

LED-belysning og -styringer til gang- og fællesarealer

LED-teknologien byder på lange levetider, lavt energiforbrug, tænder med det samme og tåler at blive tændt og slukket næsten i det uendelige. LED er derfor meget velegnet til belysning af trappeopgange og fælles gangarealer samt kælder- og loftområder.

Der opnås en elbesparelse, fordi LED belysning med et mindre strømforbrug kan levere de samme lysmængder som traditionelle belysningsanlæg og ved at tabet fra forkoblinger (strømforsyninger) fjernes. Der spares desuden ekstra energi, hvis driftstiden kan reduceres ved at montere bevægelsesmeldere mv.

Ofte vil LED-lyskilden holde 2-3 gange længere end den gamle lyskilde. Her i energiløsningen beregnes alene de besparelser, der knytter sig til selve energiforbruget.

I denne energiløsning kan du regne på følgende faktorer, der har betydning for, hvilke forbedringer og besparelse, der kan opnås:

- Konvertering til LED-teknologien
- Tilføjelse af styring (akustik- og PIR-meldere)
- Kompensation for rumvarme-effekt

Anbefaling

Vejledende lysniveau for almen belysning Kravene til elektrisk belysning er skærpet i BR15, hvor pkt. 6.5.3 stk. 1 henviser til DS/EN 12464-1	Lux Minimumskrav	Formål
Kontorlokaler	300	Lys til at læse og se detaljer
Undervisningslokaler	200	Lys afstemt til at følge præsentationer på tavle og lejlighedsvis læse selv
Trappeopgang	100	Lys til at orientere sig og se trin, gelænder og niveauforskelle samt til rengøring og til at se nøglehuller
Fælles gangarealer	100	



Anbefaling fortsat

- Sørg for, at armatur, lyskilde og forkobling i LED-anlægget har samme lange levetid, så anlægget ikke kræver service og reparation i utide. Levetiderne ligger typisk på 30-50.000 timer, og LED-lyskilderne tåler et næsten ubegrænset antal tænd/sluk. Der er dog nogle typer lamper, som har kortere levetid ved hyppige tænd/sluk. Dette er angivet på indpakningen.
- Tag højde for eventuelle ekstraomkostninger til varme, når der konverteres til LED-teknologi i opvarmede rum, herunder også om der er behov for at etablere ekstra radiatorer.
- Tag stilling til, hvilke krav der bør stilles til lysets farve (Kelvin-værdi), lysets evne til at skabe farvegenkendelse (Ra-værdi) og det nødvendige lysniveau (Lux-værdi). Søg eventuel råd hos installatør eller producent.
- Indret korrespondance-kontakter og lysstyring i gennemgangsarealer, som fx kældre, så der kun kommer lys i det område, man benytter, når man aktivt beder om det ved at trykke på kontakten. En bevægelsessensor kan sørge for, at lyset holdes tændt, indtil området forlades. Der er som regel ingen grund til at tænde lyset, hvis man fx blot går et skridt ind i lokalet for at stille noget fra sig eller bare skal gå igennem.
- Anvend akustisk styring i trappeopgange eller kringledede kældergange, hvor det er vigtigt, at lyset tænder, så snart man går ind. LED-lyskilder tænder med det samme i modsætning til nogle af de tidligere generationer af lav-energiløsninger.

Fordele ved LED-løsninger

- El-besparelse: LED-teknologien udnytter energien meget effektivt, dvs. der bruges mindre strøm til at opnå samme lysniveau.
- Bedre lys: LED-løsninger kan optimere lysets egenskaber og tænder med det samme.
- Lang levetid: Der spares omkostninger til udskiftning og service.
- Ingen spild: Der er ikke tab til forkoblinger, og lysstyring sørger for, at lyset kun er tændt, når der er brug for det.
- Præventiv virkning mod indbrud og hærværk, når lyset tænder selv.
- Tryghed: Øget personlig sikkerhed ved ophold i og omkring belyste arealer.

