

DYNAMISK BELYSNING PÅ KONTORET – VIRKER DET?

Delrapport PSO 346-010



Ásta Logadóttir

Titel DYNAMISK BELYSNING PÅ KONTORET – VIRKER DET?
Undertitel Delrapport PSO 346-010
Udgave 1. udgave
Udgivelsesår 2017
Forfattere Ásta Logadóttir
Sprog Dansk
Sidetal 14
Fotos Ásta Logadóttir

Udgiver Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet,
A.C. Meyers Vænge 15, 2450 København SV
E-post sbi@sbi.aau.dk
www.sbi.dk

Der gøres opmærksom på, at denne publikation er omfattet af ophavsretsloven

Indhold

Indhold	3
Forord	4
Hovedkonklusioner	5
Indledning	6
Formål	7
Kontorer	8
Kontor A	8
Kontor B	9
Kontor C	10
Processen	11
Brugernes perspektiv	12
Referencer	13
Bilag	14

Forord

Dynamisk belysning medfører at lysets farve og intensitet kan justeres uafhængigt af hinanden. LED teknologiens indpas på belysningsmarkedet, har i høj grad været med til at drive dette belysningsparadigme frem og i dag tilbyder de fleste lysleverandører produkter med dynamisk belysning.

Dynamisk belysning kan være forprogrammeret efter en specifik scene, brugerreguleret eller en kombination af begge. Forprogrammeret dynamisk belysning er forbundet med medarbejdernes effektivitet, døgnrytme kontrol og bruger velvære, imens regulærbar dynamisk belysning er primært forbundet med brugertilfredshed. Energiforbruget varierer meget afhængigt af den enkelte installation. Der er i dag ingen standardiserede måder, at lave installationer med dynamisk lys og lysproducenterne har hver deres version af belysningsparadigmet.

Prisen er stadig højere for dynamisk belysning, primært pga. programmeringen som står bagved. Det at vælge DMX styring medfører ekstra omkostninger men armaturerne reagerer hurtigt på styringsmekanismen. DALI protokollen er mest anvendt til styring af dynamisk belysning men blandt de kendte problemer er adresser som forsvinder og forsinkelse mellem armaturer som reagerer på styringsmekanismen.

Alt i alt er ideerne og principperne bag dynamisk belysning i en vis grad udviklet, men hvor står vi iht. praktisk implementering? Oplever brugerne lyset på en god måde? Oplever brugerne lysanlægget som planlagt i design fasen?

Denne rapport bruges til at dokumentere status af implementeret dynamisk belysning i kontoromgivelser i Danmark med fokus på brugeroplevelse og energiforbrug. Resultaterne forventes at indgå i fremtidige projekter om dynamisk belysning ved god råd i implementeringsprocessen og advarsler om problemer som tidligere projekter har mødt undervejs. Dynamisk belysning indebærer mange muligheder – På brugernes og miljøets vegne bør mulighederne udnyttes fornuftigt.

Rapporten er skrevet af Ásta Logadóttir, Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet i forbindelse med PSO projekt 346-010. Denne rapport er en statusrapport og bliver erstattet af en slutrapport som afleveres i juni 2017.

Hovedkonklusioner

Det overordnede spørgsmål: Virker dynamisk belysning på kontoret svares ift. tre eksempler for kontorer hvor dynamisk belysning er installeret. På nuværende tidspunkt har indledende samtaler for to ud af tre kontorer vist efterfølgende:

Den ekstra investering omkring Dynamisk belysning i kontoromgivelser kræver enten at der er ansat en teknisk Chef som engagerer sig for dynamisk belysning, eller en særlig agenda om organisationens branding.

Der findes både eksempler på en lysdesigner som er koblet på sagen fra starten til at definere lysets dynamiske egenskaber samt eksempler hvor anlægget er installeret uden en særlig agenda for hvad anlægget skal levere til brugerne og deres omgivelser.

Brugeroplevelsen baseres på en spørgeskemaundersøgelse og på nuværende tidspunkt er det klart at tekniske udfordringer kan have indflydelse på brugeroplevelsen. De tekniske udfordringer som bliver mødt undervejs medfører at lysanlægget ikke virker som tiltænkt fra starten og det kan medføre klager over lysanlægget. Brugere er ikke nødvendigvis klare over at det er tekniske problemer de møder og tror at lysanlægget er designet til at levere det lysmiljø de oplever. Det forventes også at få medarbejdere bliver forstyrret af en ny måde at bruge lyset på. Når det er sagt, forventes der at den største del af medarbejderne er positive over for dynamiske lysanlæg. Præcist hvad er afgørende for en god brugeroplevelse håber vi på at nærme os svaret til med dette projekt.

