('Dagslys'indstilling) og justering af korreleret farvetemperatur (i 'Læse lys' og 'PC lys') vurderes mere positivt efter de har haft muligheden for at afprøve funktionerne. Den positive nyhedsværdi som arbejdslampen ser ud til at bidrage til resulterer dog ikke i en overordnet bedre vurdering af arbejdslampen. Det kan muligvis forklares ved de gener, som blænding og blink, som arbejdslampen også har medført i mere grad end forsøgspersonernes egne arbejdslamper. Lampens design vurderes heller ikke som værende attraktivt, lampen vurderes ikke at være lige så fleksibel og mere besværlig at betjene en deres egne lamper.

Forbedringsmuligheder ligger i en forbedret brugervejledning. Det viser sig at der er behov for at forklare de forskellige indstillinger på en enkel og overskuelig måde og brugerne har ikke et godt overblik over indstillingerne. Hvis 'Energily's' ønskes brugt er der stort behov for at forklare hvorfor, da indstillingen har fået sidste prioritering af alle indstillingerne og bliver beskrevet som: for koldt, skær nærmest i øjnene, smule generende, for skarpt og savner instruktion for indstillingen. Selv om indstillingen bliver forklaret tilstrækkeligt, er det ikke sikkert, at brugerne vil benytte indstillingen, på grund af de negative holdninger de har til lyset ved 'Energily's' indstillingen. Andre forbedringsmuligheder er forbedring af gener som blænding og blink og lampens design.

Funktioner som brugerne har sat pris på:

Bevægelsesmelderen vurderes positivt da forsøgspersonerne er enige i udsagnet om, at de synes det er godt, at lampen tænder, når de kommer i nærheden af deres arbejdsplads.

Det vurderes at være en fordel med forskellige indstillinger for forskellige opgaver, men stadigvæk er der kun to til tre personer, som aktivt går ind og bruger justeringsmulighederne, når de skifter arbejdsopgaver.



## 2 Effekt, effektfaktor og energiforbrug

Belysning udgør en stor del af bygningers energiforbrug og er et oplagt sted at reducere bygningers samlede energiforbrug. Formålet med arbejdsbelysningen har i den seneste tid været, at sørge for at medarbejdere kan udføre deres arbejde, imens de oplever visuel komfort. I dag er medarbejdernes sundhed og produktivitet også blevet en vigtig parameter for valg af arbejdsbelysningen. En god arbejdslampe bør derfor mindst bidrage til et godt visuelt arbejdsmiljø og samtidig have en lav effekt. I dag findes LED arbejdslamper på markedet med en effekt på 6 W (fx Luxo Ovelo som tre af forsøgspersonerne fra Lolland kommune anvendte i forvejen). Den udviklede arbejdslampes effekt og effektfaktor blev målt på Aalborg Universitet, Statens Byggeforskningsinstitut i Hørsholm. Måling af energiforbruget blev foretaget hos de medarbejdere i Lolland kommune som vurderede arbejdslampen. Et enkelt eksempel af energiforbrug vises i afsnittet om energiforbrug.

### 2.1 Effekt målinger

Målinger blev udført for både justering af lysintensiteten og justering af den korrelerede farvetemperatur. Begge værdier er meget afhængige af målingsinstrumenternes placering og derfor bruges de målte værdier kun til sammenligning mellem produkterne, for at sikre at lamperne lyser nogenlunde ens ved de samme indstillinger. Ved målinger blev arbejdslamperne isoleret i en kasse for at undgå eksternt lys. Målinger blev foretaget ved henholdsvis justering af lysintensiteten og justering af farvetemperaturen. Justeringerne blev undersøgt enkeltvis. Ved justering af lysintensitet blev lamperne indstillet til minimum, medium og maksimum lys intensitet og målinger blev dokumenteret for hver indstilling. Ved justering af korreleret farvetemperatur blev lamperne ligeledes indstillet til minimum, medium og maksimum korreleret farvetemperatur og målinger dokumenterede for hver indstilling. Følgende målingsdokumentation af de tre forskellige indstillinger præsenteres:

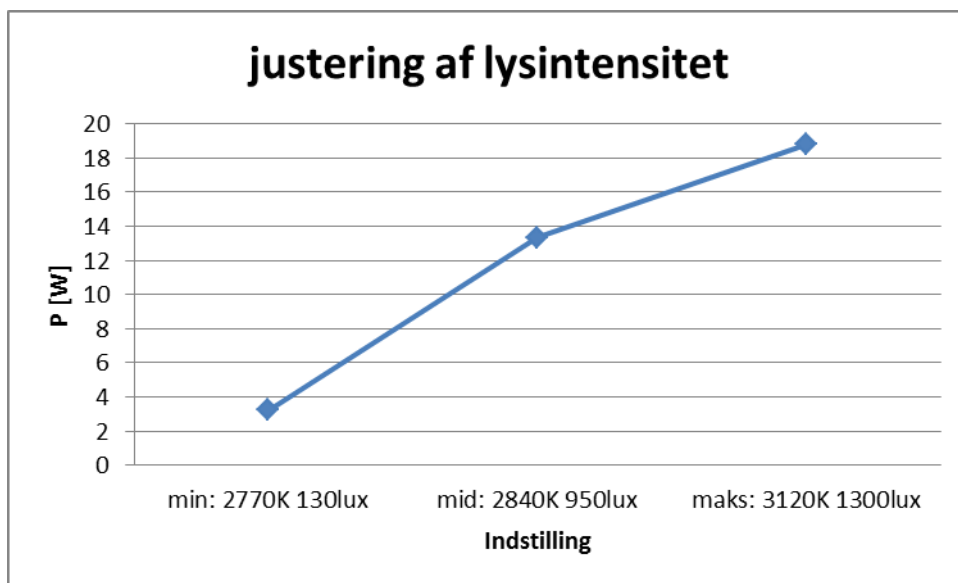
- Belysningsstyrken [lux], som blev målt i et horisontalt plan, 45 cm under midten af lampehovedet
- Farvetemperaturen som blev målt i 10cm's distance fra midten af lampehovedet,
- Lampens effekt [W]
- Effektfaktor

Voltec PM1000+ Power Analyser [1] blev brugt til effekt og effektfaktor målinger. Standby effekt blev målt på fem lamper, effekt og effektfaktor blev målt på otte lamper. Målingerne viste, at effekten og effektfaktoren var højere for et af produkterne (lampe 7) end for de øvrige produkter og derfor blev effektdata fra lampe 7 ekskluderet fra effekt og effektfaktor målingerne. På trods af højere effekt var de lystekniske egenskaber de samme for lampe 7 og de øvrige lamper.

Gennemsnitseffekten for den udviklede lampes standby effekt, eller effekt målt ved slukket tilstand er  $P = 1,5 \text{ W}$  med standardafvigelsen  $P = 0,1 \text{ W}$ . Ecodesign direktivet stiller krav til nye apparaters elforbrug på standby og slukket tilstand. Fra 7. januar 2013 må effekten for slukket tilstand og standby maks være  $0,5 \text{ W}$  [2]. Den udviklede arbejdslampe overstiger kravet med  $1 \text{ W}$ .

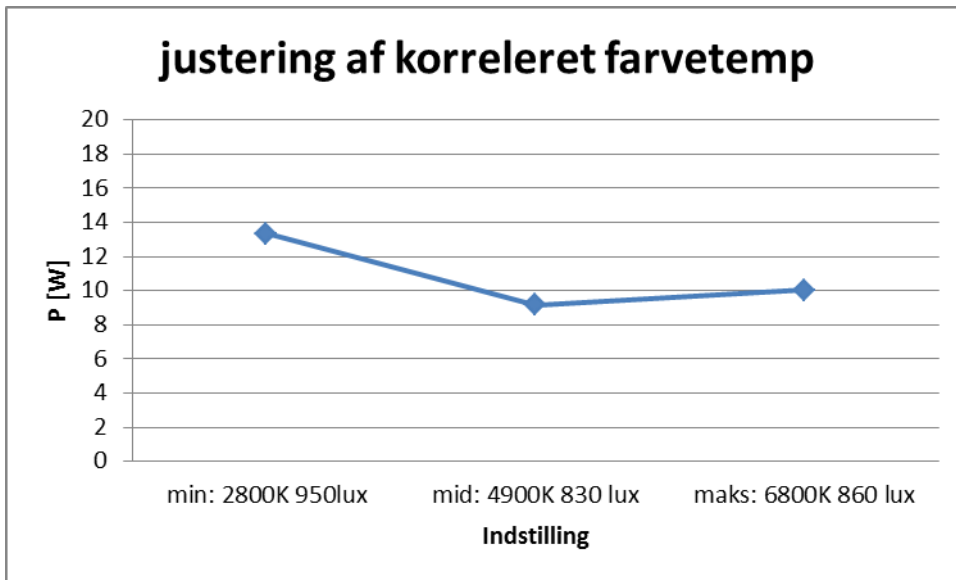
Ved justering af lysintensitet indstilles lampen på minimum korreleret farvetemperatur, som forventes at være konstant for alle lysintensitetsindstillinger. Den målte belysningsstyrke varierer fra 130 lux til 1320 lux med en standardafvigelse på 23, 149 og 204 lux for de tre forskellige indstillinger. Det viser sig, at der er en forskel på 350 K når lampen er indstillet til minimum korreleret farvetemperatur og lysintensiteten justeres.

Figur 49 viser, hvordan effekten ændrer sig ved de forskellige lysintensitetsindstillinger. Effekten går fra 3,2 W, STD = 0,2 W ved minimum lysintensitet til 13,4 W, STD = 0,3 W ved midterste indstilling og op til 18,8 W, STD = 0,3 W ved maksimum lysintensitet. Spredningen i effektdataet er minimal for de syv forskellige lampeenheder ved justering af intensitet.



**Figur 49 Effekt målt ved justering af lysintensitet ved tre indstillinger**

Ved justering af korreleret farvetemperatur indstilles lampen til den midterste lysintensitet indstilling, som her forventes at være konstant for alle korrelerede farvetemperatur indstillinger. Det viser sig, at den største forskel er på 120 lux når lampen er indstillet til medium lysintensitet og den korrelerede farvetemperatur justeres. Den målte korrelerede farvetemperatur varierer fra 2800 K til 6800 K for de tre forskellige indstillinger. Standardafvigelsen i målingerne for korreleret farvetemperaturer er 40 K for indstilling minimum, 29 K for indstilling medium og 130 K for den højeste indstilling. Spredning i data mellem lampe enhedernes korrelerede farvetemperatur er derfor minimal. Figur 50 viser, hvordan den målte effekt ændres ved de forskellige korrelerede farvetemperaturindstillinger. Effekten går fra 13,5 W ved minimum korreleret farvetemperatur ned til 9,3 W ved den midterste indstilling og igen op til 10,2 W ved maksimum korreleret farvetemperatur. Standardafvigelsen for effektmålingerne ligger på 0,3 W for den laveste indstilling og 0,2 W for de to højeste indstillinger. Der viser sig ikke at være stor spredning i målt effekt for alle syv forskellige lampeenheder ved justering af korreleret farvetemperatur.

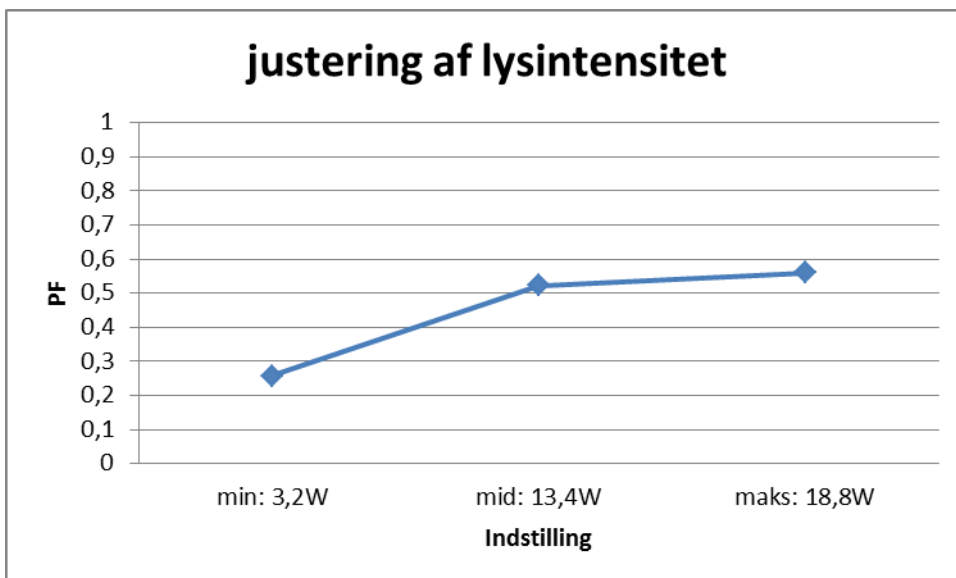


**Figur 50 Effekt målt ved justering af korreleret farvetemperatur ved tre indstillinger**

Effektmålingerne for lampens indstillingsmulighed 'Energily' viser sig at ligge meget højere end hvad ser ud til at være muligt for de andre indstillinger, her ligger effekten på 27W hvor de andre lysindstillinger giver en effekt under 20 W.

