

Energibesparelser i butiksbelysning i Roskilde

Slutrapport

Christensen, Thomas Budde; Palsberg, Aske; Kjær, Tyge

Publication date:
2015

Document Version
Tidlig version også kaldet pre-print

Citation for published version (APA):
Christensen, T. B., Palsberg, A., & Kjær, T. (2015). *Energibesparelser i butiksbelysning i Roskilde: Slutrapport*. Roskilde Universitet.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain.
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact rucforsk@kb.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

ENERGIBESPARELSER I BUTIKSBELYSNING I ROSKILDE

Slutrapport

Roskilde Universitet
ENSPAC - TEKSAM
Aske Palsberg
Tyge Kjær
Thomas Budde Christensen



ROSKILDE
KOMMUNE



Energibesparelser i butiksbelysning i Roskilde

Forord

Denne slutrapport indeholder en beskrivelse af forsknings- og udviklingsprojektet "Energibesparelser i butiksbelysning og julebelysning i Roskilde".

Projektet er udført i et samarbejde mellem Roskilde Handel & Stjernebutikker og Roskilde Universitet og projektet er finansieret af Roskilde Klimaråd.

Formålet med projektet er at identificere potentialer for at reducere energiforbruget, (og den medfølgende CO₂ udledning), fra butiksbelysning i Roskilde centrum. I projektet undersøges 1) energibesparelspotentialer ved udskiftning af byens julebelysning¹ og 2) energibesparelspotentialer ved udskiftning af butiksbelysning, som hovedsageligt er baseret på halogenteknologi, til LED belysning.

Formålet med denne slutrapport er at skabe et overblik over, hvor de medvirkende butikker kan realisere energibesparelser og CO₂ reduktion, samt at informere om belysningsvalg af optimale lyskilder og benyttelse af energieffektive enheder.

Derudover indeholder slutrapporten en opsummering af energianalyserne der er udarbejdet for de 11 medvirkende butikker. Denne opsummering indeholder en analyse af den gennemsnitlige butik med henblik på at kunne opstille nogle mere generelle data for energi, økonomi og effekter på klimaregnskabet. Derudover vil en grafisk præsentation af elforbruget før og efter installation af LED belysning, samt den gennemsnitlig tilbagebetalingsperiode mm. indgå som en del af denne analyse.

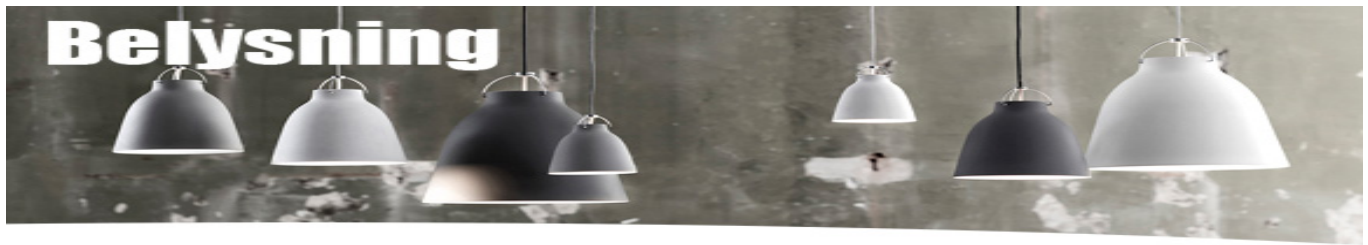
Energistyrelsen har udarbejdet et standardværdikatalog for energibesparelser som et led i aftalen mellem klima- og energiministeren og energiselskaberne. Butiksrapporternes resultater bliver sammenlignet med værdier fra standardværdikataloget.

Til sidst indeholder slutrapporten en analyse af perspektiverne for energibesparelser og de dertilhørende CO₂-reduktioner for Roskilde Centrum, hvis flere butikker foretog udskiftning af butiksbelysning baseret på eksempelvis halogenteknologi til mere energirigtig LED belysning.

¹ Energianalyserne fra julebelysningen er ikke behandlet i slutrapporten.

Indholdsfortegnelse

LISTE OVER FORKORTELSER	3
OPSUMMERING OG KONKLUSIONER	4
HVORFOR LED	4
OPSUMMERING AF BUTIKSANALYSER	4
LED BELYSNING	6
LED UDSKIFTNINGSPRODUKTER	6
LED ARMATUR	6
LYSKVALITET	6
LED VS. HALOGEN	9
LIVSCYKLUS ANALYSE	9
LED BELYSNINGSMARKED	10
ANALYSE AF ENERGIBESPARELSER I DE 11 MEDVIRKENDE BUTIKKER	11
GENNEMSNITSANALYSE	11
ENERGIFORBRUG	11
INVESTERING	14
TILBAGEBETALINGSPERIODE	15
FINANSIERING	16
STØTTE TIL ENERGIBESPARELSESTILTAG	17
STANDARDVÆRDIKATALOGET	18
KLIMAREGNSKAB	19
KILDER	20
BILAG 1	21



Liste over forkortelser

Watt	W
Lumens	Lm
Kelvin	K
Farvegengivelse	Ra
Standartværdikatalog	Svk
LED	Light-emitting diode (Lys diode)

Opsummering og Konklusioner

Hvorfor Led

LED spot er nu så gode, at de kan erstatte konventionelle halogenspot i butiksbelysningen. LED teknologi har et væsentligt lavere energiforbrug end konventionelle halogenspots, da LED-spots på 6W kan erstatte 35W halogenspots. LED som lyskilde bliver derfor mere og mere udbredt til almindelig indendørs belysning og udviklingen går stærkt. Det forventes at op imod 70 % af butiksbelysningen i 2020 vil være udskiftet til LED belysning (Mckinsey: 2012). Dette forventes også at medføre større konkurrence på LED markedet og dermed et prisfald, hvilket vil have positiv indflydelse på tilbagebetalingsperioden for investeringer i LED belysning i butiksinstitutioner.

LED armaturer giver mere optimal belysning end LED udskiftningspærer, fordi ydeevnen kan optimeres og der er færre begrænsninger på formfaktorer, (f.eks. montering). Desuden har integrationen af lyskilden i armaturet en mindre betydning mht. LED produkter, end andre lyskilder grundet den længere levetid. Armaturet har dog den ulempe at være markant dyrere end udskiftningslamper, hvilket har en negativ effekt på tilbagebetalingstiden.

Det er vigtigt at vælge LED produkter efter behov og de lystekniske begreber lm, Ra og K er vigtige i forhold til at vælge rigtigt første gang. Derefter er det væsentligt at undersøge de energitekniske parametre for at opnå de største fordele ved omstilling til LED.

Opsummering af butiksanalyser

Elforbruget til belysning i forhold til butikkernes størrelse varierer, det er dog gennemgående i butiksrapporterne, at salgs- og udstillingsarealer har en markant højere installeret effekt end f.eks. lager arealer, og det er derfor på disse arealer, der er den største gevinst ved installation af LED teknologi og her der bør prioriteres.

Der er en tendens til, at de mindre butikker har et mindre kWh/år/m² forbrug end de store og mellemstore butikker. Dette kan skyldes, at de mindre butikker har mere vinduesareal/m² og derfor har højere indstråling af naturligt sollys. Det skal også nævnes, at der for mange af de små butikkens vedkommende allerede er taget initiativer, der sænker energiforbruget til belysningen.

Tilbagebetalingsperioden for den gennemsnitlige butik er ca. 8,8 år. Dette er en høj tilbagebetalingsperiode for butikkerne, og investering i LED er derfor ikke attraktivt for den gennemsnitlige butik.

Belysning

De butikker der ved en udskiftning af deres eksisterende belysning ikke skal udskifte armatur, men i dag har belysningssystemer, hvor det er muligt/hensigtsmæssigt at udskifte pærerne i det eksisterende armatur, skal foretage en markant lavere investering pr. kvadratmeter, ved opgradering til LED, hvilket resulterer i en væsentlig kortere tilbagebetalingsperiode.