Konsekvenserne af at få brugere klager over lysinstallationen kommer videre til en bestyrelse som har investeret i et dyrt lysanlæg som medfører klager. Hvis Dynamisk belysning i kontoromgivelser skal overleve skal de gode historier fremlægges. Eksemplerne som fremgår af denne rapport har mødt udfordringer i installationsfasen som forventet med en ny teknologi. Udfordringerne dokumenteres for at undgå en gentagelse og forebygge evt. problemer som denne nye teknologi møder i markedet for at fremme de gode løsninger for brugerne og miljøet.

Indledning

Dynamisk belysning er kun en af mange forskellige termer som markedet bruger for lysprodukter som muliggør ændring af lysstrøm (intensitet) og farvetemperatur (lysets farve). Terminologien Dynamisk belysning blev først brugt af Philips inden LED teknologien indtog belysningsmarkedet og i starten var det derfor lysstofrør som blev brugt til at regulere på lysstrøm og farvetemperatur [Logadottir et al.]. I dag er det primært LED som bruges til regulering af lysstrøm og farvetemperatur ved programmering af to eller flere typer LEDer som medfører ændring af lysets spektralfordeling.

Terminologien Dynamisk belysning har også fået en opgradering. Termerne er nu bl.a. *Biodynamisk belysning* som sædvanligt indikerer programmering af lyset iht. en døgnrytme (solopgang til solnedgang), *smart lighting* som indikerer at lyset er programmeret til at reagere på en sensor eller belastning i el nettet, *adaptiv belysning* ligner smart lighting da lyset er programmeret til at reagere på en sensor eller *kelvin change* som indikerer mulig ændring af farvetemperatur men oftest inkluderer det også ændring i lysstrøm. Den terminologi som mest bruges i dag er *Human Centric Lighting* (HCL) og i mange tilfælde indikerer det ligesom biodynamisk belysning at der tages en reference til døgnrytme i form af solopgang tidligt på dagen; meget, koldt lys midt på dagen og solnedgang sent på eftermiddagen/tidlig aften. HCL bliver også promoveret som lys der fremmer velbefinde og produktivitet.

De fleste termer for dynamisk belysning indebærer en reference til dagslys og lysets indflydelse på mennesker. Der findes forskning som understøtter lysets indflydelse på produktivitet [Canazei et al., Smolders et al.] men der findes også forskning som ikke har kunnet bekræfte effekterne [de Kort, Smolders, Wilhelm et al.]. Det forskning har bekræftet igen og igen er at de korte bølglængder indenfor det visuelle område hæmmer melatonin produktion mere end de lange bølglængder [Thaplan et al., Cajochen et al.]. Det vil sige at koldt lys (høj farvetemperatur) hæmmer produktion af søvnhormonet melatonin mere end varmt lys (lav farvetemperatur). Hæmning af melatonin produktion sent på aften kan medføre søvnbesvær, men om/hvordan de forskellige farvetemperaturer påvirker kontormedarbejdere i de lyse, mest aktive timer i døgnet mangler vi stadig at få bekræftet.

Når produkter som kan levere dynamisk belysning findes hos de fleste belysningsfirmaer i dag vil dette projekt koncentrere sig om at finde tre eksempler på kontorer med dynamisk belysning. De tre eksempler skal bruges til at skabe diskussion om formålet med den dynamiske belysning (hvorfor vælger man dynamisk belysning og hvordan defineres programmeringen), finde ud af hvordan brugerne opfatter begrebet og synliggøre energiforbruget.

Formål

Projektets formål er at dokumentere hvordan brugerne opfatter dynamisk belysning på kontoret, og hvorfor de opfatter begrebet på den måde, samt at registrere energiforbruget for de forskellige installationer. Til at svare på disse spørgsmål tages der udgangspunkt i tre forskellige eksempler af kontorer med dynamisk belysningsanlæg.