## 2.2 Effektfaktor målinger

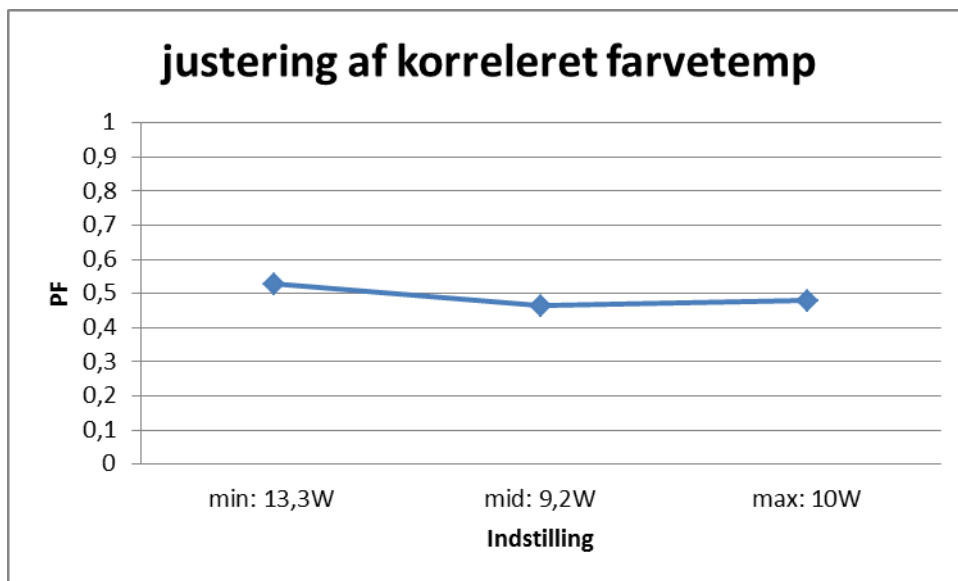
Effektfaktor målingerne foregik på samme måde som effektmålingerne ved brug af tre forskellige indstillinger for justering af henholdsvis lysintensitet og korreleret farvetemperatur. Figur 51 viser, at for lysintensitetsjusteringerne varierer effektfaktoren fra  $PF = 0,26$  ved 3,2 W effekt ( $STD = 0,005$ ) ved den laveste lysintensitets indstilling til  $PF = 0,56$  ved 18,8 W ( $STD = 0,017$ ) ved den højeste lysintensitetsindstilling. Spredning i effektfaktor data er minimal for de syv forskellige lampeenheder ved justering af lysintensitet.



**Figur 51 Effektfaktor målt ved justering af lysintensitet for tre indstillinger**

Effektfaktoren blev også målt ved justering af korreleret farvetemperatur. Figur 52 viser, at PF varierer fra 0,52 ved 13,3 W effekt til 0,48 ved 10 W effekt. Standardafvigelse på 0,008 ved den laveste indstilling og 0,013 for den

midterste og 0,009 for den højeste indstilling. Spredning i effektfaktor data er minimal for de syv lampeenheder ved justering af korreleret farvetemperatur.

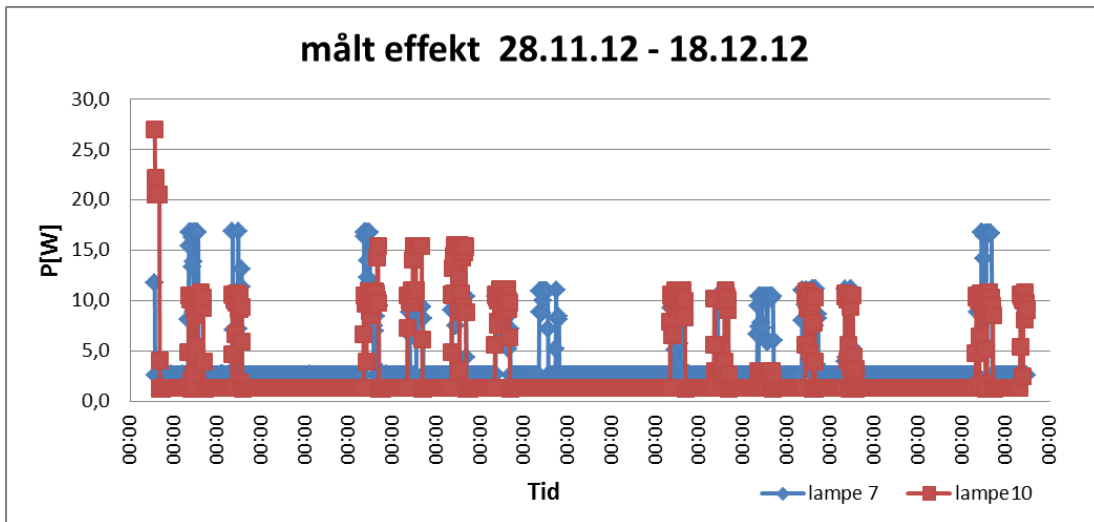


**Figur 52 Effektfaktor målt ved justering af korreleret farvetemperatur for tre indstillinger**

Ecodesign direktivet stiller krav til nye apparaters elforbrug fra 1. september 2013 [3]. Ifølge målinger vil den udviklede arbejdslampe ikke kunne opfylde de kommende krav til effektfaktor. Ifølge kravene skal et LED produkt med effekt mellem 2 W og 5 W have  $PF > 0,4$  og et LED produkt med effekt mellem 5 W og 25 W have en  $PF > 0,5$ .

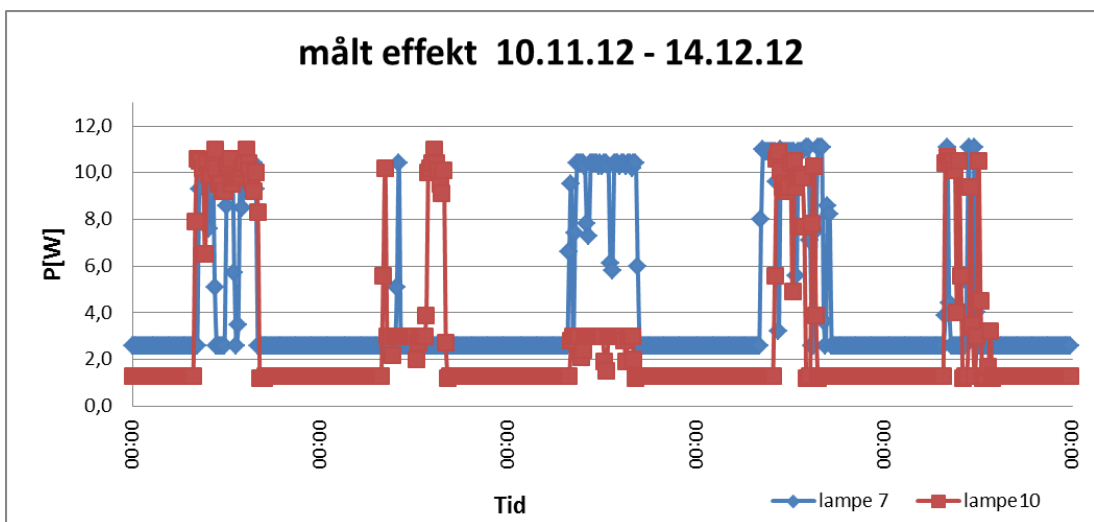
### 2.3 Energiforbrug

Lamperne blev installeret hos medarbejdere i Lolland kommune den 23. november og i perioden mellem 28. november til 18. december blev lampernes effekt registreret ved brug af Sparometer [4]. Desværre var der strømafbrydelse hos en stor del af forsøgspersonerne i forsøgsperioden, som medførte at der kun eksisterer effektmålinger for to af lamperne i felten. Den ene dataserie for lampe 7 som blev udeladt i effekt- og effektfaktor målinger pga. enhedens højere effekt i forhold til de andre lampeenheder. Konsekvensen af den højere effekt for lampe 7 kan tydeligt ses i weekenderne og om natten i Figur 53, hvor standby effekten er højere for lampe 7 (blå) end lampe 10 (rød). Figuren viser alle 21 forsøgsdage, de første tre dage fremtræder som søjler, derefter kommer weekend, herefter fem dages arbejdsuge, weekend, igen fem dages arbejdsuge, weekend og to dages arbejdsuge. De to persons arbejdstider ligner hinanden, de møder ved otte tiden og går hjem ved 16 tiden. Brugeren af lampe 10 ser ud til at have indstillet til energilys indstillingen i starten af målingerne, men det ser ikke ud til at være brugt herefter. Undtaget det ene forsøg med energilys indstillingen i starten af målingerne for lampe 10 viser målingerne at effekten ligger mellem standby effekt 1,5 W og 17 W og ser ud til at variere i dagens forløb.



**Figur 53 Målt effekt i løbet af forsøgsperioden**

I hele den sidste hele uge, hvor forsøgspersonerne har haft mulighed for at bruge lampeenheten vises i Figur 54.



**Figur 54 Målt effekt i den sidste hele uge i forsøgsperioden**

Her kan man tydeligere se, at effekten er forskellig i løbet af dagen og varierer også noget mellem dagene. Disse 2 brugerprofiler stemmer ikke overens med det generelle billede fra brugervurderingerne, hvor halvdelen af forsøgspersonerne indikerede, at de ikke betjente arbejdslampen i forhold til deres opgaver, men fandt en indstilling som de var tilfreds med og beholdt den i løbet af forsøgsperioden. Ved at gennemgå brugervurderingerne viser det sig, at to af de tre brugere som indikerede at de indstiller lyset afhængigt af arbejdsopgaver netop er de to, som har lampe 7 og 10 som vises i Figur 53 og Figur 54.

Til spørgsmålet, hvorfor de betjente deres lampe svarede brugeren af lampe 7: Jeg synes, jeg skulle prøve de forskellige muligheder af, jeg ønsker at finde den bedste løsning. Jeg ved ikke om det er noget jeg evt. vil fortsætte med, eller om det blot er nyhedens interesse - jeg kan ret godt lide teknik :)

Brugeren af lampe 10 placerede indstillingerne i efterfølgende rækkefølge:

1. PC lys, 2. Læse lys, 3. Dagslys og 4. Energily

Begrundelsen var efterfølgende: Indstiller lyset ift. mine arbejdsopgaver.

Derfor er de to først prioriterede relateret til min opgaveløsning

Brugeren af lampe 7 placerede indstillingerne i efterfølgende rækkefølge:

1. Dagslys, 2. PC lys, 3. Læse lys og 4. Energily

Begrundelsen: Jeg synes 'Dagslys' indstillingen har det varmeste lys, og 'Energi lyset' er alt for koldt. Det skær nærmest i øjnene. 'Pc' og 'Læselyset' er et fedt, men jeg skulle vælge en placering til hver

Det viser sig, at de to brugerprofiler for energiforbruget der fremgår af de registrerede målinger, ikke er repræsentative for alle brugerne, men viser to aktive brugers profiler.

I alt er der data for 20 fulde døgn, heraf er der tre weekender som efterlader 12 arbejdsdøgn. Gennemsnitligt energiforbrug per arbejdsdøgn viser sig at være 54Wh for lampe 10 og 71,4Wh for lampe 7. Energiforbruget afhænger af de indstillinger der vælges og den tid indstillingen bevarer. På grund af at lampe 7 har højere effekt end de andre lampeenheder sammenlignes kun lampe 10 med de efterfølgende estimeringer.

For lampe 10's vedkommende er energiforbruget per år 16,6kWh under de forudsætninger at medarbejderne arbejder en gennemsnitligt arbejdsdøgn i 230 dage og holder 135 fridage om året, hvor lampen er slukket og lampen har standby effekt.

For de øvrige brugere kan det forventes, at energiforbruget har en anden profil end hvad Figur 53 og Figur 54 viser. Det forventes at profilet for den passive gennemsnitlige bruger viser en stigning i effekt ved ankomst og effekten holder den position i løbet af dagen, falder muligvis i frokostperioden, ellers falder den først ved arbejdsdagens afslutning.

Et eksempel på estimeret energiforbrug for en gennemsnitlig bruger af den udviklede arbejdslampe som foretrækker den samme indstilling hver dag og som møder klokken 8, bruger en halv time på frokost og går hjem ved 16 tiden vil være 25 kWh per år, baseret på samme antal arbejdsdøgn som før. Forudsætninger for beregningen er, at den gennemsnitlige bruger foretrækker midten af lysintensitetsintervallet og midten af korreleret farvetemperatur intervallet: CCT = 4900 K og E = 830 lux som tidligere forskning har vist er tendensen, når brugere får lov til at vælge både lysintensitet [5] og korreleret farvetemperatur [6] i et givent interval. Indstillingen bruger 9,2 W som vist i Figur 50. Det viser sig, at den estimerede passive gennemsnitsbruger har et højere energiforbrug end den aktive bruger af lampe 10. Dette skyldes, at forudsætningen ikke inkluderer mødeaktiviteter eller pauser væk fra arbejdspladsen, andre en frokost.

Samme arbejdstidsforudsætning er taget for en gennemsnitlig medarbejder med én af de justerbare LED lamper (LUXO Ovelo) som indebærer forsøgspersonernes egne arbejdslamper med maksimum effekt på 6 W og intensiteten kan justeres. Her antages der også at produktet lever op til standby effektens kravet i Ecodesign direktivet på 0,5 W. Den gennemsnitlige medarbejder som også indstiller til midten af lysintensitetsintervallet har et energiforbrug på 13,3 kWh per år ved brug af LUXO Ovelo. Her antages det, at ligesom i den udviklede arbejdslampes tilfælde at lampen altid tændes når personen er tilstedet. Det er tilfældet i den udviklede arbejdslampe pga. bevægelsessensoren. Brugeren behøver aktivt at gå ind og slukke for lampen hvis han ikke ønsker lampen tændt.

## 2.4 Konklusion: Effekt, effektfaktor og energiforbrug

I tændt tilstand kan lysintensiteten justeres ved en given korreleret farvetemperatur og lampens effekt variere fra 3,2 W til 18,8 W ved den laveste korrelerede farvetemperatur indstilling. Ved den samme korrelerede farvetemperatur indstilling varierer effektfaktoren efter de forskellige lysintensitetsindstillinger og ligger mellem  $PF = 0,26$  og  $PF = 0,56$ .

Farvetemperaturen kan også justeres ved en given lysintensitet og lampens effekt varierer mellem 9,2 W og 13,3 W ved den midterste lysintensitetsindstilling. Ved den samme lysintensitetsindstilling varierer effektfaktoren mellem  $PF = 0,48$  og  $PF = 0,52$ . Den udviklede arbejdslampe vil ikke opfylde effektfaktor krav til nye apparaters elforbrug som træder i kraft 1. september 2013 [3].

Den udviklede lampe har effekten  $P = 27$  W ved indstilling 'Energily' og for høj standby effekt på 1,5 W som bør rettes.