Analyseres tilbagebetalingsperioden i en situation, hvor udskiftning af lyssystem er væsentligt eller nærtforestående, kan 50 % til 75 % af prisen til et nyt LED system fratrækkes ved at modregne prisen for et nyt halogensystem. Dette vil sænke tilbagebetalingsperioden mellem 2 og 4 år og medfører, at investering i LED belysning vil være attraktivt for alle de analyserede butikker.

Energiselskaberne har indgået en aftale med klima-, energi-, og bygningsministeren, hvor de forpligter sig til at gennemføre en årlig energibesparelse. Energiselskaberne støtter derfor energisparetiltag med mellem 25 – 40 øre pr. sparet kWh/år. Dette giver en støtte på ca. 2.000 til 3.500 DKK for den gennemsnitlige butik. Støttebeløbet udgør ikke meget af den gennemsnitlige investeringssum på 70.812 DKK, men er værd at tage med.

CO₂-udledningen fra de 11 medvirkende butikker er i dag 55 ton CO₂ eq/år. Ved installation af ny LED-belysning kan dette nedbringes til 26 ton CO₂ eq/år, hvilket er en reduceret CO₂-udledning på 52%

Det relative reduktionspotentiale er altså højt for belysning i detailhandlen og ud fra et feje-for-egen-dør princip, vil initiativer mht. energieffektivisering kunne bidrage med mærkbare CO₂-reduktioner i sektoren. I de 11 medvirkende butikker er den gennemsnitlige CO₂-reduktion pr. år ca. 2,6 ton CO₂ eq./år.

Ved en omlægning i alle de 300 butikker der findes i Roskilde er reduktionspotentialet beregnet til lidt over 700 ton CO₂ eq/år og analyserne peger på et relativt højt reduktionspotentiale for butiksbelysning isoleret set. CO₂-reduktionerne er set i forhold til Roskilde Kommunes samlede reduktionsmål begrænsede, men set i forhold til størrelsen på butikkernes udledning betydelige, da energiforbruget til belysning næsten kan halveres ved udskiftning til energirigtig belysning. Reduktionspotentialet ved fornyelse af butiksbelysning kan samtidigt være en god forretning, hvis lyssystemet er i en situation hvor udskiftning er væsentlig eller nærtforestående.

LED belysning

En LED lampe er et LED produkt, der er samlet i en lampe (eller pære) til brug i lysarmaturer. LED-lamper har generelt en lang levetid og er energieffektive, særligt når de sammenlignes med glødepærer eller halogenspots.

Kvaliteten af LED produkter forbedres konstant, og priserne fortsætter med at falde. Dette kombineret med LED produkters længere levetid gør, at LED produkter udfordrer det konventionelle belysningsmarked i en stadig større grad.

Det er vigtigt når man skal udvælge LED produkter, at man har styr på en række lystekniske begreber, så man kan vælge en lyskilde, der matcher det behov man har. Disse begreber vil blive nærmere uddybet i afsnittet lyskvalitet. Når lysmængde, lyskvalitet og farvesammensætning er bestemt, kan man derudfra undersøge, hvordan man opnår de bedste energitekniske parametre.

LED udskiftningsprodukter

LED udskiftningspærer omfatter i dag den største andel af LED markedet, hvor A-type pærer med ≈ 360 graders udstrålingsvinkel, evt. med retningsbestemmende parabolisk aluminiseret reflektor, er den mest almindelige. LED-baserede produkter forventes at tegne sig for 44 % af det globale A-type produkt marked i 2020, (DOE: 2013).

I detail- og displayapplikationer er LED udskiftningspærer allerede installeret i et betydeligt omfang globalt, hvilket også påvirker LED produkterne allerede observeres i mange sammenhænge i dag, (DOE: 2013).

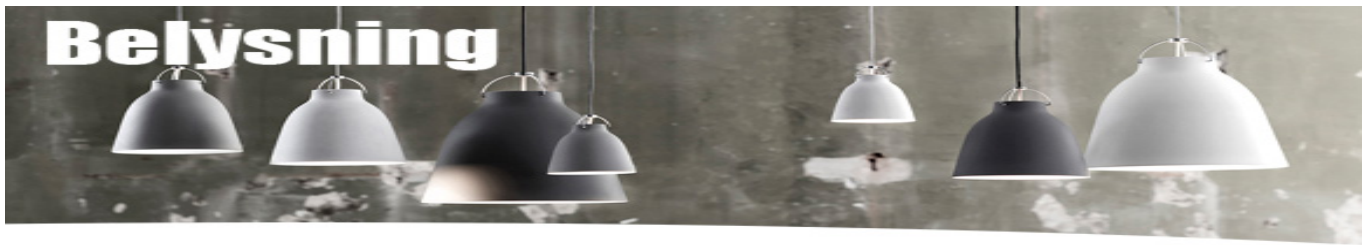
LED Armatur

LED armaturer er defineret som et armatur integreret med en ikke-udskiftelig LED lyskilde. I almindelighed giver LED armaturer en bedre belysning end LED udskiftningspærer, fordi elektrisk, termisk og optisk ydeevne kan optimeres, og der er færre begrænsninger på formfaktor, (f.eks. montering), (DOE: 2013). Desuden har integrationen af lyskilden i armaturet en mindre betydning mht. LED produkter, end andre lyskilder grundet den længere levetid. LED armaturer er en voksende del af LED belysningsmarkedet og udgør brugbare alternativer til traditionel belysning til en række kommercielle belysningsydelse, (DOE: 2013).

Lyskvalitet

Lyset i detailhandlen har stor betydning for kundens velvære og dermed helhedsoplevelse af butikken. Det er derfor vigtigt, at der tages hensyn til de grundlæggende krav til et godt visuelt miljø, når den mest energieffektive belysning i butikken skal vælges, (f.eks. kontrastforhold mv.). For at vælge den rigtige lyskilde behøver man kendskab til 3 lystekniske begreber; lysmængden lumen (lm), farvegengivelse (Ra) og farvetemperatur kelvin (K).

Belysning



Værdien lumen (lm) opgives i tal – højere værdier giver større lysmængde. Tabel 1 viser denne sammenhæng for halogenpærer mellem watt og lumens.

Tabel 1: sammenhæng mellem Watt og Lumens

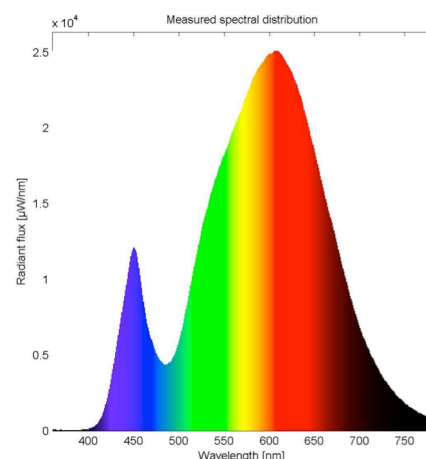
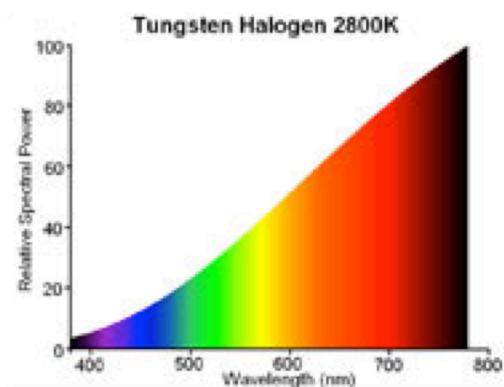
50w halogen	ca. 550-600 lumen
35w halogen	ca. 300-350 lumen
20w halogen	ca. 250-300 lumen

De to andre vigtige parametre er farvegengivelse og farvetemperatur. Det er forbundne parametre, men det er alligevel to forskellige begreber.