Gennemgang af belysningsanlæg

Inden der skiftes til LED, er det en god idé at gennemgå det eksisterende belysningsanlæg for at sikre, at LED-løsningen kommer til at passe til behovet. Det kan være komplekst at vurdere et lys-anlæg, da der er mange parametre at forholde sig til. Følgende bør om muligt gennemgås:

- Armaturer: type, alder, slid, snavs, egnethed i forhold til LED-konvertering.
- Forkoblinger: jernkerne- eller HF-type, alder, tændingsmekanik (glimtænder).
- Parabol: er der en reflektor i armaturet, og er den ren og blank.
- Automatik: er der tænd/sluk-ur, bevægelsessensor eller dagslysstyring.
- Tænd/sluk: er der korrespondancekontakter eller anden manuel fjernstyring.
- Lyskilder: hvor lang tid tager det, før der er fuld lysstyrke, når lyset tændes første gang.
- Lysniveau og kvalitet: er der nok lys til de aktuelle gøremål og til rengøring.
- Omgivelser: er der behov for rengøring eller farveskift for at udnytte lyset bedre.
- Dagslys: er ovenlys og vinduer i stand til at give det forventede lysindfald.

Dimensionering og teknologivalg

I ældre bygninger kan belysninger være renoveret flere gange, og det vil være det bygningsreglement, der var gældende ved den seneste renovering, som har bestemt dimensionerne på det nuværende anlæg.

De gældende krav i BR15 siger bl.a., at der til almen belysning af fælles adgangsveje skal benyttes lyskilder med en energieffektivitet på minimum 50 lm/W.

En LED-lyskilde til montering i et lysrørsarmatur har en energieffektivitet på mere end 90 lm/W.

Der kan være væsentlig forskel på det lysudbytte, man vil opleve i praksis. LED-lyskilder udsender lyset i en specifik retning og kan derfor monteres, så alt lyset rammer det fælles gangareal. De konventionelle lyskilder udsender lys i alle retninger. Det betyder i praksis, at den lysmængde, der når ned på det fælles gangareal, afhænger af, hvor godt armaturet er til at reflektere lyset i den ønskede retning.

Eksempel på lyskilders energieffektivitet	Lysudbytte	Farvetemperatur	Ra-index
150 cm 21-23 W LED-rør til erstatning af 150 cm 58 W T8-lystofrør	90-120 lm/W	3000 Kelvin	Ra > 80
150 cm 58 W T8-lystofrør	80-95 lm/W	3000 Kelvin	Ra > 80
Kompaktlystofrør, 16W butterfly, 2-pin	60-70 lm/W	2700 Kelvin	Ra > 80
Sparepære, 14 W, E27	50-60 lm/W	2500 Kelvin	Ra = 80

Den bedste måde at vurdere lysudbyttet på i praksis er ved at måle lyset i gangarealet med et lux-meter.

Alle typer lysstofrør skal bruge forkobling til at begrænse strømmen gennem lampen. Tidligere benyttedes udelukkende induktive jernkernespole til dette. De er holdbare og modstandsdygtige overfor overspændinger, men de kan ikke lysdæmpes og har et stort energitab (15-25 % oven i lyskildens effekt). Tabet i de nyeste generationer af elektroniske forkoblinger er helt nede på 0 % eller ca. 6 %, hvis de er med lysdæmpning.

En del af de ældre armatur-typer kan konverteres direkte til LED, hvorved energitabet reduceres til næsten nul. Samme effekt opnås ved at udskifte det komplette armatur til LED.

En sparepære er teknisk set også et lysstofrør, men her er forkoblingen integreret i fatningen. Derfor skal der ikke regnes med tab i forhold til den Watt-angivelse, der står på sparepæren.



Typiske tab i forkoblinger og transformatorer, opgivet i % af lyskildens eget effekteftag De typiske værdier ligger indenfor de anførte EEI-klasser (Energy-Efficient-Index)	Konventionel mekanisk forkobling (glimtænder) EEI Class C eller D Armaturer før 2006	Nyere mekanisk forkobling (glimtænder) EEI Class B	HF forkobling EEI Class A Uden/med dæmp*
Lysstofrør, fx 58W T8, 150 cm i et standardarmatur	25 %	15 %	0 %/6 %

*Dæmpningsfunktion er nødvendigt ved dagslysstyring.

Forskellige typer af styring

Trappeautomater

I trapperum er det almindeligt at benytte styring via ”trappeautomater”, som for hvert tryk lader lyset brænde i en kort periode, så man kan nå op på etagen og ind i sin lejlighed. I opgange hvor der ikke er dagslys-indfald, er lyset ofte tændt hele tiden.