Effekten som den udviklede arbejdslampe kommer op på minder om effekt-værdier for arbejdslamper med kompaktlysstofrør som ligger på markedet i dag. Der findes allerede LED arbejdslamper som Luxo Oval som har effekten 6 W ved maksimal indstilling af lysintensiteten.

Det højere effektforbrug kan muligvis accepteres, hvis arbejdslampen viser sig at medføre velvære hos brugerne. Indtil videre viser brugervurderingerne at den udviklede arbejdslampe vurderes at være lige så god en arbejdslampe som eksisterende produkter på markedet i dag.

Brugerprofilen som vises i afsnit 2.3 på side 30 er ikke repræsentativ for alle otte brugere, men viser aktive brugerprofiler, dvs. brugerne svarer i spørgeskemaerne, at de er opmærksomme på at indstille lyset efter arbejdsopgaver. Halvdelen af forsøgspersonerne svarede at de havde fundet en indstilling som de var tilfredse med og de altid benyttede. Der blev estimeret et årligt energiforbrug for en aktiv bruger baseret på brugen af lampe 10 og sammenlignet med estimeret energiforbrug for den udviklede arbejdslampe med en mere passiv bruger som har fundet sin indstilling og altid benytter den samt en passiv bruger som benytter LUXO Ovelo, som tre af forsøgspersonerne har i forvejen. Det højeste årlige energiforbrug har den passive bruger af den udviklede arbejdslampe (25 kWh) derefter kommer den aktive bruger af den udviklede arbejdslampe (16,6 kWh) og til sidst kommer den passivebruger af LUXO Ovelo (13,3 kWh). I beregningerne er forudsætningen, at lampen altid er tændt, når en person er til stede. Dette skyldes bevægelsessensoren i den udviklede arbejdslampe. Denne virkning medfører dog unødvendigt energiforbrug, da lampen nærmest altid er tændt når der er en person til stede, uanset om der er behov for lyset eller ej. Brugere vurderede, at det var godt at lampen tænder, når de kommer i nærheden af deres arbejdsplads, men i den samlede vurdering af arbejdslamperne vurderes arbejdslampen som værende lige så god som forsøgspersonernes egne arbejdslamper og tilfredsheden med bevægelses sensoren er derfor ikke nok til at få en bedre vurdering af den udviklede lampe i forhold til forsøgspersonernes egne lamper.

### 3 referencer

- [1] <http://www.voltech.com/products/poweranalyzers/poweranalyzers.aspx>
- [2] Nye krav til apparaters elforbrug på standby eller slukket. Ecodesign. Til producenter og importører af eludstyr november 2009/opdateret maj 2011. <http://www.ens.dk/da-DK/ForbrugOgBesparelser/ApparaterOgProdukterTest/Documents/Vejledning-om-ecodesignkrav-til-standby-og-slukket.pdf>
- [3] Commission Regulation (EU) No 1194/2012 of 12 December 2012 implementing Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council with regard to ecodesign requirements for directional lamps, light emitting diode lamps and related equipment  
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:342:0001:0022:EN:PDF>
- [4] <http://www.savingtrust.dk/public-and-commerce/products/energy-saving-equipment/electricity-meters/sparometer-with-data-port>
- [5] Fotios SA, Cheal C. 2010. Stimulus range bias explains the outcome of preferred-illuminance adjustment. *Lighting research and technology*. 42:433-447
- [6] Logadóttir Á, Fotios SA, Christoffersen J, Hansen S, Corell DD, Dam-Hansen C. 2013. Investigating the use of an adjustment task to set preferred colour of ambient illumination. *Colour research and application*. 38: 46-57



## Statusrapport på LIGHTEN lampens evne til feltundersøgelse

EM  
Ásta Logadóttir  
Jakob Markvart

Statusrapporten indeholder dokumentation af en prætest af LIGHTENs lampe for at sikre kvaliteten af brugertest i feltet. Denne rapport omfatter LIGHTEN lampens version modtaget på SBI den 16. februar 2012.

29 Feb 2012  
Reference: 731-125

### Formål

Formålet med prætesten er at afprøve om lampen er i stand til at blive testet i felten af forsøgspersoner. For at SBI vil afprøve lampen i felten skal den være funktionel i forhold til almindelige arbejdslampe brug. Forudsætning for almindelig arbejdslampe brug defineres som:

- Lampen lyser når den er tændt
- Lampen skal ikke medføre gener for brugeren

Gener kan forekomme i forskellig form som f.eks. støj eller blænding.

Denne rapport indeholder de kommentar der er noteret ved én dags afprøvning af arbejdslampen under realistiske kontorarbejdsforhold. Det fremstillede er ikke en detaljeret afprøvning af lampen og dens funktioner og dokumentets indhold skal ikke regnes som værende en detaljeret afprøvning.

### Prætest

I alt er seks arbejdslamper blevet afprøvet af fem forskellige personer. Tre som arbejder med lys og to som arbejder med energi og indeklimate.

Lampens software blev installeret på hver enkeltes computer ved brug af vejledning fra Anders Thorseth, DTU og lampen blev indstillet udefra brugervejledning fra Steen Petersen, LIGHTEN.

Alle brugere er blevet bedt om at give kommentar om deres oplevelse af Lampen. Brugerne var ikke tvunget til at bruge lampen hvis det gik ud over deres arbejdsevne. De længste brug af lampen varede i en hel dag ved konstant brug indenfor en hel arbejdsdag. Det korteste varede i en halv time pga. oplevede gener.

### Resultater

De forskellige slags kommentarer er samlet i Tabel 1. Tabellen viser hvem der afprøvede lampen, hvor længe den er afprøvet, hvilke nr. lampen har fået og hvilke problemer er noteret. De problemer der blev bemærket inden for afprøvningens rammer er uforklarlig blink funktion som blev noteret på forskellige måder ved de forskellige lamper. Blink er en hurtig forøgelse i lumen output i et begrænset tidsinterval som forekommer enten med jævne mellemrum eller ved forskellige handlinger (som brugerbevægelse under selve lampen). Støj gener er en hyletone som bliver stærkere med forøget lumen output. ON/OFF bemærkning er når brugeren har savnet en knap til at kunne slukke for arbejdslampen uden at skulle fjerne den fra stikket. Indstillings kommentar er når brugere har savnet/undret sig over noget som foregår ved de

forskellige indstillinger i softwaren. Tabel 1. viser at alle lamperne giver støjgener og at minimum fire af lamperne giver gener i form af blink. Fire af de fem brugere savner en On/Off knap og har bemærkninger til indstillinger. Det skal noteres at lampe nr. 5 kun blev afprøvet i en halvtime da støj gener forhindrede brugeren i at udføre sit arbejde og måtte derfor slukkes.

**Tabel 1. Tabellen viser hvilke bruger der afprøvede lampen (initialer), hvor længe (afprøvet), hvilket nr. lampen har fået og de forskellige problemer som er blevet noteret af brugerne.**

Initialer	afprøvet	Lampe nr.	Problemer			
			Blink	Støj gener	ON/OFF	Indstillinger
AIV	1/2 dag	1	X	X	X	X
JAM	1/2 dag	2	X	X		X
ASL	1/2 dag	3	X	X	X	X
ASL	1/2 dag	4	X	X	X	X
AMG	1/2 time	5		X	X	
LMH	1 dag	6	X	X	X	X

Tabel 2. til Tabel 5. viser de noter brugerne har registreret ved brug af lampen. Tabel 2. viser kommentar til blink, Tabel 3. viser kommentar til Støj, Tabel 4. viser kommentar til ON/OFF og Tabel 5. viser kommentar til softwarens indstillinger. Hver bruger har i nogle tilfælde flere kommentar til funktionen.

**Tabel 2. registrerede blink kommentar. Tabellen viser lampens nummer og brugerens kommentar.**

Lampe nr.	Blink kommentar
1	Under energilys - lampen blinker, når der sker bevægelse under lampen - når lysniveau er høj og farvetemperatur er kold
3	Når energilys er indstillet til farvetemperatur og lysniveau høj så blinker lampen ekstra meget med jævne mellemrum
3	Lampen blinker ind i mellem i mindre grad (i forhold til energilys indstillingen) dette sker for alle indstillinger
4	Lampen blinker voldsomt
6	Lampen blinker når man starter et program eller lignende på computeren - det er irriterende. Lamper blinker generelt med jævne mellemrum.

**Tabel 3. registrerede støjkommentar. Tabellen viser lampens nummer og brugerens kommentar.**

Lampe nr.	Støj Kommentar
1	Larmer!
2	højfrekvent støj især ved høje lysintensiteter
3	Lampen giver støjgener
3	Lampen indstilles efter lydniveau, computerlys er nemmest at holde ud
4	Lampen giver støjgener
5	Lampen støjer for meget til at jeg kan have den tændt mens jeg arbejder
6	Boksen støjer/hyler meget og så den bedste indstilling er ikke udefra lysets kvalitet, men afhænger af hvor lampen hyletonen er lavest.
6	Besøgene kollega på kontoret kommenterede på støjen.
6	Støjen afholder mig fra at prøve lampen mere end en dag!

**Tabel 4. registrerede ON/OFF kommentar. Tabellen viser lampens nummer og brugerens kommentar.**

Lampe nr.	ON/OFF kommentar
1	Savner en on/off knap på lampen
3	der mangler en on/off knap
4	der mangler en on/off knap
5	Der mangler en on/off knap
6	Jeg pillede ved lyssensoren for at undersøge om der ikke var en on/off knap, som jo ville være nyttig. Det er jo ikke altid man ønsker lys og nogen gange behøver den ikke at tænde bare fordi man går forbi.

**Tabel 5. registrerede kommentar til softwarens indstillinger. Tabellen viser lampens nummer og brugerens kommentar.**

Lampe nr.	Indstillings kommentar
1	Når jeg går fra 'profil' til hovedmenu, resætter lampen til en belysningsprofil som er??
2	Programmet gemmer ikke de personlige indstillinger der bliver foretaget. Dvs. når man går tilbage til hovedmenuen så går alle indstillinger tilbage til 'Default'. Indstillingerne gemmes midlertidigt, hvis man kun skifter mellem læselys, pc-lys, Energily, mit lys, men har man været i hovedmenuen slettes indstillingerne man har foretaget. Derfor skal ens præferencer indstilles hver dag, hvilket er u hensigtsmæssigt
3	Jeg mangler overblik over hvilke indstilling er aktuel
3	Nogle gange forsvinder "mit lys" fra indstillingslisten
4	Jeg mangler overblik over hvilke indstilling er aktuel
6	Programmet ligner ikke de screen dumps jeg har fået udleveret. Der mangler bl.a. gem knap, og det er meget uklart hvad jeg kan ændre. Jeg savner også mulighed for at resætte mine indstillinger til default.

Yderligere kommentar som ikke er gennemgående hos alle:

- Placering af lyssensoren er ikke optimal – kan den ikke indbygges i lampen? Jeg pillede ved den for at undersøge om der ikke var en on/off knap.
- Min kontorfælle blev blændet af lampen, men dette kunne dog justeres så det ikke generede.
- Jeg synes ikke lampen er fleksibel nok. Foden er meget stor og klodset og tager meget plads på skrivebordet og dertil kommer boksen. Jeg synes lampen var svær at justere alene da den er ret tung.
- Lampen giver rigeligt med lys og lysfordelingen er god.
- Lampen er fin når styringen er frakoblet.



### Konklusion

Kommentar til lampen og dens funktioner gør samlet set, at SBI ikke vil bruge den eksisterende version af lampen i en feltundersøgelse. De væsentligste årsager er de gener som støj og blink medfører.

Under de forudsætninger at blink og støj elimineres kan lampen afprøves i felten med følgende forbehold:

- Indstillings-kommentarerne er problematiske i forhold til LIGHTENS ønsker om at få afprøvet 'årvågen eller uopmærksomhed', 'energiniveau' samt 'præstation/ydeevne'. Hvis spørgsmål om disse aspekter skal stilles i spørgeskemaet skal lampen kunne styres på en nem og overskuelig måde af brugeren.
- Hvis ikke softwaren færdigudvikles til den grad hvor den er nem og overskuelig for brugeren vil feltundersøgelsen kun indeholde spørgsmål om brugervenligheden af lampen samt oplevet lyskvalitet.



## Kære medarbejder hos Lolland kommune

I 2011 blev et projekt støttet af EUDP-midler, for at udvikle en ny arbejdslampe. Lolland kommune medvirker i projektet ved at stille medarbejdere til rådighed for at afprøve arbejdslampen, som er blevet udviklet i projektets forløb og SBI Aalborg Universitet medvirker for at teste selve lampen.

Vi har derfor været i kontakt med din ledelse og fået lov til at bede dig og syv andre af dine kollegaer om at afprøve den udviklede arbejdslampe. Vi håber du tager vel imod vores forespørgsel om at bruge dig som testperson.

Vi har behov for forsøgspersoner som har normalt farvesyn, det kan du undersøge om du har på:

<http://colorvisiontesting.com/ishihara.htm>

### Hvad betyder det for dig at medvirke i forsøget?

I starten af uge 45 får du tilsendt to mails med link til spørgeskemaer som du skal svare på.

1. Det første er meget kort og omhandler generelle spørgsmål som køn, alder, brug af briller osv. (tager ca. 5 minutter at besvare)
2. Det andet spørgeskema indeholder spørgsmål om din nuværende belysningsforhold samt andre indeklimaparametre (tager ca. 15 minutter at besvare)

I slutningen af uge 46 bliver den udviklede arbejdslampe installeret på din arbejdsplads. Installationen medfører en fysisk arbejdslampe samt installering af software på din arbejdscomputer. Her modtager du også en brugervejledning til den nyudviklede arbejdslampe.

I løbet af uge 50 modtager du det sidste spørgeskema som indeholder spørgsmål om dine belysningsforhold med den nyudviklede arbejdslampe samt andre indeklimaparametre (tager ca. 20 minutter at besvare)

Imens forsøget forløber forventer vi ellers, at du udfører dit arbejde, som du plejer.