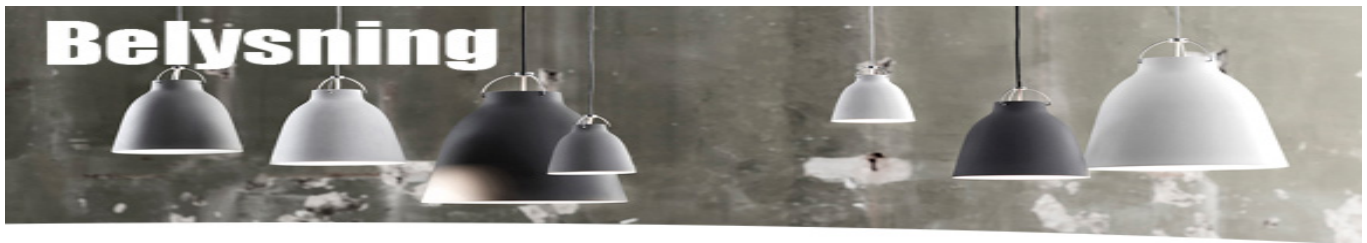
Ra beskriver, hvor god lyskildens evne er til at gengive farver. En optimal farvegengivelse på Ra100 svare til dagslys. Følgene Ra værdier gør sig gældende for de mest almindelige lyskilder: gløde- og halogenpærens Ra99, sparepærens Ra80-90 og LED-pærens Ra80-95.

Spektrummet for halogenbelysning viser, at halogen har en særdeles god farvegengivelse og dermed et højt Ra. Derudover viser spektrummet også at halogen udsender et varmt lys med en stor mængde af gult og rødt lys, hvilket giver et behageligt blødt lys. Der afgives dog også en del infrarød stråling, som ikke kan opfanges af det menneskelige øje, men bidrager med en betydelig opvarmning af det der oplyses. LED teknologiens spektrum giver en mindre Ra værdi og lyset er til sammenligning med halogenteknologien lidt koldere. Spektrummet viser dog også, at LED teknologien er en tilstrækkelig god erstatning for halogenteknologien. Samtidig afgiver LED produktet stort set ikke infrarød stråling og opvarmer derfor heller ikke det, som bliver oplyst.

Figur 1 og 2: Spektrummet for henholdsvis halogen og LED (Videnskab.dk: 2014)



Belysning



Kelvin er lysets farvetemperatur og er forbundet med farvegengivelsen Ra. Farvetemperaturen går oftest under begreberne kold- eller varm hvid. LED produkter kan anskaffes i varm og kold hvid, typisk mellem 2.600 – 3.500 kelvin, men kan ikke helt opnå samme lave kelvin værdi, altså varme farvetemperatur, som f.eks. halogen- og glødepærer, som typisk ligger mellem 2.500 – 3.000 kelvin (se også figur 3).



Figur 3: viser kelvinskalaen fra varm- til kold.

Kilde: spareenergi.dk: energistyrelsen.

Når de lystekniske begreber er på plads, kan man kigge på de energitekniske parametre, der har betydning for lyskildens performance. Lumens/Watt (lm/W), den økonomiske levetid og udstrålingsvinkel.

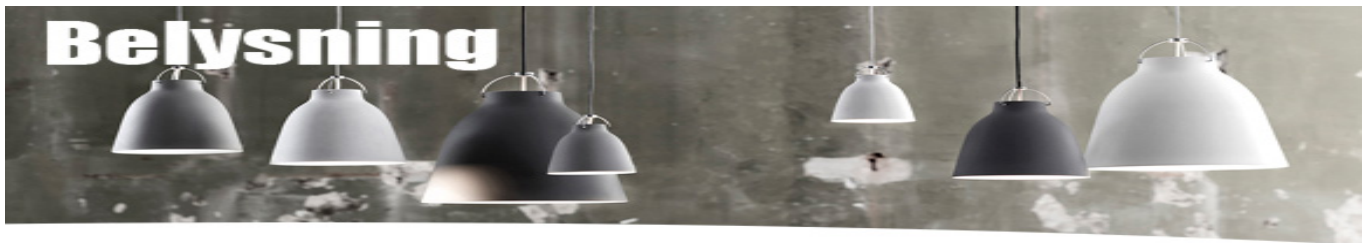
Effektivitet: Lumens/Watt har enheden lm/W og er et mål for, hvor godt en lyskilde omdanner elektrisk energi til synligt lys altså lyskildens effektivitet.

Levetid: Den økonomiske levetid for lyskilder er vigtig for lyskildens performance, da en lavere levetid giver højere omkostninger til udskiftning. Den økonomiske levetid defineres som det tidspunkt, hvorefter lyskilden udsender < 70% af lyskildens optimale totale lysmængde.

Tabel 2: Viser levetid i timer, for forskellige teknologier. Kilde: DOE: 2012

Type	Levetid (timer)
Glødepærer	1.000
Halogen	1.000
Sparepærer	8.500
LED	25.000 - 40.000

Udstrålingsvinkel: Udstrålingsvinkelen er vinklen mellem lyskildens/armaturets horisontale akse og den synsretning, ved hvilken lyskilden, eller dele af den bliver synlig. En typisk 230 V-halogenspot på 20 watt med en udstrålingsvinkel på 35° vil kunne erstattes af en 4 watt LED-pærer med samme udstrålingsvinkel. Udstrålingsvinkelen kan have betydning for erstatningen af halogentechnologi med LED-teknologi. Hvis der ikke tages højde for udstrålingsvinkelen kan 1:1 udskiftning af halogen til LED betyde mindre belysning pga. smallere lyskegle fra LED produktet. Dette skyldes at LED er en retningsbestemt lyskilde, hvilket også betyder, at der ikke er brug for en reflektorskærm. I modsætning til LED udsender halogen lys i ≈360 grader, men anvender derfor retningsbestemmende reflektorskærm.



Der er stor forskel på LED produkter i forhold til energiprformance. Det er derfor vigtigt at vælge det produkt, der passer bedst til formålet, ud fra ovenstående begreber og parametre.

LED vs. Halogen

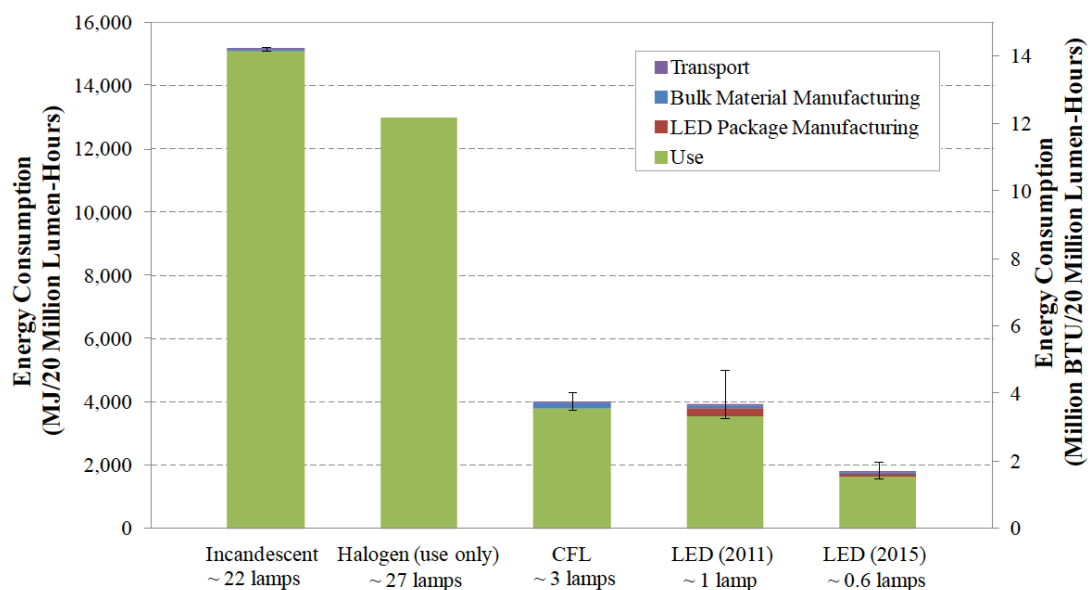
I energianalyserne for de 11 medvirkende butikker blev det observeret, at samtlige butikker havde en overvejende mængde halogenlamper som lyskilde i salgs- og udstillingsarealerne. En simpel komparativ analyse af LED- og halogenbelysning vil derfor danne rammen om det følgende afsnit.