Akustisk styring

Med akustisk aktivering af LED-belysning opleves det, som om at lyset er tændt hele tiden, fordi styringen

reagerer, så snart døren begynder at bevæge sig, og LED-lyskilden giver fuld lysstyrke med det samme.

Tilstedeværelsessensorer

En tilstedeværelsessensor sikrer, at lyset er tændt, så længe der er nogen i opgangen. Resten af tiden er der slukket. Besparelsen afhænger af benyttelsesfaktoren (hvor meget trafik der er i opgangen eller på gangarealet).

Vejledende benyttelsesfaktorer Hvis benyttelsesfaktoren vurderes at være anderledes end vist i dette skema, fastsættes en faktor efter egen vurdering.	Faktor	Driftstimer pr. år
Konstant lys	1,0	8.760
Fællesgang, etage med kontorer, værelser eller lejligheder - manuel tænd/sluk	0,9	7.884
Fællesgang, etage med kontorer, værelser eller lejligheder Bevægelsessensor/akustikstyring	0,7	6.132
Trappeopgang, boligejendom - manuel tænd/sluk	0,4	3.504
Fællesgang, kælder/loft - manuel tænd/sluk	0,3	2.628
Trappeopgang, boligejendom - trappeautomat/bevægelsessensor/akustikstyring	0,2	1.752
Fællesgang, kælder/loft - bevægelsessensor/akustikstyring	0,1	876

Energibesparelse ved konvertering til LED

I tabellen på næste side kan du få en hurtig beregning af besparelsen ved én-til-én LED-konvertering af konventionelle lysstofrør og sparepære.

Fx vil LED-konvertering af 16 stk. 58W T8-rør give en besparelse på $16 \times 437 = 9963$ kWh om året. Hvis benyttelsesfaktoren er 0,7, vil besparelsen være $0,7 \times 9963 = 6974$ kWh.

Hvis området er opvarmet, skal der tilsvarende fratrækkes $16 \times 175 \times 0,7 = 2790$ kWh varme.

En mere præcis beregning, hvor du samtidig kan indregne effekten af at tilføje ny lysstyring, kan foretages som vist i eksemplerne på de efterfølgende sider.

Besparelse pr. lyskilde ved LED-konvertering én-til-én Tabellen viser to værdier: Lyskilde med høj effekt, fx 58W -> 22W LED og Lyskilde med lavere effekt, fx 36W -> 18W LED	El-besparelse Lyskilde og forkobling kWh el	Varmetilskud* Kompensation for armaturets varmetilførsel kWh varme	Forventet oplevelse af belysningen Efter konvertering til LED, 3000 Kelvin
Eksisterende armaturer med lysstofrør:			
T8-rør, 58W/36W konverteres til 22W/18W LED Dårlig stand Ældre standardarmatur med T8-rør, mørkt/snavset kabinet med lav lysrefleksion og med mekanisk forkobling (glimtænder, før 2006), 2700 Kelvin	437/232	175/93	Oplevelse af mere lys, som tænder på fuld styrke. Luxmåling op til 25 % højere og lysets farve er mere hvid.
T8-rør, 58W/36W konverteres til 22W/18W LED Middel stand Nyere standardarmatur med T8-rør, hvidt kabinet med nogen lysrefleksion og højeffektiv mekanisk forkobling (glimtænder, efter 2006), 2700 Kelvin	386/200	154/80	Oplevelse af uændret eller lidt øget belysning, som tænder på fuld styrke. Luxmåling op til 10 % højere, og lysets farve er mere hvid.
T8-rør, 58W/36W konverteres til 22W/18W LED <i>eller</i> T5-rør, 49W/32W konverteres til 22W/18W LED God stand Nyere standardarmatur med T8-rør, blank parabol med høj lysrefleksion og HF-forkobling, 3000 Kelvin Ved konvertering til LED giver de viste T5- og T8-rør nogenlunde samme besparelse.	310/153	126/63	Oplevelse af uændret lysniveau, og nu med fuld styrke fra starten. <i>Værdi i parentes gælder for eksisterende HF-forkobling, som har dæmpningsfunktion.</i>
Eksisterende armaturer med andre lyskilder:			
Sparepære, 15W/9W konverteres til 10W/6W LED Middel stand Almindelig sparepære, armatur i middel stand, uden effektiv reflektor	44/26	18/11	Oplevelse af lys som har fuld styrke med det samme**. Lysets farve er mere hvid.
Kompakt-rør, 28W/11W konverteres til 18W/7W LED Middel stand Type "Butterfly", PL-S, PL-C eller PL-T, 2700 Kelvin. Armatur i middelstand, uden effektiv reflektor	150/60	60/24	

*LED-løsningerne er mere effektive og udstråler mindre varme. Termostatregulerede radiatorer vil derfor automatisk kompensere ved at tilføre mere varme. I tabellen antages et varmetilskud på 40 % af el-besparelsen. Se også beregningseksempel på næste side.