Hvis du har nogle spørgsmål om vores forsøg  
Kontakt os endelig på mail, eller ring:

Ásta Logadóttir  
[asl@sbi.aau.dk](mailto:asl@sbi.aau.dk)  
mobil: 30546056

Anne Iversen  
[aiv@sbi.aau.dk](mailto:aiv@sbi.aau.dk)  
tlf. 20646857

Jakob Markvart  
[jam@sbi.aau.dk](mailto:jam@sbi.aau.dk)  
mobil: 24976033

Projektetgruppen består af:  
Lighten A/S, DTU Fotonik, SBI AAU og Lolland kommune

Dr. Neergaards Vej 15  
DK-2970 Hørsholm  
T +45 4586 5533  
F +45 4586 7535  
E [asl@sbi.aau.dk](mailto:asl@sbi.aau.dk)  
W [www.sbi.dk](http://www.sbi.dk)

CVR 29 10 23 84



## Spørgeskema for arbejdslys (SP1)

Du modtager dette spørgeskema, fordi du har accepteret at deltage i et forsøg om arbejdslys. Dette spørgeskema er det første og ene af slagsen, hvor du bliver bedt om at oplyse generelle oplysninger om dig selv. De resterende to spørgeskemaer kommer til at være mere specifikke i forhold til dit arbejdslys. Mange tak for dit bidrag til projektet!

### Instruktion

Du skal ikke bruge for lang tid på spørgsmålene men give det svar, som først falder dig ind. Du bedes markere dit svar med tryk på museknappen. På hver side i spørgeskemaet kan du se, hvor mange sider der er tilbage, og det er altid muligt at gå tilbage og ændre dit svar. Det tager maks. fem minutter at udfylde alle sider i det første spørgeskema. Hvis du ønsker at spørge om noget, mens du udfylder skemaet, kontakt venligst:

Ásta Logadóttir

Statens Byggeforskningsinstitut,

Aalborg Universitet

Dr. Neergaards Vej 15

2970 Hørsholm

Tlf. 9940 2275

E-mail: [asl@sbi.dk](mailto:asl@sbi.dk)

Mobil: 3054 6056

### Køn

(1)  Kvinde

(2)  Mand

### Alder

—

### Er du følsom over for stærkt lys?

- (1)  Ja
- (2)  Nej
- (3)  Ved ikke

### Hvad er din stillingsbetegnelse?

- (1)  Ledende funktion
- (2)  Administrativ funktion
- (3)  Sekretær funktion
- (4)  Akademisk funktion
- (7)  Projekt medarbejder
- (5)  Studerende
- (6)  Andet

### Bruger du kontaktlinser eller briller i dit daglige arbejde?

- (1)  Ja, briller
- (2)  Ja, kontaktlinser
- (3)  Nej, men jeg burde gøre det
- (4)  Nej, det har jeg ikke behov for

### Har du normalt farvesyn?

- (1)  Ja
- (2)  nej

### Hvilken slags farveblindhed har du?

Tast venligst dit svar ind, her nedenfor





Hvis du skal beskrive dig selv som morgenmenneske eller aftenmenneske, hvad er du så?

- (1)  Helt sikkert morgenmenneske
- (2)  Mere morgenmenneske end aftenmenneske
- (3)  Mere aftenmenneske end morgenmenneske
- (4)  Helt sikkert aftenmenneske

Du har nu svaret alle vores spørgsmål og må gerne trykke på krydset for at afslutte.

**Tusind tak for hjælpen!**



## Spørgeskema for arbejdslys (SP2)

Kære forsøgsdeltager

Nu er det tid til at vurdere belysning og andre indeklimate parametre i dit kontormiljø. Du bedes venligst besvare de stillede spørgsmål ud fra dine egne vurderinger og ikke lade dig influere af andres holdninger. Svarene vil blive behandlet fortroligt.

Spørgsmålene i dette skema er opdelt i fire afsnit

Afsnit 1 omhandler lyset i hele rummet

Afsnit 2 omhandler lyset på dit arbejdsområde (skrivebord eller computerskærm)

Afsnit 3 omhandler arbejdslampens brugervenlighed

Afsnit 4 omhandler andre indeklimate parametre

**Mange tak for dit bidrag til projektet!**

### Instruktion

Du skal ikke bruge for lang tid på spørgsmålene men give det svar, som først falder dig ind. Det tager ca. 15 minutter til at udfylde alle sider i spørgeskemaet. Du bedes markere dit svar med tryk på museknappen. Husk at det er altid muligt at gå tilbage og ændre dit svar.

Hvis du ønsker at spørge om noget, mens du udfylder skemaet, kontakt venligst:

Ásta Logadóttir

Statens Byggeforskningsinstitut,

Aalborg Universitet

Dr. Neergaards Vej 15

2970 Hørsholm

Tlf. 9940 2275

E-mail: [asl@sbi.dk](mailto:asl@sbi.dk)

Mobil: 3054 6056

## Afsnit 1: Lyset i hele rummet

I de efterfølgende spørgsmål må du gerne vurdere belysningen i hele rummet.

Du bedes betragte en hel arbejdsuge når du svarer på de efterfølgende spørgsmål.

Her bedes du bedømme, om du synes, der har været tilstrækkeligt med lys i rummet.

### Hvordan vil du beskrive belysningsniveauet i rummet?

- (1)  For lavt
- (2)  Lidt for lavt
- (3)  Tilpas
- (4)  Lidt for højt
- (5)  For højt

### Hvordan har du oplevet belysningsniveauet i rummet?

- (1)  Meget utilfredsstillende
- (2)  Utilfredsstillende
- (3)  Delvis utilfredsstillende
- (4)  Delvis tilfredsstillende
- (5)  Tilfredsstillende
- (6)  Meget tilfredsstillende



### Afsnit 1: Lyset i hele rummet

I de efterfølgende spørgsmål må du gerne vurdere belysningen i hele rummet.

Du bedes betragte en hel arbejdsuge når du svarer på de efterfølgende spørgsmål.

Her bedes du bedømme, hvad du synes om lysfarven i rummet

#### Hvordan vil du beskrive lysfarven i rummet?

##### Varmt lys er gult/orange og koldt lys er blåligt

- (1)  For varmt
- (2)  Lidt for varmt
- (3)  Tilpas
- (4)  Lidt for koldt
- (5)  For koldt

#### Hvordan har du oplevet lysfarven i rummet?

- (1)  Meget utilfredsstillende
- (2)  Utilfredsstillende
- (3)  Delvis utilfredsstillende
- (4)  Delvis tilfredsstillende
- (5)  Tilfredsstillende
- (6)  Meget tilfredsstillende

## Afsnit 2. Lyset på dit arbejdsområde (skrivebord eller computerskærm)

I de efterfølgende spørgsmål må du gerne vurdere belysningen på dit arbejdsområde.

Du bedes betragte en hel arbejdsuge når du svarer på de efterfølgende spørgsmål.

Her bedes du bedømme, om du synes, der har været tilstrækkeligt med lys på arbejdsområdet.

### Hvordan vil du beskrive belysningsniveauet på arbejdsområdet?

- (1)  For lavt
- (2)  Lidt for lavt
- (3)  Tilpas
- (4)  Lidt for højt
- (5)  For højt

### Hvordan har du oplevet belysningsniveauet på arbejdsområdet?

- (1)  Meget utilfredsstillende
- (2)  Utilfredsstillende
- (3)  Delvist utilfredsstillende
- (4)  Delvist tilfredsstillende
- (5)  Tilfredsstillende
- (6)  Meget tilfredsstillende



**Afsnit 2. Lyset på dit arbejdsområde** (skrivebord eller computerskærm)

I de efterfølgende spørgsmål må du gerne vurdere belysningen på dit arbejdsområde.

Du bedes betragte en hel arbejdsuge når du svarer på de efterfølgende spørgsmål.

Her bedes du bedømme, hvad du synes om lysfarven på dit arbejdsområde

**Hvordan vil du beskrive lysfarven på arbejdsområdet?**

**Varmt lys er gult/orange og koldt lys er blåligt**

- (1)  For varmt
- (2)  Lidt for varmt
- (3)  Tilpas
- (4)  Lidt for koldt
- (5)  For koldt

**Hvordan har du oplevet lysfarven på arbejdsområdet?**

- (1)  Meget utilfredsstillende
- (2)  Utilfredsstillende
- (3)  Delvist utilfredsstillende
- (4)  Delvist tilfredsstillende
- (5)  Tilfredsstillende
- (6)  Meget tilfredsstillende

**Hvilket af følgende arbejdsopgaver beskriver bedst det du har udført i løbet af sidste uge?**

- (1)  Kun computerarbejde
- (2)  Kun læsning (af papir)
- (3)  Kun skrivning (på papir)
- (4)  For det meste computerarbejde
- (5)  For det meste læsning (af papir)
- (6)  For det meste skrivning (på papir)

I hvor høj grad er du enig i følgende udsagn om arbejdsbelysningen?

	Meget uenig	Uenig	Delvis uenig	Enig	Meget enig
Belysningen egner sig godt til mine arbejdsopgaver	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
Belysningen er en normal arbejdsbelysning	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
Jeg foretrækker at kunne justere lyset som det passer mig	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
Jeg synes det er vigtigere at kunne justere på lysniveauet end lysfarven	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
Jeg synes det er vigtigere at kunne justere på lysfarven end lysniveauet	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
Jeg har ikke lyst til at kunne justere lyset, det skal bare være der	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
Jeg har problemer nok i forvejen, gider ikke tage stilling til lyset også	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
Jeg foretrækker automatisk styring af lyset	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>



Meget uenig      Uenig      Delvis uenig      Enig      Meget enig

Jeg kan bedst lide lyset i

rummet når arbejdslampen er slukket

(1)       (2)       (3)       (4)       (5)

Jeg synes det er meget vigtigt

at have mulighed for at justere lyset

(1)       (2)       (3)       (4)       (5)

I hvor høj grad har du følt dig generet af følgende faktorer ved arbejdslampen i løbet af den sidste uge?

Ikke generet      Lidt generet      Generet      Meget generet

At lyset blinker      (1)       (2)       (3)       (4)

Blænding fra bordlampen      (1)       (2)       (3)       (4)

Lyd fra bordlampen      (1)       (2)       (3)       (4)

Er du enig i følgende udsagn:

Jeg foretrækker forskelligt lys afhængigt af arbejdsopgaver

(1)  Ja

(2)  Nej

Forklar venligst dine forskellige præferencer efter arbejdsopgaver

---



---



---



---



---



---



### Afsnit 3. Brugervenlighed

De efterfølgende spørgsmål vedrører brugervenligheden af din nuværende arbejdslampe.

Du bedes svare generelt på spørgsmålene (ikke her og nu betragtning).

#### Hvor nemt er det at betjene din arbejdslampe?

- (5)  Meget nemt
- (4)  nemt
- (3)  Hverken nemt eller besværligt
- (2)  Besværligt
- (1)  Meget besværligt

#### Betjener du arbejdslampen?

- (1)  Ja
- (2)  Nej
- (3)  Ved ikke

#### Hvorfor betjener du din arbejdslampe?

- (1)  Fordi det er sjovt
- (2)  Fordi jeg er træt
- (3)  Fordi lyset skal tilpasses mine arbejdsopgaver
- (4)  Jeg har brug for ændring
- (5)  Det er en vane
- (7)  Fordi jeg har brug for mere/mindre lys
- (6)  Der er en anden forklaring

#### Hvem er forklaringen på at du betjener din arbejdslampe?



Hvor enig/uenig er du i følgende udsagn om din arbejdslampe?

	Helt enig	Enig	Hverken / eller	Uenig	Helt uenig	Ved ikke / ikke relevant
Jeg synes arbejdslampens design er attraktiv	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>	(6) <input type="checkbox"/>
Arbejdslampens fysiske udformning er fleksibel	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>	(6) <input type="checkbox"/>
Arbejdslampen beholder den position jeg vælger den skal være i	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>	(6) <input type="checkbox"/>
Jeg oplever lydgener fra min arbejdslampe	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>	(6) <input type="checkbox"/>
Min arbejdslampe er en god arbejdslampe	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>	(6) <input type="checkbox"/>

## Afsnit 4 Indeklimaforhold

De efterfølgende spørgsmål er generelle spørgsmål om dit indeklima i løbet af ugen

Hvordan har du oplevet følgende indeklimaforhold i rummet i løbet af ugen?

	Meget utilfredsstillende	Utilfredsstillende	Delvist utilfredsstillende	Delvist tilfredsstillende	Tilfredsstillende	Meget tilfredsstillende
Temperatur	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	(6) <input type="checkbox"/>
Luftkvalitet	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	(6) <input type="checkbox"/>
Støj	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	(6) <input type="checkbox"/>
Dagslysniveau	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	(6) <input type="checkbox"/>

I hvor høj grad har du følt dig generet af følgende faktorer i denne periode?

	Ikke generet	Lidt generet	Generet	Meget generet
Blænding fra vinduer	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>
Lyd fra omgivelserne	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>
Træk	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>
Lugt	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>

Har du kommentarer til arbejdsbelysningen i løbet af den sidste uge?

---

---

---

---

Du har nu svaret alle vores spørgsmål og må gerne trykke på krydset for at afslutte.

Tusind tak for hjælpen!



## Spørgeskema for arbejdslys (SP3)

Kære forsøgsdeltager

Nu er det tid til svare det sidste spørgeskema fra SBI, AAU hvor du igen bliver bedt om at vurdere belysning og andre indeklimate parametre i dit kontormiljø. Du bedes venligst besvare de stillede spørgsmål ud fra dine egne vurderinger og ikke lade dig influere af andres holdninger. Svarene vil blive behandlet fortroligt.

Spørgsmålene i dette skema er opdelt i fire afsnit

Afsnit 1 omhandler lyset i hele rummet

Afsnit 2 omhandler lyset på dit arbejdsområde (skrivebord eller computerskærm)

Afsnit 3 omhandler arbejdslampens brugervenlighed

Afsnit 4 omhandler andre indeklimate parametre

**Mange tak for dit bidrag til projektet!**

### Instruktion

Du skal ikke bruge for lang tid på spørgsmålene men give det svar, som først falder dig ind. Det tager ca. 20 minutter til at udfylde alle sider i spørgeskemaet. Du bedes markere dit svar med tryk på museknappen. Husk at det er altid muligt at gå tilbage og ændre dit svar.