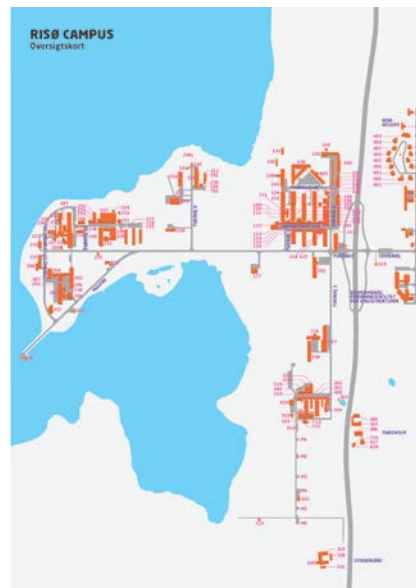
Kontorer

Der er på nuværende tidspunkt identificeret tre kontorer med dynamisk belysningsanlæg. Kontor A, B og C. På nuværende tidspunkt er der lavet en aftale med Kontor A, og Kontor B om spørgeskemaundersøgelse hos medarbejdere som får en form for dynamisk belysning i deres arbejdstid. Efterfølgende er en beskrivelse af de tre kontorer som står på listen i dag, Kontor C ønskes erstattet af et andet eksempel hvis muligheden opstår.

I slutrapporten vil dette kapitel beskrive bygningerne samt lysanlæggenes funktioner og hvad der ønskes opnået ved brug af dynamisk belysning.

Kontor A

DTU Fotonik
DTU Risø Campus
Frederiksborgvej 399
4000 Roskilde



Fordele ved at vælge dette kontor:

- God forbindelse til stedet: stor sandsynlighed for høj svarprocent
- Oplysninger om baggrund for valg af lysanlæg er tilgængelige
- Adgang til stedet er mulig (dokumentation i form af billeder/målinger).

Ulemper ved at vælge dette kontor:

- Brugerne ved for meget og er påvirket af deres ekspertviden om emnet

Kontor B

DANSK METAL
MOLESTIEN 7
2450 KØBENHAVN SV



det nye Metalhus, blev indviet 4. januar 2016.

Metalhuset er 9.348 m², tegnet af Henning Larsen Architects. Huset stod færdigt i 2009 og indrettet i 2015.

Fordele ved at vælge dette kontor:

- God forbindelse til stedet: stor sandsynlighed for høj svarprocent
- Oplysninger om baggrund for valg af lysanlæg er tilgængelige
- Adgang til stedet er mulig (dokumentation i form af billeder/målinger).

Ulemper ved at vælge dette kontor:

- Medarbejderne er blevet påvirket af lysdesignerens forventning til lysanlægget som kan influere deres forventning til lysanlægget.

Kontor C

COWI A/S

Parallelvej 2
2800 Kongens Lyngby



COWIs ansatte har i 2014 fået lysmiljø, der med et simpelt teknisk styresystem kan styres i intensitet og farvetemperaturer. Systemet kan betjenes lokalt i de enkelte kontorrum eller centralt fra driftschefens pc via cloud teknologi.

COWI fungerer både som rådgiver og bruger af lysanlægget.

Da renoveringsprojektet gik i gang, fandtes der endnu ikke styringskomponenter eller armaturer, der understøttede det COWI ønskede for deres anlæg. COWI gik derfor sammen med leverandørerne ind i processen og fik udviklet nogle specielle runde armaturer, der kan følge dagslysets rytme udenfor og spille sammen med styresystemet.

Fordele ved at vælge dette kontor:

- God forbindelse til stedet: stor sandsynlighed for høj svarprocent
- Oplysninger om baggrund for valg af lysanlæg er tilgængelige
- Adgang til stedet er mulig (dokumentation i form af billeder/målinger).

Ulemper ved at vælge dette kontor:

- Brugerne ved for meget og er påvirket af deres ekspertviden om emnet

Processen

Der er taget kontakt til tre firmaer som har kontorer med dynamisk belysning. Kontaktpersonen er enten en teknisk chef eller én som har været med til at beslutte at anlægget skal installeres. På nuværende tidspunkt ligger der svar fra et semistruktureret interview om baggrunden for beslutningen om at installere dynamisk belysning med teknisk chef i kontor B, se bilag. Der ligger også data for kontor A, men på nuværende tidspunkt mangler vi en bekræftelse på udtalelsen og derfor medbringes den først i slutrapporten. Spørgsmålene tæller bl.a.

- Hvad er tanken bag den dynamiske belysning?
 - o Hvorfor har man valgt dynamisk belysning?
 - o Hvordan er den dynamiske belysning defineret?
- Fungerer den dynamiske belysning som tiltænkt?
 - o Opnås de tekniske effekter som blev defineret i starten?
- Hvilke konsekvenser har lysanlægget for energiforbruget?

Der laves aftaler om adgang til bygningen i form af dokumentation af omgivelserne i form af billedmateriale og målinger – disse er samlet for kontor B.