**Opvarmningstider for lysstofrør og sparepærer er mærkbare. Ofte tager det mere end 3 minutter, før 90 % af lysstyrken er til stede. Kilde: http://cubus-adsl.dk/elteknik/faq/lysstofroer_fuld_lysstyrke.php

Eksempel på energibesparelse ved lysoptimering med LED i gangarealer på etager

Forudsætninger	<p>De fælles gangarealer i en kollegie-ejendomme er opvarmede og udgør 60 m² pr etage. Forde- lingsgangene på hver af de tre etager er monteret med 10 armaturer, som hver indeholder 2 stk. 120 cm T8 lysstofrør à 36W. Armaturerne er af ældre type med glimtænder. Benyttelses- faktoren er 1.0, fordi der i dette tilfælde ikke er vinduer i gangarealerne, og man har valgt at lade lyset være tændt døgnet rundt (8760 timer/år).</p> <p>Elprisen er 2,30 kr./kWh, og fjernvarmeprisen er 0,60 kr./kWh</p> <p>Det samlede årlige energiforbrug beregnes som: Antal etager x antal armaturer x antal rør x rør-effekt [W] x tabsfaktor x driftstimer pr. år. Ved at dividere med 1000 omregnes til kWh.</p> <p>Energiløsningen omfatter konvertering af armaturer til LED-rør samt tilføjelse af en akustisk styring. Benyttelsesfaktoren reduceres derved til 0,7.</p> <p>40 % af den opnåede el-energiebesparelse antages at ske i fyringssæsonen, hvor bygningens termostatstyrede radiatorer automatisk vil tilføre tilsvarende mere fjernvarme.</p>	
Årlig energibesparelse i kWh	<p>Elforbrug, gl. lysanlæg: $3 \times 10 \times 2 \times 36 \times 1,25 \times 8.760/1.000 =$</p> <p>Elforbrug, LED: $3 \times 10 \times 2 \times 18 \times 1,00 \times 8.760/1.000 =$</p> <p>El-besparelse, LED: $23.652 - 9.461 =$</p> <p>Besparelse ved akustik-styring af LED (faktor 0,7) $(1-0,7) \times 9.461 =$</p> <p>Samlet el-besparelse $14.191 + 2.838 =$</p> <p>Varmetilskud (40 %, fratrækkes): $0,4 \times 17.029 =$</p> <p>Besparelse: $17.029 - 6.812 =$</p>	<p>23.652 kWh</p> <p>9.461 kWh</p> <p>14.191 kWh</p> <p>2.838 kWh</p> <p>17.029 kWh</p> <p>6.812 kWh</p> <p>10.218 kWh</p>
Årlig energibesparelse i kr.	<p>Besparelse, el: $17.029 \text{ kWh} \times 2,30 \text{ kr.} =$</p> <p>Omkostning til varmetilskud: $6.812 \text{ kWh} \times 0,60 \text{ kr.} =$</p> <p>Besparelse: $39.168 - 4.087 \text{ kr.} =$</p>	<p>39.168 kr.</p> <p>4.087 kr.</p> <p>35.081 kr.</p>
Årlig CO₂-besparelse i kg	<p>CO₂-besparelse, el: $0,440 \text{ kg/kWh} \times 17.029 \text{ kWh} =$</p> <p>CO₂-tillæg, varme: $0,115 \text{ kg/kWh} \times 6.812 \text{ kWh} =$</p> <p>CO₂-besparelse: $7.493 - 783 \text{ kg} =$</p>	<p>7.493 kg</p> <p>783 kg</p> <p>6.710 kg</p>