Hvis du ønsker at spørge om noget, mens du udfylder skemaet, kontakt venligst:

Ásta Logadóttir

Statens Byggeforskningsinstitut,

Aalborg Universitet

E-mail: [asl@sbi.dk](mailto:asl@sbi.dk)

### Afsnit 1: Lyset i hele rummet

I de efterfølgende spørgsmål må du gerne vurdere belysningen i hele rummet.

Du bedes betragte en hel arbejdsuge når du svarer på de efterfølgende spørgsmål.

Her bedes du bedømme, om du synes, der har været tilstrækkeligt med lys i rummet.

#### Hvordan vil du beskrive belysningsniveauet i rummet?

- (1)  For lavt
- (2)  Lidt for lavt
- (3)  Tilpas
- (4)  Lidt for højt
- (5)  For højt

#### Hvordan har du oplevet belysningsniveauet i rummet?

- (1)  Meget utilfredsstillende
- (2)  Utilfredsstillende
- (3)  Delvis utilfredsstillende
- (4)  Delvis tilfredsstillende
- (5)  Tilfredsstillende
- (6)  Meget tilfredsstillende

### Afsnit 1: Lyset i hele rummet

I de efterfølgende spørgsmål må du gerne vurdere belysningen i hele rummet.

Du bedes betragte en hel arbejdsuge når du svarer på de efterfølgende spørgsmål.

Her bedes du bedømme, hvad du synes om lysfarven i rummet

#### Hvordan vil du beskrive lysfarven i rummet?

**Varmt lys er gult/orange og koldt lys er blåligt**

- (1)  For varmt



- (2)  Lidt for varmt
- (3)  Tilpas
- (4)  Lidt for koldt
- (5)  For koldt

**Hvordan har du oplevet lysfarven i rummet?**

- (1)  Meget utilfredsstillende
- (2)  Utilfredsstillende
- (3)  Delvis utilfredsstillende
- (4)  Delvis tilfredsstillende
- (5)  Tilfredsstillende
- (6)  Meget tilfredsstillende

## Afsnit 2. Lyset på dit arbejdsområde (skrivebord eller computerskærm)

I de efterfølgende spørgsmål må du gerne vurdere belysningen på dit arbejdsområde.

Du bedes betragte en hel arbejdsuge når du svarer på de efterfølgende spørgsmål.

Her bedes du bedømme, om du synes, der har været tilstrækkeligt med lys på arbejdsområdet.

### Hvordan vil du beskrive belysningsniveauet på arbejdsområdet?

- (1)  For lavt
- (2)  Lidt for lavt
- (3)  Tilpas
- (4)  Lidt for højt
- (5)  For højt

### Hvordan har du oplevet belysningsniveauet på arbejdsområdet?

- (1)  Meget utilfredsstillende
- (2)  Utilfredsstillende
- (3)  Delvist utilfredsstillende
- (4)  Delvist tilfredsstillende
- (5)  Tilfredsstillende
- (6)  Meget tilfredsstillende



## Afsnit 2. Lyset på dit arbejdsområde (skrivebord eller computerskærm)

I de efterfølgende spørgsmål må du gerne vurdere belysningen på dit arbejdsområde.

Du bedes betragte en hel arbejdsuge når du svarer på de efterfølgende spørgsmål.

Her bedes du bedømme, hvad du synes om lysfarven på dit arbejdsområde

### Hvordan vil du beskrive lysfarven på arbejdsområdet?

Varmt lys er gult/orange og koldt lys er blåligt

- (1)  For varmt
- (2)  Lidt for varmt
- (3)  Tilpas
- (4)  Lidt for koldt
- (5)  For koldt

### Hvordan har du oplevet lysfarven på arbejdsområdet?

- (1)  Meget utilfredsstillende
- (2)  Utilfredsstillende
- (3)  Delvist utilfredsstillende
- (4)  Delvist tilfredsstillende
- (5)  Tilfredsstillende
- (6)  Meget tilfredsstillende

### Hvilket af følgende arbejdsopgaver beskriver bedst det du har udført i løbet af sidste uge?

- (1)  Kun computerarbejde
- (2)  Kun læsning (af papir)
- (3)  Kun skrivning (på papir)
- (4)  For det meste computerarbejde
- (5)  For det meste læsning (af papir)
- (6)  For det meste skrivning (på papir)



I hvor høj grad er du enig i følgende udsagn om arbejdsbelysningen?

	Meget uenig	Uenig	Delvis uenig	Enig	Meget enig
Belysningen egner sig godt til mine arbejdsopgaver	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
Belysningen er en normal arbejdsbelysning	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
Jeg foretrækker at kunne justere lyset som det passer mig	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
Jeg synes det er vigtigere at kunne justere på lysniveauet end lysfarven	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
Jeg synes det er vigtigere at kunne justere på lysfarven end lysniveauet	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
Jeg har ikke lyst til at kunne justere lyset, det skal bare være der	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
Jeg har problemer nok i forvejen, gider ikke tage stilling til lyset også	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
Jeg foretrækker automatisk styring af lyset	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>



Meget uenig      Uenig      Delvis uenig      Enig      Meget enig

Jeg kan bedst lide lyset i

rummet når arbejdslampen er slukket

(1)       (2)       (3)       (4)       (5)

Jeg synes det er meget vigtigt

at have mulighed for at justere lyset

(1)       (2)       (3)       (4)       (5)

Fordelingen af lyset fra

arbejdslampen er for koncentreret under arbejdslampen

(1)       (2)       (3)       (4)       (5)

Arbejdslampen fordeler lyset

så den belyser det den skal

(1)       (2)       (3)       (4)       (5)

I hvor høj grad har du følt dig generet af følgende faktorer ved arbejdslampen i løbet af den sidste uge?

Ikke generet      Lidt generet      Generet      Meget generet

At lyset blinker

(1)       (2)       (3)       (4)

Blænding fra bordlampen

(1)       (2)       (3)       (4)

Lyd fra bordlampen

(1)       (2)       (3)       (4)

**Er du enig i følgende udsagn:**

**Jeg foretrækker forskelligt lys afhængigt af arbejdsopgaver**

(1)  Ja

(2)  Nej

**Forklar venligst dine forskellige præferencer efter arbejdsopgaver**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



### Afsnit 3. Brugervenlighed

De efterfølgende spørgsmål vedrører brugervenligheden af din nuværende arbejdslampe.

Du bedes svare generelt på spørgsmålene (ikke her og nu betragtning).

#### Hvor nemt er det at betjene din arbejdslampe?

- (5)  Meget nemt
- (4)  nemt
- (3)  Hverken nemt eller besværligt
- (2)  Besværligt
- (1)  Meget besværligt

#### Betjener du arbejdslampen?

- (1)  Ja
- (2)  Nej
- (3)  Ved ikke

#### Hvorfor betjener du din arbejdslampe?

- (1)  Fordi det er sjovt
- (2)  Fordi jeg er træt
- (3)  Fordi lyset skal tilpasses mine arbejdsopgaver
- (4)  Jeg har brug for ændring
- (5)  Det er en vane
- (7)  Fordi jeg har brug for mere/mindre lys
- (6)  Der er en anden forklaring

#### Hvem er forklaringen på at du betjener din arbejdslampe?

Hvor enig/uenig er du i følgende udsagn om din arbejdslampe?

	Helt enig	Enig	Hverken / eller	Uenig	Helt uenig	Ved ikke / ikke relevant
Jeg synes arbejdslampens design er attraktiv	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>	(6) <input type="checkbox"/>
Arbejdslampens fysiske udformning er fleksibel	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>	(6) <input type="checkbox"/>
Arbejdslampen beholder den position jeg vælger den skal være i	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>	(6) <input type="checkbox"/>
Jeg oplever lydgener fra min arbejdslampe	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>	(6) <input type="checkbox"/>
Min arbejdslampe er en god arbejdslampe	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>	(6) <input type="checkbox"/>



## Hvor enig/uenig er du i følgende udsagn om software til din arbejdslampe?

	Helt enig	Enig	Hverken / eller	Uenig	Helt uenig	Ved ikke / ikke relevant
Jeg synes softwaren er nem og overskuelig	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>	(6) <input type="checkbox"/>
Jeg har godt overblik over mine indstillinger	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>	(6) <input type="checkbox"/>
Jeg synes softwaren er irriterende på min computer	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>	(6) <input type="checkbox"/>
Jeg bruger de forskellige indstillinger meget	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>	(6) <input type="checkbox"/>
Jeg bruger kun indstillingerne til at slukke for lampen	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>	(6) <input type="checkbox"/>
Jeg synes det er en fordel med de forskellige indstillinger til min arbejdslampe	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>	(6) <input type="checkbox"/>
Nu kan jeg ikke gå tilbage til en arbejdslampe som kun har en tænd/sluk knap	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>	(6) <input type="checkbox"/>
Jeg er meget opmærksom på at skifte til de forskellige indstillinger efter arbejdsopgaver	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>	(6) <input type="checkbox"/>





Hvad er grunden til at du har valgt denne rækkefølge for de forskellige indstillinger?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## Afsnit 4 Indeklimaforhold

De efterfølgende spørgsmål er generelle spørgsmål om dit indeklima i løbet af ugen

Hvordan har du oplevet følgende indeklimaforhold i rummet i løbet af ugen?

	Meget utilfredsstillende	Utilfredsstillende	Delvist utilfredsstillende	Delvist tilfredsstillende	Tilfredsstillende	Meget tilfredsstillende
Temperatur	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	(6) <input type="checkbox"/>
Luftkvalitet	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	(6) <input type="checkbox"/>
Støj	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	(6) <input type="checkbox"/>
Dagslysniveau	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	(6) <input type="checkbox"/>

I hvor høj grad har du følt dig generet af følgende faktorer i denne periode?

	Ikke generet	Lidt generet	Generet	Meget generet
Blænding fra vinduer	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>
Lyd fra omgivelserne	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>
Træk	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>
Lugt	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>



# LIGHTEN- lampen

Lys sikrer, at vi kan se, når vi skal udføre opgaver eller begå os i det daglige. Samtidigt har lys stor betydning vores daglige biologiske rytmer, der styrer vores humør og energiniveau. Lys af høj kvalitet er styrende for vores daglige trivsel og har dermed også stor betydning for vores helbred. Men mennesker er forskellige og har forskellige præferencer og behov, også når det gælder lys.

Derfor har LIGHTEN udviklet en lampe, der både er med til at opfylde dine personlige præferencer for lys samtidigt med, at den giver brugeren adgang til den bedst mulige lys-kvalitet.

LIGHTEN lampen giver personligt lys, fordi den tager afsæt i brugerens unikke profil og præferencer. De personlige indstillinger tager således specifikt hensyn til de opgaver samt de lysforhold, brugeren arbejder med og under.

LIGHTEN lampen er samtidigt mere energieffektiv end andre lamper, fordi den anvender LED-dioder sammen med en avanceret styringsteknologi, der sikrer, at den altid kun forbruger nøjagtig den mængde energi, der er nødvendig for at tilfredsstille brugerens behov. LIGHTEN lampen har indbyggede sensorer, der måler lyset fra omgivelserne, og som gør lampen i stand til at justere lyset og energiforbruget herefter. Sensorerne sørger samtidigt for, at lampen kun er tændt, når brugeren er til stede.

Lampen tilbyder forskellige favoritindstillinger af dit lys, som du kan indstille i styrke og farvetemperatur, helt efter dine personlige præferencer. Herudover har lampen et indbygget ENERGI lys (et kraftigt hvidt og køligt lys), som kan give dig et boost af energi, på tidspunkter af dagen, hvor du føler dig træt og uoplagt. Du kan frit vælge om systemet skal gøre det automatisk eller, om du selv vil styre tidspunkterne.

# Preprogrammering

## **DAGSLYS (generel lys)**

LIGHTEN lampen er programmeret med en standard indstilling (DAGSLYS), der følger dagslysets gængse døgnrytme på den lokation (det land), hvor den anvendes. Det vil sige, at lampen simulerer solens lys (farve og styrke) over døgnet. Den lyser således svagere og med et blødere lys morgen og aften samt med et stærkere og mere blå/hvidt lys midt på dagen.

Dagslys er dynamisk (dvs. skifter over tid - døgn, årstid mv.), og er med til at påvirke menneskets biologiske døgnrytme. Det er vigtigt for menneskers oplevede trivsel og velvære, at de dagligt udsættes for dagslysets dynamiske egenskaber.

## **PC-LYS:**

Du kan indstille dit favoritlys, når du arbejder på din computer. Lampen er på forhånd indstillet med et lys, som er afpasset ud fra generelle erfaringer og viden omkring optimalt lys ved PC arbejde.

## **LÆSELYS:**

Du kan indstille det favoritlys, som passer dig bedst, når du læser. Lampen er på forhånd indstillet med et lys, som er afpasset ud fra generelle erfaringer og viden omkring optimale lysforhold ved læsning, dvs. ca. 500 lumen ved arbejdsbordets overflade.

## **ENERGILYS:**

ENERGILYS er et forprogrammeret lys sammensat af et farve- og styrkeniveau, der fremstår som et kraftigt køligt hvidt lys (mellem 450-480 Nm og >1000 lumen). Forskning viser, at det er lys, med netop den sammensætning, der kan hjælpe til at booste menneskets energi på tider af dagen, hvor de føler sig trætte og uoplagte. Hvis du vælger, at lampen automatisk skal afgive ENERGI LYS, vil det ske om morgenen og midt på dagen (efter frokost). ENERGI LYS er ikke skadeligt (det indeholder ingen farlige UV-stråler), men det anbefales ikke at overdrive. Ved kortere doser (op til 30-40 min.), kan det være en fordel at dreje lampens hoved, så lyset skinner ind i øjnene. Derved øges effekten.