Livscyklus analyse

Når man skal vurdere og sammenholde lyskilders energiforbrug over deres livscyklus viser det sig, at energiforbruget hovedsageligt ligger i brugsfasen, men faktorer som produktion og transport skal også medtages i denne analyse. US Department of Energy har i 2012 udarbejdet en livscyklusanalyse og i figur 4 præsenteres resultaterne.

Det gennemsnitlige energiforbrug over LED lampers livscyklus er ca. 4.000 MJ per 20 millioner lumen-timer. Det er omkring en tredjedel af halogenlampen med et energiforbrug på ca. 13.000 MJ per 20 millioner lumen-timer. Desuden viser analysen, at energiforbruget i brugsfasen tegner sig for > 90 % af den samlede livscyklus' energiforbrug. Fremstillings- og transportfaser, udgør mindre end én procent af livscyklus energiforbruget for alle lampetyper og har derfor lav betydning for det samlede livscyklus resultat, (DOE: 2012). Derudover viser analyserne, at det forventes, at LED lamper i 2015 vil halvere livscyklusenergiforbruget til ca. 2000 MJ per 20 millioner lumen-timer, (DOE: 2012).

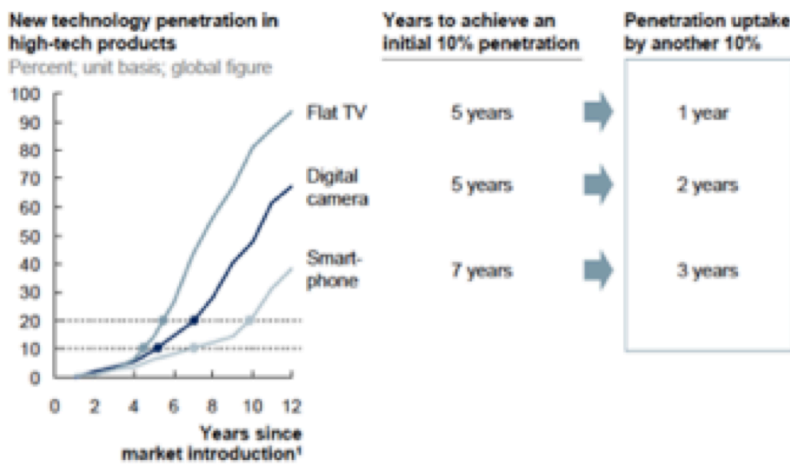
Figur 4: Sammenligning livscyklusenergiforbruget for halogen, sparepærer (CFL) og LED.
Kilde DOE: 2012



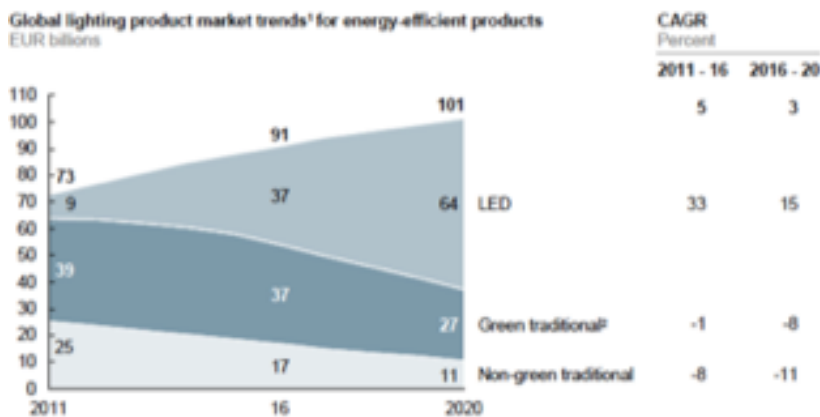
Belysning

LED belysningsmarked

Markedet for installation af LED i butiksbelysning forventes at stige kraftigt over de kommende 5 år. Ved at sammenligne udviklingen for LED belysningsteknologi med andre High Tech produkter, såsom Fladskærms TV, digitale kameraer, eller Smart Phones ses det, at udviklingen følger en såkaldt s-kurve, hvor markesandelen stiger signifikant hurtigere efter 5-10 % markedspenetrering. Figur 5 viser udviklingen for de ovennævnte sammenlignelige teknologier. Her ses det, at f.eks. fladskærms TV opnår 10 % markedspenetrering 7 år efter introduktion til marked, men opnår 20 % markedspenetrering 1 år senere. Når dette også antages generelt for LED belysning forventes LED belysning at være dominerende i 2020, hvilket vises på figur 6 (McKinsey: 2012).



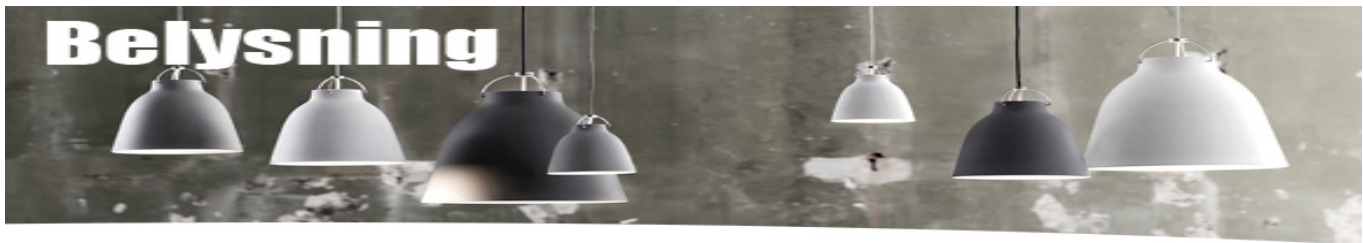
Figur 5: viser S-kurverne for fladskærms TV, Digital Kamera og Smart Phones (Kilde: McKinsey: 2012)



Figur 6: LED forventes at udgøre over 60% af belysningsmarkedet i 2020 (Kilde: McKinsey: 2012)

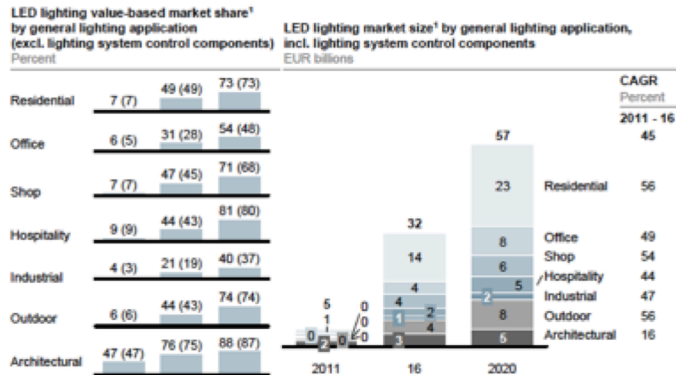
Udviklingen i markedsandelen for LED belysning forventes at medføre større konkurrence og dermed et prisfald, som vil have en markant indflydelse på tilbagebetalingsperioden for investeringer i LED belysning i butiksinstallationer. En reduktion i tilbagebetalingsperioden vil betyde, at flere butikker vil vælge at få installeret LED belysning. I dag er markedsandelen for LED installeret i butiksbelysning estimeret til ca. 7 %, men fremskrivningerne i figur 7 viser at op imod 70 % af

Belysning



butiksbelysningen i 2020 vil være udskiftet til LED belysning, og at markedsværdien for LED butiksbelysning globalt vil være 6 mia. EUR (Mckinsey: 2012).