Der laves aftale om en spørgeskemaundersøgelse til så mange medarbejdere som muligt som arbejder i dynamisk belysning. Aftaler på plads for kontor A og B.

Firmaerne får en rapport om medarbejdernes svar hvor resultaterne er anonyme.

Resultatet af interviews og spørgeskema dokumenteres i en slutrapport for projektet.

Brugernes perspektiv

Her dokumenteres besvarelser fra brugerne af dynamiske belysningsanlæg for de tre virksomhedseksempler. De tre virksomheder har hver sin måde at programmere belysningen på og besvarelserne relaterer til hvert enkelt scenarie.

Link til spørgeskema sendes via e-mail til medarbejderne ved brug af programmet SurveyExact. Spørgsmålene drejer sig om brugernes oplevelse af lysanlægget i forhold til det installerede lysanlæg.

Referencer

- [Logadóttir, Christoffersen, Traberg-Borup] Á. Logadóttir, J. Christoffersen, S. Traberg-Borup 2007. Elbesparelse gennem individuel dynamisk lysstyring. http://www.elforsk.dk/elforskProjects/338-035/338-035_Dynamisk%20lysstyring_slutrapport.pdf
- [Canazei et al.] M Canazei, P Dehoff, S Staggla and W Pohl. 2013. Effects of dynamic ambient lighting on female permanent morning shift workers. *Lighting Res. Technol*; Vol. 46: 140–156
- [Smolders et al.] K Smolders, Y de Kort P Cluitmans. 2016. Higher light intensity induces modulations in brain activity even during regular daytime working hours *Lighting Res. Technol*; Vol. 48: 433–448
- [de Kort, Smolders] Y de Kort, K Smolders. 2010. Effects of dynamic lighting on office workers: First results of a field study with monthly alternating settings. *Lighting Res. Technol*; 42: 345–360
- [Wilhelm et al.] B Wilhelm, P Weckerle, W Durst, C Fahr, R Rock. 2011. Increased illuminance at the workplace: Does it have advantages for daytime shifts? *Lighting Res. Technol*; 43: 185–199
- [Thaplan et al.] K Thaplan, J Arendt, D Skene. 2001. An action spectrum for melatonin suppression: evidence for a novel non-rod, non-cone photoreceptor system in humans. *J Physiol*. 535: 261-267
doi: 10.1111/j.1469-7793.2001.t01-1-00261.x
- [Cajochen et al.] C. Cajochen, S. Frey, D. Anders, J. Späti, M. Bues, A. Pross, R. Mager, A. Wirz-Justice, O. Stefani. Evening exposure to a light-emitting diodes (LED)-backlit computer screen affects circadian physiology and cognitive performance. *Journal of Applied Physiology*; 110, 1432-1438
DOI: 10.1152/jappphysiol.00165.2011
- [Bergsøe, Afshari] N.C. Bergsøe, A. Afshari 2012. SBI 2012: 17 Vejledning om behovsstyret ventilation Boliger, børneinstitutioner og skoler. SBI. Hørsholm ISBN 978-87-563-1569-2

Bilag

Interview med teknisk chef hos Dansk Metal

Hvad er begrundelsen for at I vælger at investere i Dynamisk belysning til kontoret?

- Teknisk chef arbejdede med DALI i tidligere bygning (den kloge efterspørgsel).
- VanPee og Westergaard bliver kontaktet af teknisk chef.
- VanPee introducerer dynamisk lys og Louis Poulsen giver kontakt til Lysdesigneren.
- Hovedbestyrelsen overbevises af teknisk chef og Lysdesigner (halvanden til to millioner i ekstra omkostninger).

Hvad var tanken med styringen i starten?

- Lysdesigner blev bedt om at definere behovet og definere konceptet derefter

Var der udfordringer ved installationen, hvis ja: hvilke?

- DALI: lamperne lyser forkert nogle gange.
- Gik et halvt år inden det nye DALI software kom, som medførte ekstra udgifter (100.000 uforventede ekstra udgifter)
- Medarbejdere klagede til Sikkerhedsudvalget som bringer klagen videre til ledelsen.

Fungerer lyset nu som tiltænkt i starten?

- Der foregår stadig tilpassning af lysanlægget i form af programmering et år efter installation.

Hvilke konsekvenser har den dynamiske belysning haft for jeres energiforbrug?

- Det kan vi finde ud af

Andre kommentar:

- Koldt lys er svært at væne sig til for nogen, især om eftermiddagen.
- Teknisk chef mener brugerne ikke forstår hvor godt lyskonceptet er for dem og derfor er de negative iht. lyset.