Jo yngre du er, jo mindre ENERGI LYS skal der til, for at opnå en effekt. En 25-årig behøver f.eks. kun 1/3 lys i forhold til 65-årig, for at opnå samme effekt.

# Oprettelse af MIN PROFIL



Under installeringen af softwaren til LIGHTEN lampen, vil du blive bedt om at indtaste oplysninger om "din personlige profil", dvs. navn, alder, køn og kronotype.

Ved kronotype menes, om du er A, B eller C menneske.

A-mennesker står normalt meget tidligt op om morgenen og er her mest aktive. A-mennesker går ofte tidligt i seng.

B-mennesker har det lige omvendt, de er ofte trætte om morgenen og et stykke op af formiddagen, men har lettere ved at holde sig vågne om aftenen.

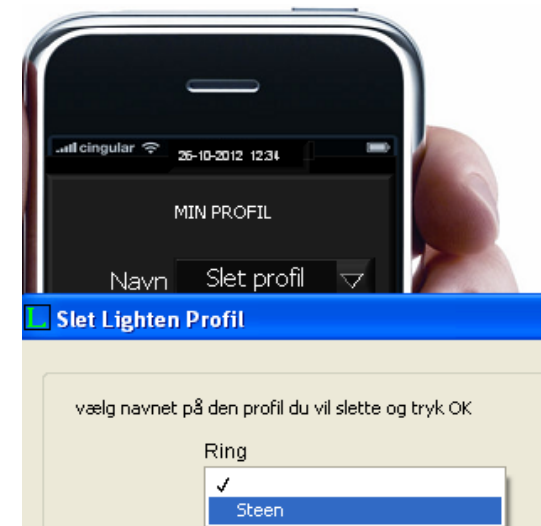
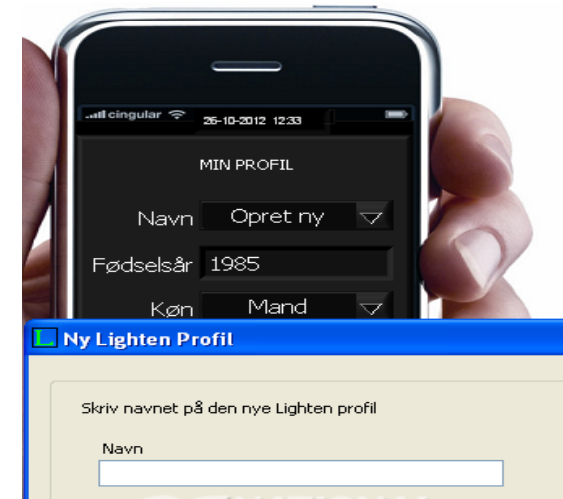
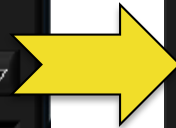
C-mennesker er en mellemting mellem A og B mennesker.

Tryk INDSTIL, PROFIL og indtast dine info og herefter GEM.

Gå retur til hovedmenu ved at trykke på HOME



# Redigering af MIN PROFIL



Ønsker du at redigere en eksisterende profil gøres dette på følgende måde:

Vælg hovedmenu INDSTIL og herefter PROFIL.

Tryk på MIN PROFIL og vælg om du vil slette en eksisterende eller oprette en ny profil.


Vælger du **Opret ny**, skal du indtaste navnet på den nye profil og trykke OK. Indtast herefter data på profilen og tryk GEM.

Vælger du **Slet profil**, marker den profil du ønsker at slette og tryk OK

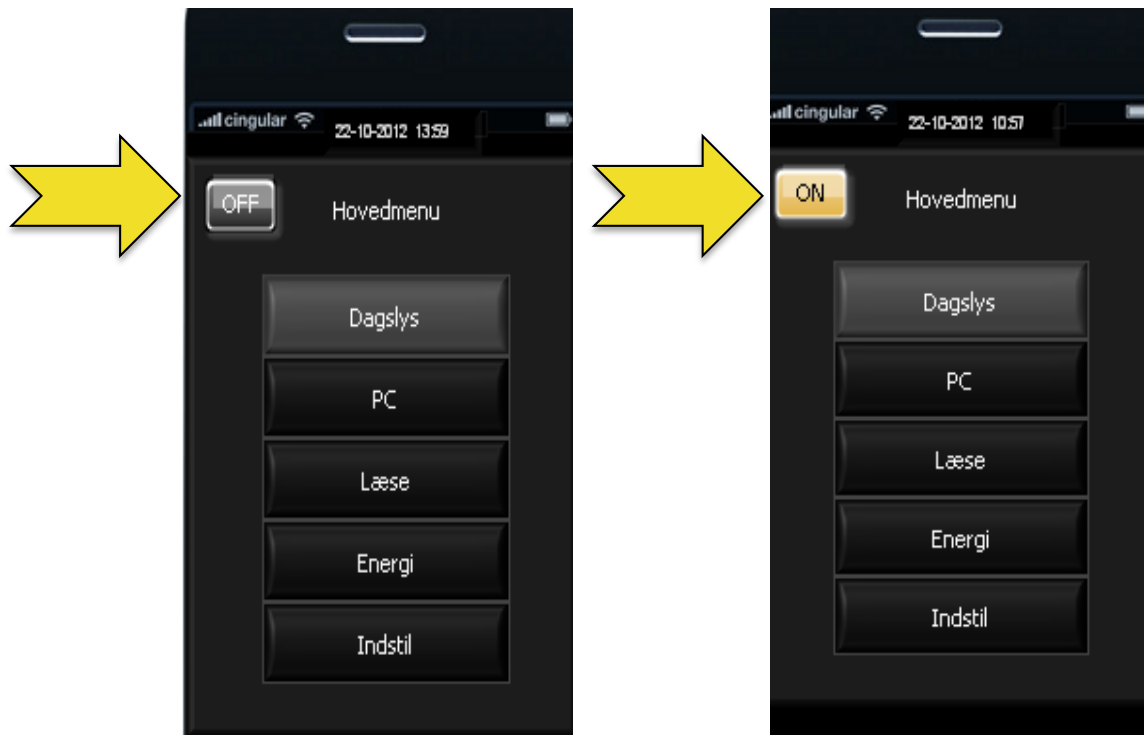
# Indstilling af favoritlys



Ved hjælp af RESET knappen kan du stille dit læse- eller PC lys tilbage til fabriksindstilling.

1. Tryk på "INDSTIL" i hovedmenu.
2. Vælg FAVORIT og vælg herefter enten LÆSE eller PC, og justér derefter lysets styrke og farvetemperatur efter behag. Tryk GEM og gå retur vha. HOME-knappen. 
3. Ved indstilling af dine FAVORITLYS er det en fordel at indstille lyset under realistiske forhold, dvs. tænd din PC og placér lampen, som du foretrækker den ift. skærmen og indstil herefter lyset. Ved læselys placeres dit læsestof på bordet eller holdes i hånden, som du foretrækker det.
4. "DAGSLYS" er dit generelle lys, og som lyser, når du ikke arbejder på din PC eller læser.
5. DAGSLYS følger dagslysets naturlige rytme over dagen og indeholder boost af ENERGILYS på bestemte tidspunkter.
6. ENERGILYS kan tilvælges manuelt. ENERGILYS bør kun vælges i kortere intervaller.

# Tænd/sluk for lampen manuelt



I hovedmenuen finder du en ON/OFF knap til manuelt tænd/sluk af lyset



---

# Intelligent styring af dynamisk LED belysning

af Anders Thorseth, Dennis Corell, Søren S. Hansen, Carsten Dam-Hansen og Paul Michael Petersen, DTU Fotonik.

Januar 2013

Denne slutrapport giver en kort beskrivelse af arbejdet, der er udført af DTU Fotonik i projektet "Intelligent styring af dynamisk LED belysning" støttet af EUDP. Arbejdet er udført i perioden 2011-2012 i samarbejde med Lighten.

## Indhold

Indledning.....	2
LED enhed.....	2
Lampedesign.....	4
Styringselektronik.....	4
Sensorstyring.....	5
Styringsprogram.....	6
Konklusion.....	8

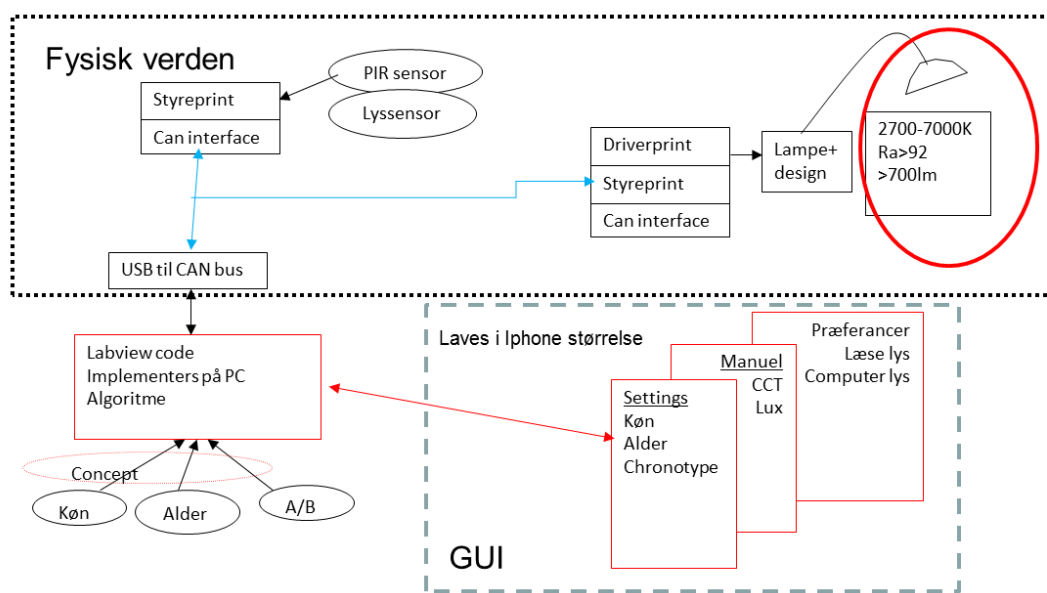
## Indledning

Der er udviklet et intelligent belysningsystem i form af en arbejdslampe, som muliggør dynamisk ændring af lysets farvesammensætning. Det intelligente belysningsystem inkluderer en LED enhed til generation af høj kvalitets dynamisk lys, driver elektronik, sensorer, lampe design og styringsprogram med brugerinterface og lysstyringsalgoritmer. Alle disse dele er udviklet specielt i projektet til dette formål. Systemet er udført i 12 enheder, som i projektet bruges til brugertest af det intelligente belysningsystem.

På Figur 1 er vist et skematisk overblik over den udviklede intelligente lampeenhed. Hoveddelene som er:

- LED enhed
- lampe design
- Styringselektronik, sensorer
- Styringsprogram, brugergrænseflade (GUI) og lysstyrings algoritmer

beskrives kort i de følgende afsnit i rapporten. Rapporten giver ikke en detaljeret beskrivelse af de enkelte delsystemer, men giver et overblik over hvordan systemet er sammensat og fungerer.

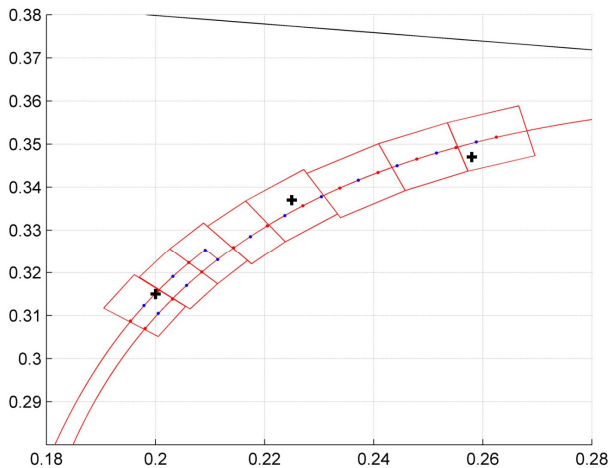


Figur 1 Skematisk overblik over det intelligente belysningsystem.

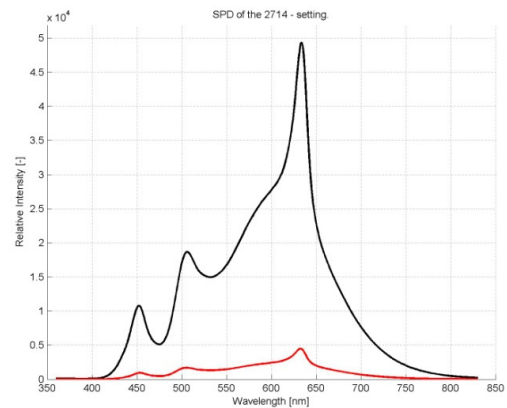
## LED enhed

Kravet til lyset var at dets hvide farve skulle kunne varieres over farvetemperaturer fra 2700 K til 7000 K, og i alle indstillinger være karakteriseret ved meget god farvegengivelse,  $R_a > 92$ . Der er opbygget en LED enhed som benytter 9 typer af hhv. hvide og farvede LEDer: Rød, Cyan, PC Amber, (Grøn), Blå 455nm, Blå 470nm, varmhvid, neutralhvid, koldhvid. Lyset fra de enkelte typer af LEDer kan styres ved Pulse Width Modulation (PWM) og for de hvide LEDer også ved styring af operationsstrømmen.