Architectural is the early LED adopter, but residential is expected to become the most significant LED application soon



Figur 7: viser udviklingen i markedspenetrering for LED lyskilder fordelt på brancher fra 2011 til 2020. (Kilde: McKinsey 2012)

Analyse af energibesparelser i de 11 medvirkende butikker

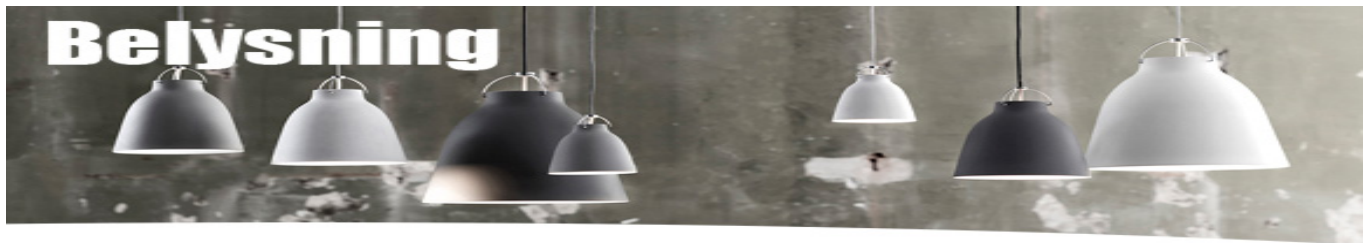
Butiksrapporterne er detaljerede og går i dybden med det nuværende forbrug og illustrerer potentialet for energireduktioner i de 11 medvirkende butikker. Der er udarbejdet detaljerede løsningsforslag, samt beregnet økonomiske og energimæssige konsekvenser heraf. Man vil derfor kunne finde nøgletal som; tilbagebetalingstid, elforbrug per m², mv. I den samlede analyse af butiksrapporterne, som præsenteres i dette afsnit vil en mindre detaljeret gennemsnitsanalyse tegne et større billede af potentialerne for energibesparelser i butiksbelysningen i Roskilde Centrum.

Gennemsnitsanalyse

I det følgende afsnit bliver resultaterne fra butiksrapporterne præsenteret ved en gennemsnitsanalyse. (Datagrundlaget findes i bilag 1)

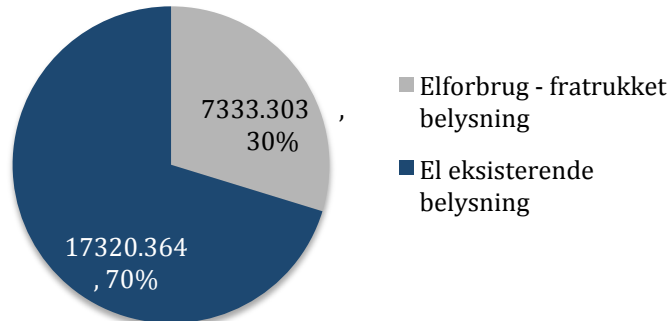
Energiforbrug

I de undersøgte butikker udgør elforbruget til belysning ca. 70 % af det samlede gennemsnitlige elforbrug på 24.654 kWh/år. Det er derfor hér det største energibesparelspotentiale på el findes for butikkerne.



Figur 8: Det samlede elforbrug ved den eksisterende belysning for den gennemsnitlige butik

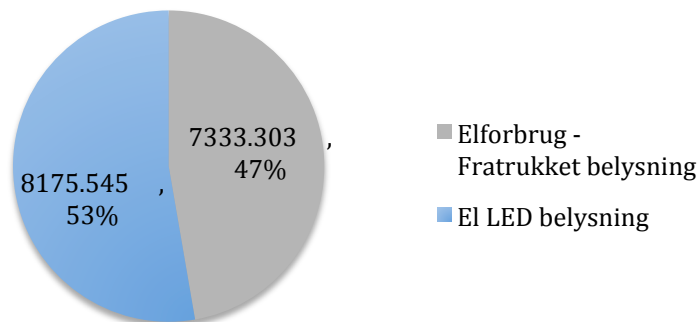
Eksisterende = 24.654 kWh



Ved investering i ny energirigtig LED kan elforbruget i butikkerne nedbringes betydeligt. Dette ses i gennemsnitsanalysen ved investering i LED, hvor elforbruget til belysning halveres og det samlede elforbrug nedbringes til 16.067 kWh/år. Derudover ses det, at elforbruget til belysning reduceres til 53 % af det samlede elforbrug.

Figur 9: Det samlede elforbrug ved investering i ny LED belysning beregnet på gennemsnittet fra butiksrapporterne.

LED = 15.509 kWh



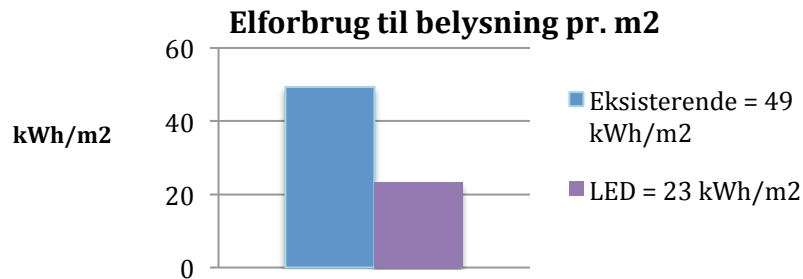
Elforbruget til belysning i forhold til butikkernes størrelse er varierende, det er dog gennemgående i butiksrapporterne, at salgs- og udstillingsarealer har en markant højere installeret effekt. Det er derfor på disse arealer, der er den største gevinst ved installation af LED teknologi. Det lavere forbrug på kontor- og lagerarealer gør det mindre attraktivt at erstatte den eksisterende belysning med LED belysning. Her kan det vise sig at opsætning af bevægelsessensorer vil have en større effekt. Bevægelsessensorer kan nedbringe den unødvendige belysning og derved mindske spild i elforbruget.

Det gennemsnitlige elforbrug pr. m² til belysning vil også kunne reduceres betydeligt ved udskiftning af den eksisterende belysning med LED belysning. Gennemsnitsanalysen

Belysning

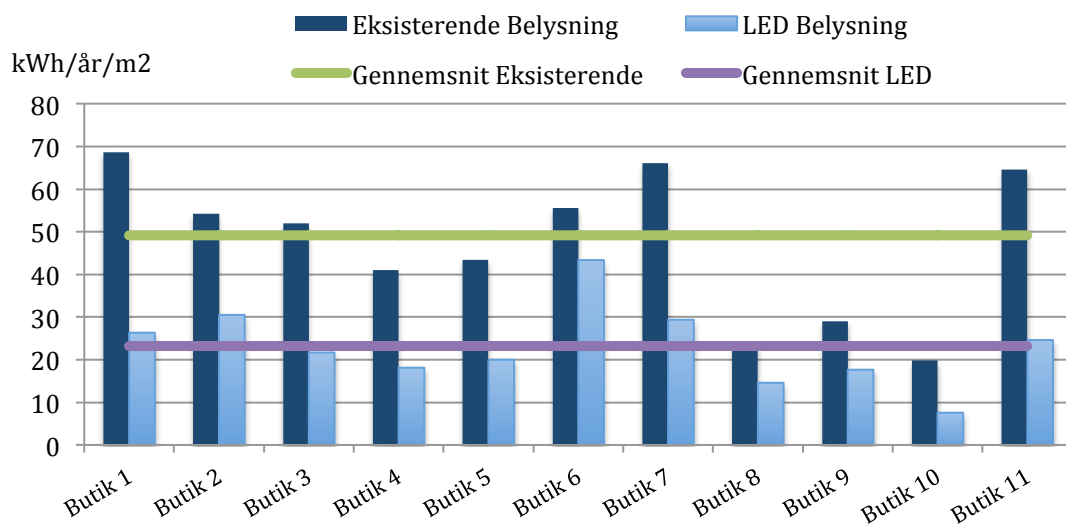
viser, at det gennemsnitlige energiforbrug til belysning pr. m² kan reduceres med ca. 50% fra 49 kWh/m² til 23 kWh/m².