Eksempel på energibesparelse ved lysoptimering med LED i trappeopgang

Forudsætninger	<p>En ejendom med 8 opgange med hver 12 stk. sparepærer à 15 W er forsynet med gammeldags mekaniske trappeautomater (3 minutter). Armaturerne er af ældre type i middel stand. Der er vinduer i opgangen. Benyttelsesfaktoren er anslået til 0,2, svarende til at lyset gennemsnitligt er tændt i 20 % af årets 8760 timer. Der er ikke varme i opgangene.</p> <p>Elprisen er 2,30 kr./kWh</p> <p>Armaturer udskiftes til 10W LED med samme lysstyrke, og trappeautomaterne erstattes af akustik-styring af hensyn til komforten.</p>	
Årlig energibesparelse i kWh	<p>Elforbrug, gl. lysanlæg: $8 \times 12 \times 15 \times 0,2 \times 8760/1000 =$</p> <p>Elforbrug, LED: $8 \times 12 \times 10 \times 0,2 \times 8760/1000 =$</p> <p>Besparelse, el: $2.522 - 1.681 =$</p>	<p>2.522 kWh</p> <p>1.681 kWh</p> <p>841 kWh</p>
Årlig energibesparelse i kr.	<p>Besparelse, el: $841 \text{ kWh} \times 2,30 \text{ kr.} =$</p>	<p>1.934 kr.</p>
Årlig CO₂-besparelse i kg	<p>CO₂-besparelse, el: $0,440 \text{ kg/kWh} \times 841 \text{ kWh} =$</p>	<p>370 kg</p>

CO₂-udledning for forskellige opvarmningsformer:

- Naturgas: 0,205 kg CO₂ pr. kWh
- Fyringsolie: 0,265 kg CO₂ pr. kWh
- Fjernvarme: 0,115 kg CO₂ pr. kWh
- El: 0,440 kg CO₂ pr. kWh

Varmeproduktion ved forskellige brændsler:
1 liter olie = 10 kWh, 1 m³ naturgas = 11 kWh.

Det er kun nye kondenserende kedler, der kan udnytte hele energiindholdet.
Hvis virkningsgraden for en ældre kedeltype ikke er kendt, kan man som tommel-
fingerregel regne med 80 % udnyttelse.

Udførelse

Udskiftning af lyskilder kan udføres af alle, men konvertering af armaturer, der omfatter indgreb i armaturet (forkoblinger og ledningsforbindelser), skal som udgangspunkt altid foretages af en autoriseret elinstallatør, som bl.a. skal sørge for, at armaturet bliver korrekt mærket.

Følg altid producentens monterings- og mærkningsanvisning.

Visse armaturer er ikke egnede til konvertering. Spørg el-installatøren, hvis der er tvivl.

Styringer skal være enkle at justere, og der skal følge skriftligt instruktionsmateriale med

Bevægelses- og tilstedeværelses-sensoren bør placeres på en fast og stabil flade med frit udsyn til det "overvågningsområde", der skal aktivere tænding af belysningen. Placeringshøjde, dækningsvinkler mm. fremgår af monteringsanvisningen.

Tjekliste

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Lyskilde	Er der kompaktrør, sparepærer eller almindelige glødepærer?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 1
Lyskilde med forkobling/trafo	Er der armaturer med T8-lysstofrør og gamle forkoblinger med glimtænder?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 2
Armatur/parabol	(Kan bl.a. kendes på, at lyset blinker et par gange, når man tænder.)	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 3
Lysbehov - lux	Er armaturet uden hvid eller blank parabol, som kan kaste lyset fremad?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 4
Lysbehov - driftstid	Virker lyset svagt i forhold til det forventede på det pågældende sted?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 5
Dagslys - skygge	Er lyset tændt, når der ikke er trafik eller behov i det belyste område?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 6
Tænd/sluk - styring	Er der unødige og uhensigtsmæssige forhold som skygger for dagslysindfald?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 7
Omgivelser	Er tænd/sluk funktionen hensigtsmæssig? Kan man fx komme til at gå fra lyset tændt, eller tænder lyset på trappen ikke hurtigt nok?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 8
Ledningsføring - krav	Er der mørkt og/eller snavset i opgangen eller fællesarealet?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 9
Ledningsføring - ønsker	Opfylder det eksisterende belysningsanlæg gældende krav til elsikkerhed og elinstallationer? Er der ønsker om fx skjult ledningsføring eller anden form for beskyttelse af installationen?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 10

1. Lyskilde

Kompaktrør og sparepærer bør udskiftes med LED lyskilder. Herved opnås en større elbesparelse. Se mere om lyskilder på <http://spareenergi.dk/forbruger/el/belysning>

2. Lyskilde med forkobling eller trafo

Lysstofrør bør udskiftes til LED-rør, hvis armaturet er egnet til konvertering. Det gælder især de ældre armaturer med glimtændere og ældre typer forkoblinger.