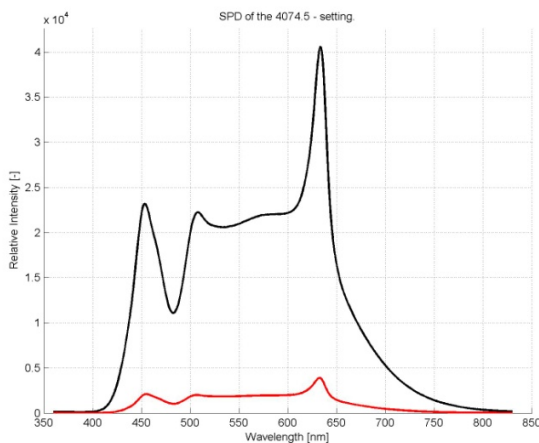
Farvestyringen af lyset fra LED-enheden er baseret på en spektral karakterisering af de enkelte LEDer på diodeprintet målt i steady state som funktion af strøm og PWM dæmpning. Forhold som temperatur og ældning er der ikke implementeret korrigerende for. Der er udført optimeringsberegninger for den ønskede farvesammensætning (spektralfordeling) af lyset ved de ønskede farvetemperaturer fra 2700 – 7000 K, hvor kromaticitet, farvegengivelse og lysstrøm optimeres. På farvediagrammet i Figur 2 er vist punkterne for de hvide farver af det resulterende lys fra lampen som ligger på og mellem de røde og blå prikker. På Figur 3 er vist den optimeret spektralfordeling for varmt hvidt lys ved 2714 K, ved hhv. 100 og 10 % lysstyrke.



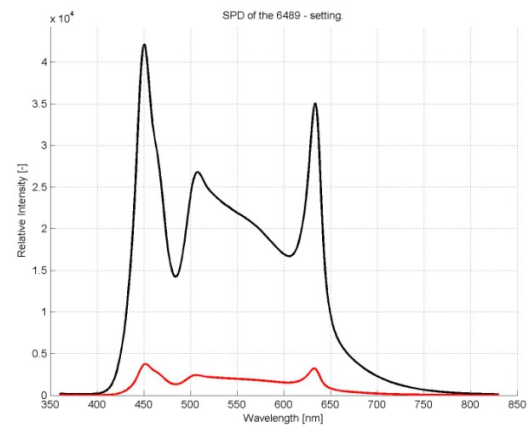
Figur 2 Kromaticitetsdiagram ( $u,v$ ) der viser punkterne for de hvide farver af de tre hvide LEDer i lampen (sorte krydser) af det resulterende lys fra lampen som ligger på og mellem de røde og blå prikker.



Figur 3 Optimeret spektralfordeling for varmt hvidt lys ved 2714 K, ved hhv. 100 og 10 % lysstyrke.



Figur 4 Optimeret spektralfordeling for neutralt hvidt lys ved 4075 K, ved hhv. 100 og 10 % lysstyrke.



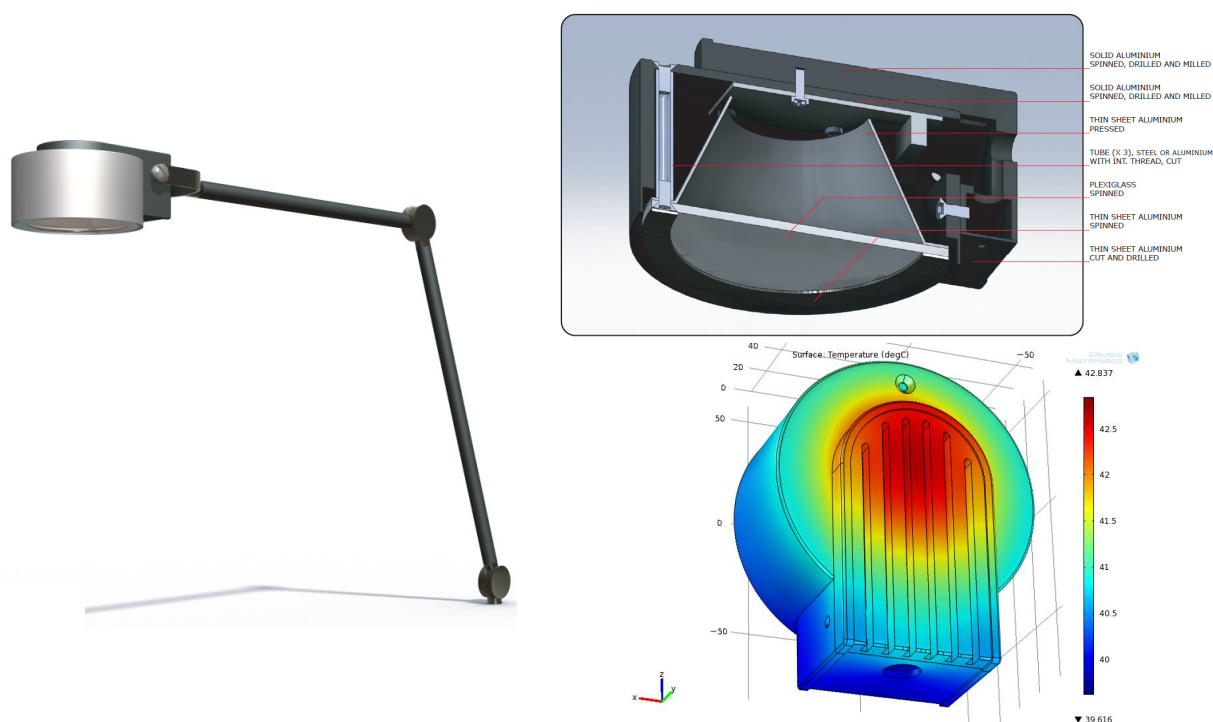
Figur 5 Optimeret spektralfordeling for koldt hvidt lys ved 6489 K, ved hhv. 100 og 10 % lysstyrke.

Tilsvarende spektralfordelinger er vist Figur 4 og Figur 5 for korrelerede farvetemperaturer af det hvide lys på hhv. 4075 K og 6489 K. Disse kan karakteriseres som hhv. neutralt og koldt hvidt lys. For hver indstilling af lyset,

med hensyn til farve og lysstyrke opnås værdier for styringen af de enkelte typer af LEDer på LED enheden. Alle disse indstillinger er organiseret i en tabelform som input til styringselektronikken.

## Lampedesign

Det var ønsket at få fremstillet en dedikeret lampe til belysningsystemet og designeren Jesper Wolff blev engageret til dette arbejde. Som udgangspunkt for dette arbejde var LED enhedens størrelse, effektforbrug, samt foretrukken udformning af blandingskammer specificeret. Ud fra effektforbruget og lampehovedets materiale blev der opbygget en model (i Comsol) af varmeafgivelsen fra LED enheden for at sikre en tilstrækkelig effektiv passiv køling af LED enheden. Den designede lampe ses i Figur 6 til venstre. Øverst til højre ses en tværnitstegning af lampehovedet, der viser LED print og blandingskammer. Nederst til højre ses resultatet af en modelberegning af varmefordelingen på lampehovedet, som viser en overflade temperatur på armaturet på omkring 45 °C.

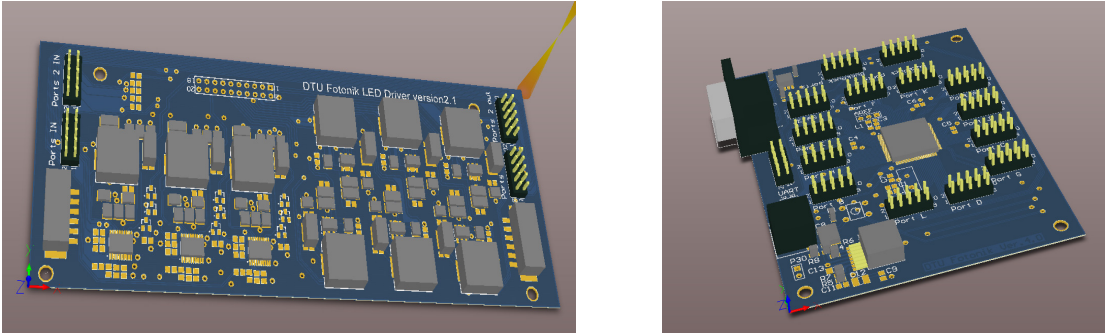


Figur 6 Design af lampeenhed, med lampehoved og arm. Til højre ses en tværnitstegning af lampehovedet, der viser LED print og blandingskammer. Nederst til højre ses model af varmefordelingen på lampehovedet.

## Styringselektronik

Der er udviklet driver- og styring-enheder til det intelligente belysningsystem, se Figur 7. Driverenheden styrer lyset fra de enkelte typer (farver) af LEDer, som er serieforbundet, ved styring af operationsstrømmen og Pulse Width Modulation (PWM). Der er 3 LED kanaler som kan strøm- og PWM styres, fra 0-1A, og 6 LED kanaler (5 stk 1A, 1stk 700mA), der kun kan PWM styres. Tabelværdier for operationsstrøm og PWM dæmpning for de

enkelte typer af LEDer sendes fra Labview styring programmet til styringsenheden som sætter de ønskede værdier på driverenheden. CAN bus interfacet som indikeret på Figur 1 er ikke implementeret.

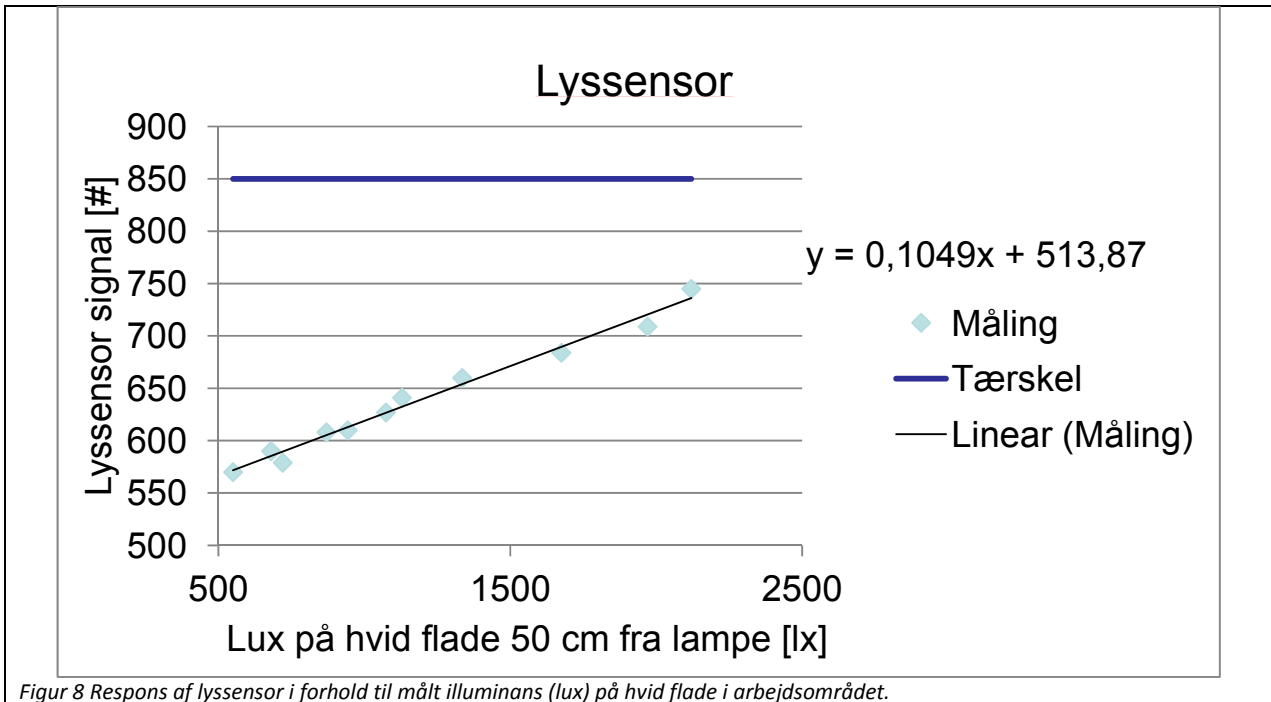


Figur 7 Driverprint (til venstre) og styreprint (til højre) til intelligent belysningssystem

## Sensorstyring

Det intelligente belysningssystem er udstyret med en PIR sensor og en lyssensor, som skal sikre energibesparelser ved at systemet selv slukker eller dæmpes, hvis der ikke er nogen aktivitet i lampens nærrområde og/eller hvis der er tilstrækkeligt lys udefra. Disse sensorer er koblet til styreenheden af systemet.

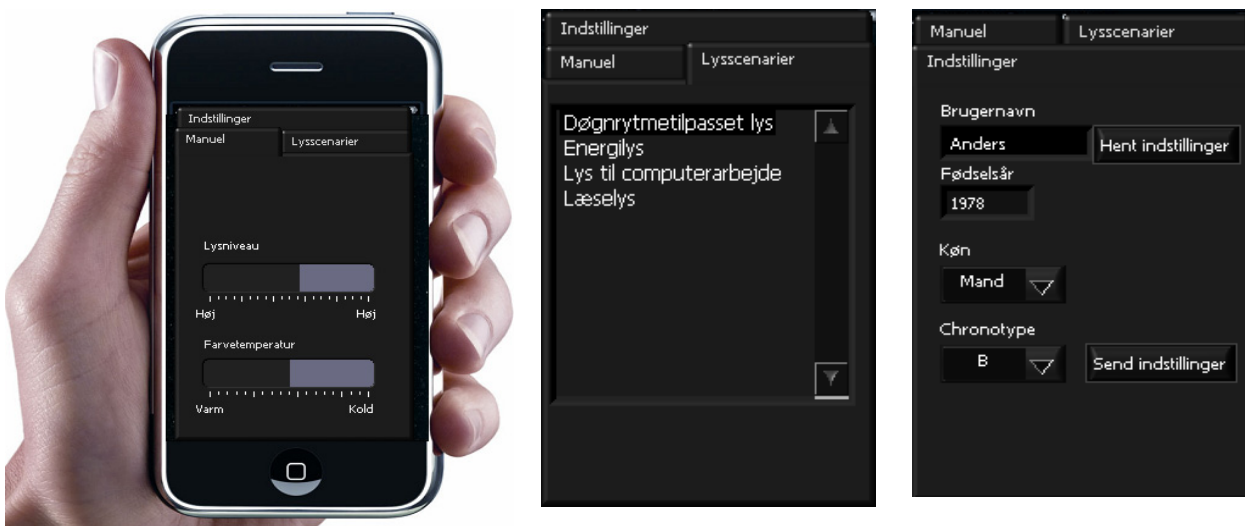
Lyssensoren har et tilnærmet spektralrespons som svarer til øjets lysfølsomhed og er placeret i lampehovedet. Den måler således det tilbagekastede lys fra den belyste flade. Responset af lyssensoren er vist på Figur 8, hvor lyssensor signalet er vist i forhold til målt illuminans (lux) på en hvid flade i arbejdsområdet. Lys sensoren's værdi læses og returneres til Labview programmet. Den udløser energibesparende mode ved kraftig dagslys indfald, for lyssensor signaler over tærskel værdien på 850. I forhold til aktivitet i lampens nærrområde slukkes lampen, hvis der ikke har været signal fra PIR sensor inden for 10 minutter.