Figur 10: Det samlede elforbrug pr. kvadratmeter for den gennemsnitlige butik



Fordelingen af kWh/år/m² på de medvirkende butikker vises i figur 6. Der er en tendens til at de mindre butikker har et mindre kWh/år/m² forbrug end de store og mellemstore butikker. Dette kan skyldes, at de mindre butikker har mere vinduesareal/m² end de store og mellemstore butikker og derfor får en større del naturligt lys ind i butikken, plus det faktum, at der for de små butikkers vedkommende allerede er taget initiativer, der sænker energiforbruget til belysningen. Hvad angår butikken Ringdahl og Regitze, skyldes det høje kWh/år/m², at butikken har meget små lagerarealer og derfor ikke har arealer med lysstofrør, der har et markant lavere energiforbrug end de almindelige halogenspots til belysning af salgsarealerne. Butikkerne Butik 4 og Butik 5 skiller sig ud ved at ligge under de sammenlignelige store og mellemstore butikker. For Butik 5 gør det sig gældende, at der er et større antal ovenlysvinduer, som reducerer behovet for kunstigbelysning og dermed kWh/år/m² forbruget. For Butik 4 gør det sig gældende, at størstedelen af den installerede belysning er sparepærer på 16W. Hvorimod størstedelen af den installerede belysning i de øvrige store og mellemstore butikker er 50-70W halogenspots.

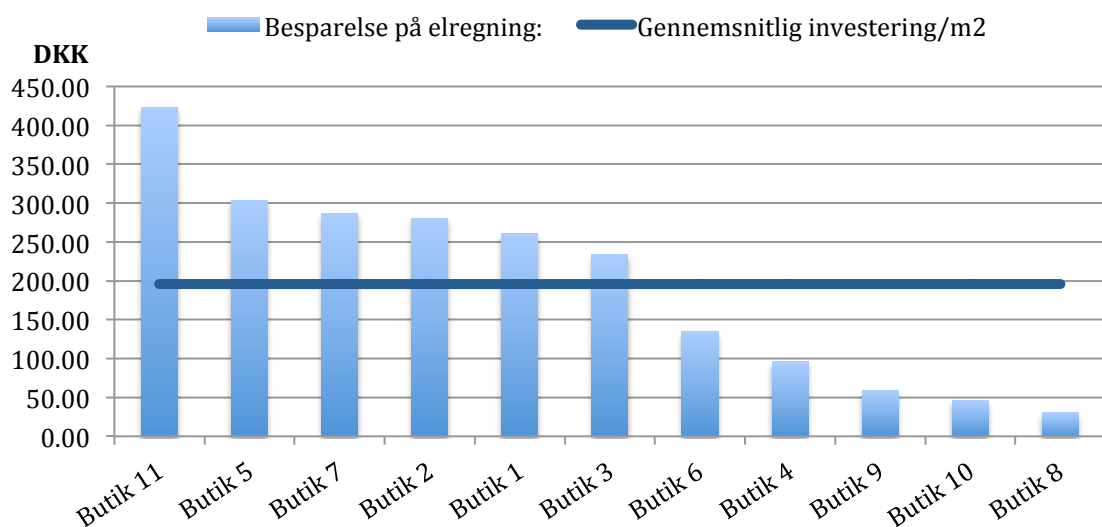
Figur 11: Viser energiforbruget fordelt på kvadratmeter for de medvirkende butikker



Investering

Figur 12 viser sammenhængen mellem kvadratmeter og investeringssum og her skiller 4 butikker sig markant ud; Butik 4, Butik 8, Butik 9 og The Butik 10. Disse butikker har det tilfældes, at de alle ved en udskiftning af deres eksisterende belysning ikke skal udskifte armatur, men i dag har belysningssystemer, hvor det er muligt/hensigtsmæssigt at udskifte pærerne i det eksisterende armatur. Dette betyder, at investeringen pr. kvadratmeter falder markant til under 100 DDK/m². Butik 6 skiller sig også ud ved en mindre end gennemsnitlig investeringssum pr. kvadratmeter. Dette skyldes, at Butik 6, sælger lamper og udelukkende foretager en udskiftning af pærer i udstillingslamper, da dette er den primære belysningen i butikken. Dette medfører bla., at udgifterne til opsætning og montering er lig 0 DKK for Butik 6, hvilket sænker investeringssummen. Butik 11's høje investeringssum pr. kvadratmeter skyldes, at der ikke er lagerarealer som kan trække investeringssummen pr. kvadratmeter ned, samt at det, med det eksisterende installerede lyssystem, ikke vil være hensigtsmæssigt at foretage en udskiftning udelukkende af pærerne, men også af armatur. Den gennemsnitlige investeringssum er lige under 200 DKK for den gennemsnitlige butik.

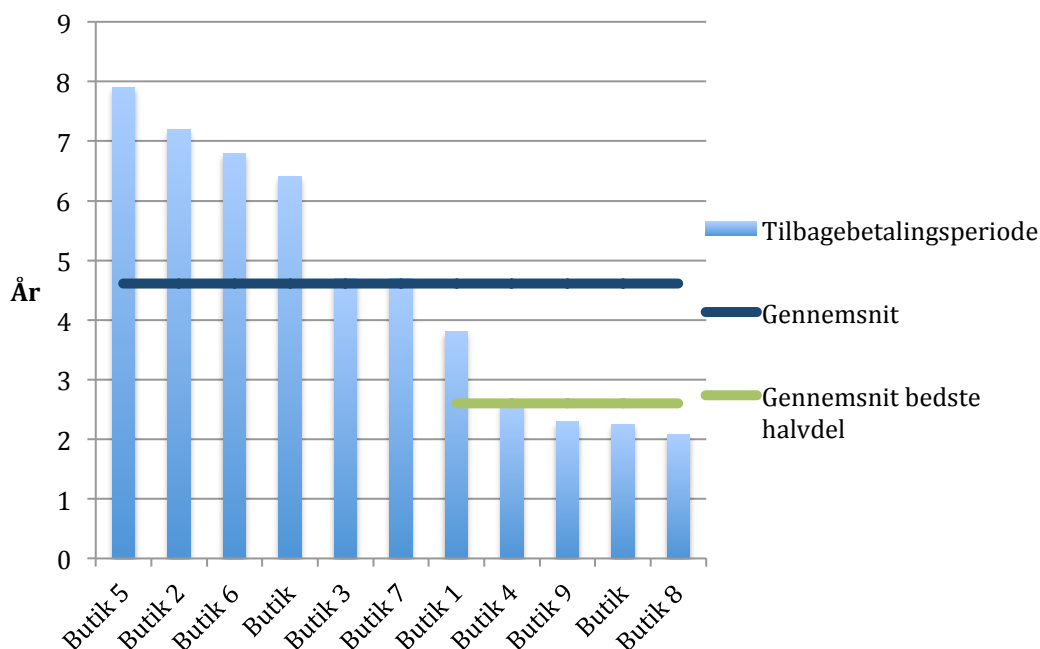
Figur 12: Sammenhængen mellem investering og kvadratmeter



Tilbagebetalingsperiode

Tilbagebetalingsperioden er af stor betydning for butikernes villighed til at investere i ny energirigtig belysning. Figur 13 viser tilbagebetalingsperioden fordelt på de medvirkende butikker, samt den gennemsnitlige tilbagebetalingsperiode for alle butikkerne og gennemsnittet for den halvdel af butikkerne med den korteste tilbagebetalingsperiode (den bedste halvdel. Se figur 13). De butikker, hvor det er hensigtsmæssigt at udskifte pærer og derved ikke nødvendigt at udskifte armatur, har en markant lavere tilbagebetalingsperiode. Her kan bl.a. nævnes butikkerne Butik 4, Butik 9 og Butik 8. Samtidig ses det, at Butik 1 har en tilbagebetalingsperiode, der ligger et stykke under gennemsnittet, her skyldes det en relativ høj energibesparelse ved installation af LED grundet et højt energiforbrug i det eksisterende lyssystem.