3. Armatur/parabol

Armaturer uden parabol sluger en stor del af lyskildens lyseffekt og bør derfor udskiftes eller konverteres til LED-løsninger, som kaster hele sin lyseffekt direkte fremad i en afgrænset spredningsvinkel og koncentrerer lyset der, hvor det skal bruges.

4. Lysbehov - lux

For svagt lys i fællesarealer kan forårsage uheld. Tjek lysniveauet med et lux-meter i et antal repræsentative målepunkter, og vurder målræsultaterne i forhold til minimumskravene i bygningsreglementet (se også tabel ovenfor).

5. Lysbehov - driftstid

En etageejendom til beboelse er i drift døgnet rundt. Men der kan være offentligt tilgængelige fællesarealer, hvor det kan lade sig gøre at slukke fx om natten. Alle områder, som ikke er offentligt tilgængelige, bør være styret via akustik- og/eller tilstedeværelsesføler. Det gælder også visse udendørs arealer. Se mere herom i energiløsningen om styring af udendørsbelysning.

6. Dagslys - skyggeforhold

Uønsket skygge kan opstå, når bevoksning dækker for vinduer og ovenlys, eller hvis disse er snavsede, punkterede (tilduggede) eller på anden måde blokeret for lysindfald. Jo mere dagslys der kommer ind, jo større besparelse er der ved at benytte dagslysstyring af lysanlægget.

Virksomhedens stempel og logo:

VEB påtager sig intet ansvar for eventuelle fejl og mangler i hverken trykt eller digitalt informationsmateriale eller for tab, der måtte opstå som følge af dispositioner på baggrund af materialet. VEB forbeholder sig ret til uden forudgående varsel at foretage ændringer i materialet.

7. Tænd/sluk - styring

Man bør ikke kunne gå fra lyset i fx et loftrum, uden at det slukker af sig selv. Visse lyskilder, fx lav-energipærer og ældre lysstofrør, bruger op til flere minutter på at varme op, før de afgiver fuld lyseffekt. Det er ikke godt i trappeopgange og gennemgangsarealer. I disse tilfælde bør der konverteres til LED, som tændes via akustikføler, altid tænder med 100 % effekt med det samme og først slukker, når en tilstedeværelsesføler fortæller, at der ikke længere er nogen i området.

8. Omgivelser

Hvis vægge, lofter, gulve og eventuelle møbler er i mørke farver (eller mørke af snavs), reflekteres både dagslys og elektrisk lys dårligt. Overflader i fællesarealer bør have lyse farver, og eventuelle kontraster bør understøtte svagtseendes genkendelse af trappetrin og niveauforskelle, uanset om belysning sker ved dagslys eller elektrisk. Vindueskarme og -rammer bør også være hvide/lyse, så dagslys reflekteres ind i lokalet.

9. Ledningsføring krav

Belysningsanlægget skal ændres, så det opfylder gældende krav til el-installationer. Oplys bygningsejeren om, hvilke konkrete fejl og mangler der skal udbedres.

10. Ledningsføring ønsker

Er der forhold, besværliggør installationen og gør den dyrere, skal bygningsejeren gøres opmærksom på det.

Yderligere information

SparEnergi:

<http://spareenergi.dk/forbruger/el/belysning>

http://spareenergi.dk/sites/forbruger.dk/files/contents/publication/guide-til-nyt-lys/belysningsfolder_-_01-2014.pdf

Bolius:

<https://www.bolius.dk/10-gode-raad-om-at-vaelge-lyskilder-14473/>

Energiwiki:

<http://energiwiki.dk/index.php/Belysning>

Ecospecifier:

<http://www.ecospecifier.com.au/media/7230/Ballasts%20-%20High%20Performance%20Comparisons.pdf>

Kontakt Videncenter for Energibesparelser i Bygninger

Du kan ringe til os på tlf. 7220 2255, hvis du har spørgsmål.

Eller gå ind på hjemmesiden:

www.ByggeriOgEnergi.dk



Videncenter for Energibesparelser i Bygninger