Figur 8 Respons af lyssensor i forhold til målt illuminans (lux) på hvid flade i arbejdsområdet.

## Styringsprogram

Der er udviklet et pc-styringsprogram i Labview til bruger-input og -styring af det intelligente belysningsystem. Brugergrænseflade er udformet som skulle den være på en iPhone med tre faneblade som vist på Figur 9.



Figur 9 Viser det udviklede brugergrænseflade med tre faneblade for hhv. manuel styring, præinstallerede lysscenerier og personlige indstillinger.

De tre faneblade er hhv. til manuel styring, præinstallerede lysscenerier og personlige indstillinger. I styringsprogrammet er udviklet og opbygget en række lysstyringsalgoritmer, som baseret på de personlige indstillinger for brugeren og aktuel tid, styrer styrke og farvetemperatur af lyset fra lampen.

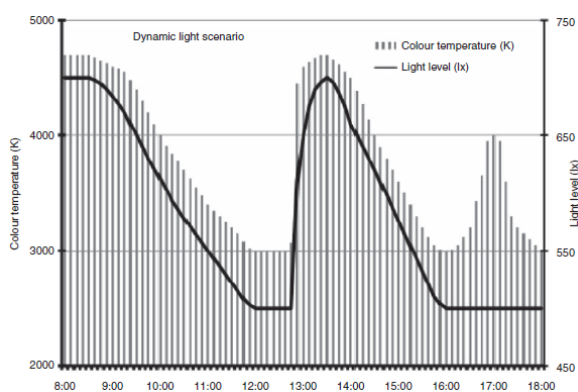
Lysstyringsalgoritmerne er udviklet efter den antagelse at forhøjet eksponering med blått lys forøger menneskers generelle aktivitetsniveau, specielt hvis det justeres i forhold til døgnets rytme. Figur 10 viser en afprøvet dynamisk lysscenario<sup>1</sup> med variation af hhv. lysets farvetemperatur og belysningsstyrke i løbet af en dag, som vi har taget udgangspunkt i.

Lysstyringsalgoritmerne regulerer lysets egenskaber i dynamiske senarier i forhold til:

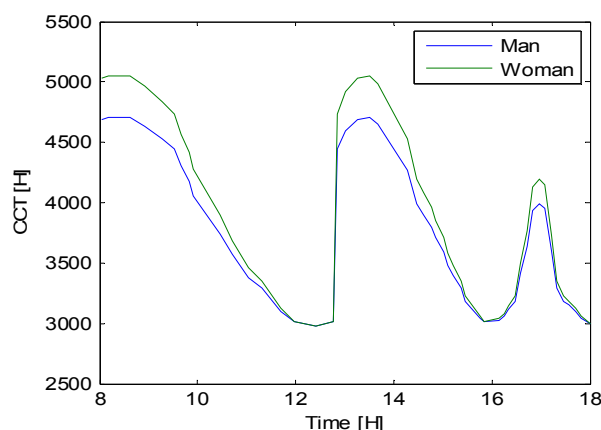
**Kønsbetinget lys;** lysets farvetemperatur og dermed indhold af blått lys forøges procentuelt for kvindelige brugere da undersøgelser viser, at kvinder påvirkes kraftigere af forholdet mellem dagslys og nattemørke. Se eksempel på lysscenerier efter kønsbetinget algoritme på Figur 11.

**Kronotypebetinget lys;** lysets farvetemperaturskift modificeres i løbet af dagen således at B-mennesker bliver udsat for en kraftigere påvirkning af blått lys om morgenen, hvor de normalt vil være uoplagte og A-mennesker vil få en kraftigere påvirkning senere på dagen for at modvirke den uoplagthed de kan opleve her. Se eksempel på lyssenarier efter kronotypebetinget algoritme på Figur 12.

**Aldersbetinget lys;** lysets intensitet forøges eksponentielt med alderen på brugeren, da studier viser at der sker en tilsvarende forringelse af lysfølsomheden hos ældre. Se eksempel på lysscenerier efter aldersbetinget algoritme på Figur 13.

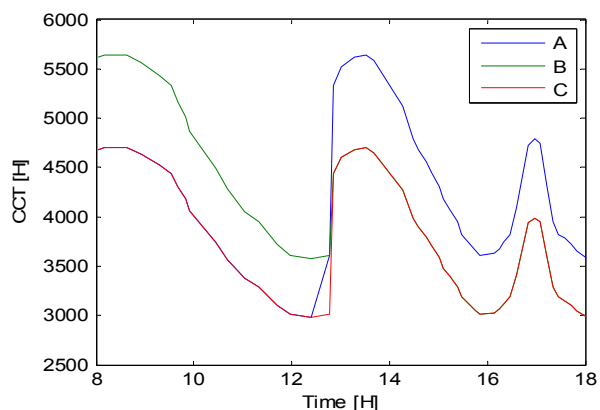


Figur 10 Dynamisk lysscenario med variation af hhv. lysets farvetemperatur og belysningsstyrke i løbet af en dag, Ref 1.

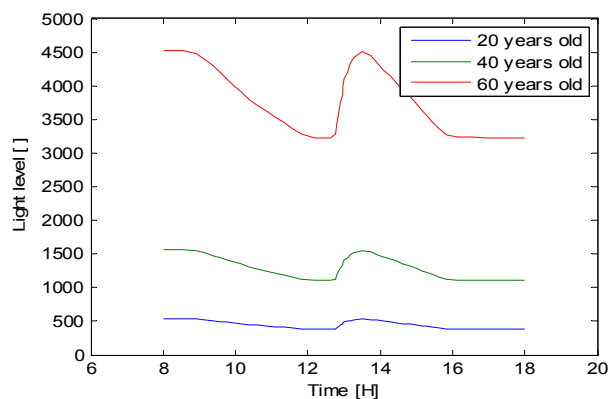


Figur 11 Eksempel på lysscenerier efter kønsbetinget algoritme.

<sup>1</sup> Y. de Kort and K. Smolders, "Effects of dynamic lighting on office workers: First result of a field study with monthly alternating settings", Lighting Rec. Tech., **42**, pp. 345-360, (2010).



Figur 12 Eksempel på lysscenerier efter kronotypebetinget algoritme



Figur 13 Eksempel på lysscenerier efter aldersbetinget algoritme.

## Konklusion

Rapporten giver en beskrivelse af hvordan det udviklede intelligente belysningsystem er sammensat og fungerer. Systemet er udført som en arbejdslampe, der muliggør dynamisk ændring af lysets farvesammensætning efter en række lysstyringsalgoritmer. Det er specielt udformet i forhold til de brugertest af det intelligente belysningsystem, som udføres i projektet afsluttende del.

Der er således skabt en intelligent og avanceret styring af LED belysning, der muliggør optimering af brugerens lysforhold i en given situation. Ud fra en række kendte parametre vil systemet kunne regulere lyssetningen således, at der til enhver tid skabes optimale lysforhold med anvendelse af mindst mulig elektrisk energi.



# Forskningsbaseret viden fra DTU kan blive til vækst i din virksomhed



## **DTU har en samarbejdskontrakt med Region Sjælland**

I kraft af samarbejdskontrakten mellem Region Sjælland og DTU, tager DTU et medansvar for at fremme erhvervsudviklingen i Region Sjælland. Vi anvender DTUs forsknings- og innovationskompetencer samt regionale, nationale og internationale netværk til at udvikle og synliggøre Region Sjælland som en grøn, sund og innovativ region.

## **Innovationsaktiviteter**

DTU er igangsætter af innovationsaktiviteter inden for temaerne "Energi og Miljø", "Medico og Sundhed" samt "Netværksdrevet Innovation". Formålet med aktiviteterne er, at vejen fra teknologisk, forskningsbaseret viden til vækst i virksomheder bliver så kort som mulig. Aktiviteterne strækker sig fra matchmaking imellem de sjællandske virksomheder og DTUs forskere over til modning eller implementering af nye løsninger og forretningsområder i eksisterende virksomheder.

## **OM DTU**

DTU er et selvejende universitet med uddannelse, forskning, myndighedsbetjening og innovation. Universitetet har ca. 4500 medarbejdere, mere end halvdelen er forskere, herunder 1050 Ph.D.-studerende, hertil kommer godt 6500 bachelor- og kandidatstuderende. Med omfattende forskningsaktiviteter inden for klassiske ingeniørdiscipliner og nye særligt lovende forskningsfelter, sikrer DTU et højt internationalt niveau inden for teknisk videnskab og naturvidenskab. DTUs innovationssystem strækker sig fra forskning og undervisning over patentering og licensering til industrielt samarbejde og forskerparkaktiviteter.

## **OM DTU, Risø Campus**

Pr. 1. januar er en ny organisering trådt i kraft på DTU. Det betyder at, det tidligere Risø DTU i Roskilde er omorganiseret til to helt nye institutter, nemlig DTU Vindenergi og DTU Energikonvertering, samt et nyt center, DTU Nutech. De to institutter omfatter store dele af de faglige miljøer på det tidligere Risø DTU og ligger stadig på Risø der fremover benævnes DTU, Risø Campus. DTUs Innovationsteam har medarbejdere placeret både på DTU, Lyngby Campus og på DTU, Risø Campus.

## **KONTAKT til DTUs Innovationsteam**

Hvis du ønsker information om samarbejdskontrakten mellem DTU og Region Sjælland, samt eller at få kontakt til de ansvarlige medarbejdere, så kan du ringe eller skrive til:

Innovationschef, Helle Bunkenborg, 40684601. Helle har kontor på Lyngby Campus.

Forretningsudvikler, Karen Blom, 24921772, kabl@adm.dtu.dk. Karen har kontor på Risø Campus

Forretningsudvikler, Christina Jespersen, 21330724, cjes@adm.dtu.dk. Christina har kontor på Risø Campus

Innovationskoordinator, Henriette Hansen, 21799059, hehn@adm.dtu.dk. Henriette har kontor på Risø Campus

# De gode eksempler

## NYE VIRKSOMHEDER I REGION SJÆLLAND

### LIGHTEN APS I REGSTRUP

International forskning viser, at lys har stor betydning for menneskets trivsel, præstationsevne og generelle sundhed. Men der er også stor forskel på, hvordan vi hver især reagerer på lys. Det stiller særlige krav til de lyskilder, vi omgiver os med.



Idéen til intelligent styring af dynamisk LED-belysning opstod i et tværfagligt netværk på Risø DTU i 2008. Netværket bestod af 8 forskere, 8 forretningsudviklere og 8 industrielle designere. Projektet fik såkaldt gap funding til at efterprøve en række banebrydende idéer inden for intelligent lysstyring. Midlerne blev brugt til at bygge en såkaldt demonstrator hos DTU Fotonik.

Demonstratoren viste sig at levere de resultater, der kunne gøre netværkets idéer til virkelighed. To af deltagerne i netværket valgte at gå videre med konceptet og etablere en ny virksomhed, Lighten ApS i Regstrup. Her udvikler de et kommercielt lysstyringsprodukt, der kan justere belysning efter brugerens personlige karakteristika.

#### Fin Laursen, direktør i Lighten ApS i Regstrup:

*“Gap fundingmidlerne og demonstratoren var en meget vigtig milepæl. Da vi så, hvad LED-teknologien var i stand til, blev vi helt sikre på, at vores forretningsidé var bæredygtig og vi har nu ansøgt om patent på vores produkt. Det får vi dog tidligst i april 2012. Indtil da venter vi med at offentliggøre, hvad produktet kan - men vi forventer, det bliver en klar succes.”*

Lighten ApS er fortsat i samarbejde med forskere fra DTU Fotonik om videreudvikling af produktet. De har bl.a. sammen med DTU Fotonik, Lolland Kommune og SBI modtaget en bevilling på 3,8 million fra EUDP til videreudvikling og test af demonstratoren.

### U-VIVO APS I ROSKILDE

En forsker fra DTU Fotonik fik i 2008 gap funding til udvikling af en ny metode til at sterilisere de indre dele af medicinske katetre. Risø DTUs opsøgende arbejde ift. regionens virksomheder gav kontakt til SP Medical i Karise, som var begejstrede og for egen regning gennemførte et udviklingsprojekt sideløbende med gap funding projektet på Risø. Samarbejdet blev formaliseret i en samarbejdsaftale i slutningen af 2009. SP Medicals bestyrelse besluttede dog senere, at man ikke ville overtage projektet. CAT har nu investeret i projektet og pr. 1. januar 2012 blev virksomheden U-Vivo etableret. Virksomheden er beliggende i Roskilde, og dermed har den tidligere DTU forsker taget det næste skridt mod et færdigt produkt til det kommercielle marked.

Det sundhedsmæssige såvel som det kommercielle potentiale i forskerens opfindelse vurderes at være meget stort: Alene i USA indsættes årligt der over fem millioner katetre, og det skønnes, at det i helt op mod fem procent af tilfældene medfører en infektion. I de uheldigste tilfælde kan det medføre døden for de svageste patienter - og under alle omstændigheder løber ekstraregningen for sundhedsvæsenet op i milliardklassen.

**GENNEM DE SENESTE 4 ÅR** har Risø DTU styrket relationerne eller skabt projekter med flere end 150 virksomheder i Region Sjælland. Der er etableret en god platform for yderligere samarbejde i fremtiden. Målet er klart: Forskningen på DTU skal skabe vækst i de sjællandske virksomheder og skal påvirke udviklingen af et erhvervsliv i regionen, der er mere specialiseret og videnstungt, fx inden for medicoteknologi og cleantech.