Figur 13: Tilbagebetalingsperioden fordelt på de medvirkende butikker, samt den gennemsnitlige tilbagebetalingsperiode for alle butikkerne og den bedste halvdel.



Står en butik overfor en uundgåelig, eller nødvendig udskiftning, hvor der skal prioriteres mellem reinvesteringen i et halogensystem eller investeringen i et nyt LED systemet, kan Total Cost Assessment (TCA) give et økonomisk overblik ift. levetidsomkostningerne for de to systemer.

TCA belyser de samlede udgifter for en given investering, hvilket giver mulighed for at sammenholde investering i et nyt energirigtigt LED lyssystem med reinvestering i et konventionelt halogen baseret lyssystem. TCA indeholder udgifter ved investering (binding af kapital) samt driftsudgifter over lyssystemets levetid².

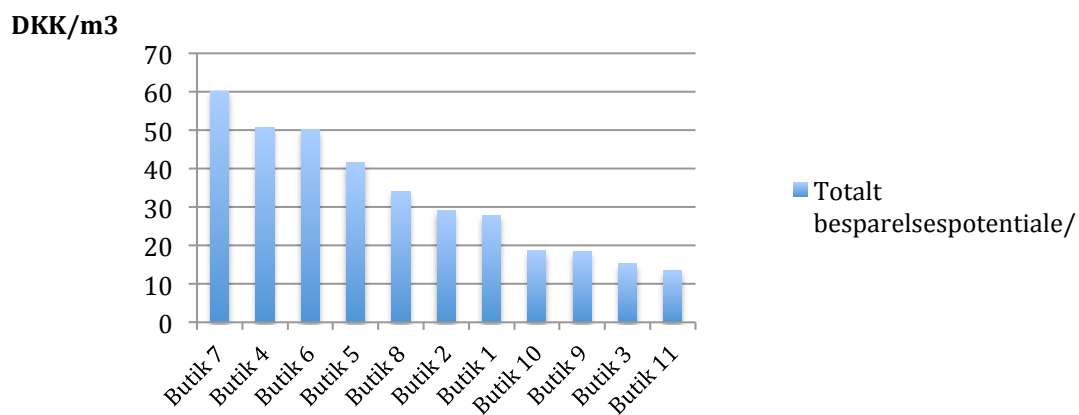
² Arbejds Rapport fra Miljøstyrelsen, no. 51 Total Cost Assessment, 1997

Finansiering

Investeringssummen og afskrivningsperioden (lyssystemets levetid) er i butikrapporterne fastsat i samarbejde med el-installatør Ibsen el-anlæg. Der forventes en levetid på 20 år (eller mere) for begge lyssystemer, da der tages udgangspunkt i armatur og ikke i lyskilden. Der anvendes en diskonteringsrente på 5 % og driftsudgifterne opgøres som de samlede udgifter til el pr. år plus det estimerede vedligehold pr. år.

Konklusionen fra analyserne af de 11 medvirkende butikker viser, at investering i ny LED belysning kan indfri et årligt besparelsespotentiale over investeringens levetid i alle butikkernes tilfælde, se figur 14. Dette betyder, at det er attraktivt for alle de medvirkende butikker at investere i et LED system fremfor et halogensystem, når butikken står over for en naturlig udskiftning af lyssystemet.

Figur 14: Besparelsespotential /m³ for de 11 medvirkende butikker.

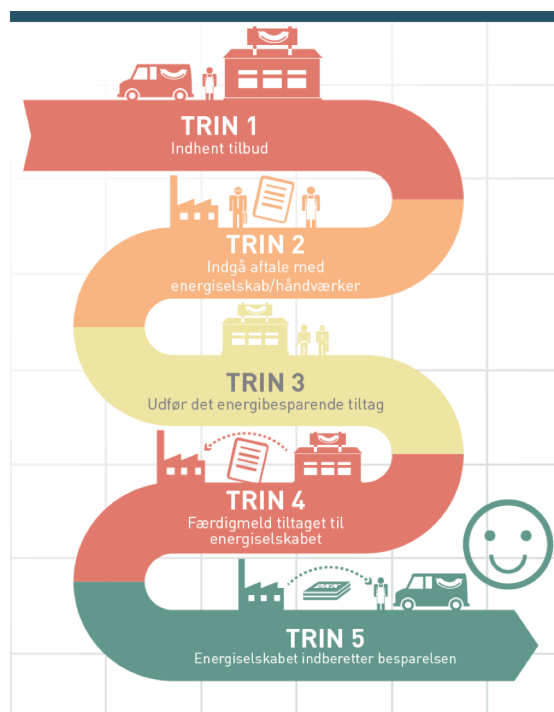


Støtte til energibesparesestiltag

Energiselskaberne har indgået en aftale med klima-, energi-, og bygningsministeren, hvor de forpligter sig til at gennemføre en årlig energibesparelse. Energiselskaberne kan enten gennemføre energibesparesestiltag i deres distributionsnet, eller købe energibesparelser af private- eller erhvervsaktører, (ENS: 2014A).

Det er vigtigt, at butikkerne tager kontakt til et, eller flere energiselskaber fra starten og indhenter mere end et tilbud til støtte af projektet. Der skal være indgået en aftale før arbejdet med energibesparelserne påbegyndes for at kunne opnå støttet til det givne projekt.

Figur 16 viser forløbet for indgåelse af aftale og udførelse af energispare tiltag.



Kilde: ENS: 2014A

Energiselskaberne afgør selv, hvilken betaling, herunder tilskud, rådgivning m.m. de vil give for retten til indberetning af de energibesparelser, de har medvirket til realiseringen af, (ENS: 2014B). Støtten udgør oftest mellem 25 – 40 øre pr. sparet kWh. Hvilket giver en støtte på 2286 til 3657 DKK for den gennemsnitlige butik. Støttebeløbet udgør ikke meget af den gennemsnitlige investeringssum på 70.812 DKK, men er værd at tage med.

Standardværdikataloget

Energistyrelens har udarbejdet et standardværdikatalog (svk), som værktøj til udregning af standardenergibesparelser ved energibesparesestiltag. I det følgende vil der foreligge en sammenligning mellem de udregnede energibesparelser fra butiksrapporterne og værdierne i svk.

De standardiserede energibesparelser opgøres ved hjælp af en standardværdi. Formålet med at fastlægge standardværdier for energibesparelser er at forenkle og simplificere opgørelsen af de realiserede energibesparelser. Opgørelsen af besparelsen sker således ved en simpel multiplikation af standardværdien med antal gennemførte initiativer, f.eks. udskiftning af 50W halogenpære til 7,1-9W LED-pære, som giver en årlig energibesparelse på 37 kWh/år

Standardværdierne er et gennemsnit af det enkelte energiforbedrende tiltag. Således kan de konkrete energibesparelsværdier være både mindre og større end den faktiske energibesparelse, (ENS: 2014C). Dette gør sig også gældende for udregningerne i butiksrapporterne.

Udregninger af støttepotentialer for de medvirkende butikker, ud fra svk-værdierne, er ikke muligt at beregne, da svk ikke har standardiserede værdier for halogenspots over 50W. De beregnede værdier for energibesparelser ligger dog meget tæt på værdierne i svk mht. halogenbelysning. For glødepærer ligger de beregnede værdier højere end de standardiserede værdier fra svk. Dette har dog ikke den store betydning for butiksrapporterne, da glødepærer i butikkerne udgør en meget lille del af den samlede belysning.

Tabel 3: Sammenligning af værdier fra beregninger og standardværdikataloget

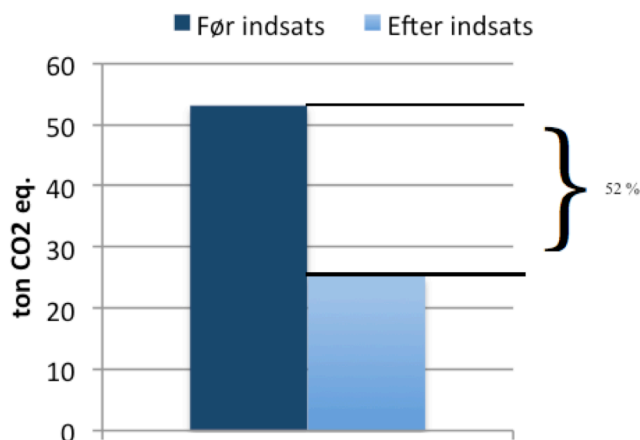
Kortlægning af butiks-belysning							
Sammenligning af beregnede energibesparelser og standardværdikataloget							
(komp.)	Antal (stk.)	installeret effekt [W]	Driftstid [timer/år]	Erstatning (butiksrapport) [W]	Erstatning (Svk) [W]	Beregnet [kWh/år]	svk [kWh/år]
Glødepære	1	60,0	1.000	6,0	7,1-9W	54	37
Glødepære	1	40,0	1.000	6,0	4,1-5W	34	23
Halogenspot	1	200,0	1.000	25,0	NA	175*	NA
Halogenspot	1	75,0	1.000	25,0	NA	50*	NA
Halogenspot	1	70,0	1.000	25,0	NA	45*	NA
Halogenspot	1	50,0	1.000	25,0	7,1 -9W	25	37
Halogenspot	1	35,0	1.000	6,0	5,1-7W	29	27
Halogenspot	1	20,0	1.000	6,0	2,51-4W	19	15

Klimaregnskab

Roskilde kommune har forpligtet sig via "borgmester pagten" til at reducere udledningen af CO₂ eq. med 20 % inden 2020 (Roskilde kommune: 2011). Hvis dette skal opnås, skal en række initiativer igangsættes i de kommende år. I dette afsnit vil der derfor foreligge en vurdering af projektets CO₂ -reduktionspotentiale.

CO₂-udledningen fra de 11 medvirkende butikker er i dag 55 ton CO₂ eq/år. Ved installation af ny LED-belysning kan dette nedbringes til 26 ton CO₂ eq/år, hvilket er en reduceret CO₂-udledning på 52%.

Figur 17: CO₂-reduktionspotentialet for den gennemsnitlige butik



For de butikker der har en høj tilbagebetalingsperiode (jf. figur 13, s. 15) vil CO₂-reduktionspotentialet vurderes til at være relativt dyrt, medmindre butikken står overfor en naturlig eller nødvendig udskiftning af lyssystem. Her vil være en klar fordel at investere i LED belysning frem for konventionel belysning og dermed realisere CO₂ reduktionspotentialet. I denne situation, hvor lyssystemet står overfor en udskiftning vil tilbagebetalingsperioden blive reduceret til mellem 2 -4 år (jf. Figur 15, s. 16) og CO₂-reduktionspotentialet vil kunne indfries relativt billigt.

Det relative reduktionspotentiale er isoleret set højt for belysning i detailhandlen og ud fra et feje-for-egen-dør princip vil initiativer mht. til energieffektivisering kunne bidrage med CO₂-reduktioner fra sektoren.

Kilder

DOE: 2012

US Department of Energy; *Life-Cycle Assessment of Energy and Environmental Impacts of LED Lighting Products, Part I: Review of the Life-Cycle Energy Consumption of Incandescent, Compact Fluorescent, and LED Lamps*; Februar 2012

DOE: 2013

US Department of Energy; *Solid-State Lighting Research and Development, Multi-Year Program Plan*; April 2013

ENS: 2014A

Energistyrelsen; *Energiforbedring af mindre erhvervsvirksomheder – Spar energi og penge – få hjælp fra energiselskaberne*; 2014

Link: <http://www.ens.dk/forbrug-besparelser/energiselskabernes-spareindsats/information-forbrugere>

ENS: 2014B

Energistyrelsen; *OFTE STILLEDE SPØRGSMÅL - ENERGI SPAREORDNINGEN ENERGI SPAREAFTALEN AF 13. NOVEMBER 2012*; Marts 2014

ENS: 2014C

Energistyrelsen; <http://www.ens.dk/forbrug-besparelser/energiselskabernes-spareindsats/standardvaerdikatalog>; 2014

Mckinsey: 2012

Mckinsey&Company; *Lighting the way: Perspectives on the globallighting market; second edition*; August 2012

Vidensakb.dk: 2014

<http://videnskab.dk/teknologi/den-lysende-led-revolution-er-pa-vej>

Bilag 1

	enhed	Butik 1	Butik 2	Butik 3	Butik 4	Butik 5
Størrelse	m2	750	650	620	500	217
Eksisterende belysning						
Årligt elforbrug:	kWh/år	63.000	?	NA	?	?
Årligt elforbrug til belysning:	kWh/år	51.447	35.247	32.260	20.481	9.424
Årlig belysningsomkostning:	DKK/år	84.373	57.995	52.906	33.589	15.455
LED belysning						
Investeringssum LED belysning:	DKK	195.290,00	182.450	145.230	47.850	65.920,00 DKK
Årligt elforbrug:	kWh/år	19.750	19.828	13.450	9.060	4.336
Årlig belysningsomkostning LED:	DKK/år	32.390	32.519	22.058	14.858	7.111
Besparelse på elregning:	DKK/år	52.000	25.476	30.848	18.731	8.344
Tilbagebetalingsperiode:	År	3,8	7,2	4,7	2,6	7,9
Total Cost Assessment						
Totalt besparelspotentiale:	DKK/år	45.124	18.879	25.748	17.050	6.029
Klimaregnskab						
CO₂ - Reduktion	Ton CO ₂ eq./år	9	4,4	5,4	3,3	1,5
CO₂ - Reduktion over levetid	ton CO ₂ eq	180	88	108	66	30

Belysning



	enhed	Butik 6	Butik 7	Butik 8	Andersen & Enig	Butik 10	Butik 11	Gennemsnit
Størrelse	m2	216	180	171	170	135	95	352
Eksisterende belysning								
Årligt elforbrug:	kWh/år	35.629	12.989	8.700	13.627	?	13.977	24.654
Årligt elforbrug til belysning:	kWh/år	11.995	11.906	3.999	4.938	2.686	6.141	17.320
Årlig belysningsomkostning:	DKK/år	19.672	19.525	6.176	8.098	4.404	10.071	28.388
LED belysning								
Investeringssum LED belysning:	DKK	29.200	51.520	5.150	10.000	6.160	40.160	70.812
Årligt elforbrug:	kWh/år	9.368	5.286	2.495	3.000	1.020	2.338	8.176
Årlig belysningsomkostning LED:	DKK/år	15.364	8.669	3.709	4.920	1.674	3.834	13.373
Besparelse på elregning:	DKK/år	4.308	10.856	2.467	3.178	2.730	6.237	15.016
Tilbagebetalingsperiode:	År	6,8	4,7	2,08	2,3	2,25	6,4	8,8
Total Cost Assesment								
Totalt besparelspotentiale:	DKK/år	3.283	9.047	2.286	3.142	2.516	4.826	14.110
Klimaregnskab								
CO₂ - Reduktion	Ton CO ₂ eq./år	0,8	1,9	0,4	0,6	0,5	1,1	2,6
CO₂ - Reduktion over levetid	ton CO ₂ eq	16	38	8	12	10	22	52,5