



Byggeri og Energi

Videncenter for Energibesparelser i Bygninger

GUIDE

Belysningsystemer

INDHOLD

BELYSNINGSSYSTEMER	3
Symptomer på energi-ineffektive belysningsystemer	3
Energioptimale belysningsystemer	3
GRUNDLAG FOR DIMENSIONERING AF BELYSNINGSANLÆG	4
TJEKLISTE	5
YDERLIGERE INFORMATION	10

Udgivet oktober 2011. Revideret December 2023.

BELYSNINGSSYSTEMER

Målet for et energivenligt belysningsystem er et lavt årligt elforbrug pr. m² gulvareal og en god belysningskvalitet, således at der altid er den rette belysning i alle områder af arbejdslokalerne på de rette tidspunkter. For at opnå et energivenligt belysningsystem er det nødvendigt med omhyggelig planlægning, beregning, komponentvalg og dokumentation af anlæggene.

Regulering af belysningen, effektive lyskilder, effektive armaturer og differentiering af belysningen giver gode muligheder for at begrænse energiforbruget, reducere varmebelastningen fra belysning og samtidig opnå god belysningskvalitet.

Symptomer på energi-ineffektive belysningsystemer

Belysningsystemer skal passes og plejes for at fungere korrekt. Dette gælder også den tilhørende automatik der styrer og regulerer systemerne. Det ses dog ofte, at disse systemer ikke drives og vedligeholdes efter forskrifterne fra leverandøren eller installatøren, hvilket ofte medfører ringe belysningskomfort for bygningsbrugere og højere energiforbrug end nødvendigt.

Typiske symptomer på energi-ineffektive belysningsystemer er:

- For høj eller for lav belysningsstyrke
- Tilsmudsede armaturer og lyskilder
- Ingen styring og regulering af belysningen (fx ure, bevægelsesmeldere eller dagslysstyring)
- Høj installeret effekt pr. m²
- Højt elforbrug pr. m²

Energioptimale belysningsystemer

For at opnå en energioptimal drift af et belysningsystem er det vigtigt, at det er dimensioneret korrekt. En korrekt dimensionering kræver, at der er foretaget en analyse og vurdering af det reelle behov, som anlægget skal dække (behovsanalyse).

På baggrund af behovsanalysen vælges, blandt andet vha. et lysberegningsprogram, den optimale systemudformning med de mest energieffektive komponenter (armaturer, lyskilder og forkoblinger) samt det mest energioptimale styrings- og reguleringsudstyr (ur, bevægelsesmeldere eller lysfølere).

Ældre armatur med T8-lysstofør



LOVGIVNING VEDR. LYSKILDER

Som udgangspunkt må der kun installeres armaturer med LED-kilder. Andre lyskilder må kun anvendes så længe lager haves.

Fra den 24. august 2023 er det ikke længere tilladt at importere eller producere lysstofrør i EU, fordi rørene indeholder kviksølv. EU har besluttet af udfase rørene som følge af RoHS direktiv 2011/65/EU, som begrænser anvendelsen af farlige stoffer i elektrisk udstyr.

Så længe der er lagre må lysrørene sælges, købes og bruges - også efter den 24. august 2023.

Hvad er dine muligheder?

Hvis du ønsker at fortsætte med lyskilder, så kan du enten,

1. Skifte til LED rør. Der findes flere forskellige varianter af den samme længde LED lysstofrør. Forskellen varianterne imellem er watt forbrug og lumen mængde. Så vær OBS på, hvad du køber ift. hvor du skal bruge det. Der er stor forskel på om, led røret skal lyse en kælder eller et højloftet lager op.

2. Købe ind til lager. Men gør det i god tid. Som følge af forsyningskrisen har også belysningsmarkedet længere leveringstider end normalt på helt almindelige lysstofrør.

Udover at skifte til led lyskilder, er det også en mulighed at skifte til ny LED belysning.

Ombygning af armaturer

Vær opmærksom på sikkerhed, hvis du ombygger armaturer. Fabrikanten af et retrofit-sæt skal erklære, hvilke armaturer sættet er egnet for.

Fabrikanten af retrofit-sættet har ansvaret for, at de armaturer, som han erklærer sættet egnet for, er sikre efter ombygningen. Det vil sige, at de ombyggede armaturer skal opfylde kravene i Lavspændingsdirektivet og EMC-direktivet.

Normalt vil dette være kravene i de gældende harmoniserede standarder under de forudsætninger, som fabrikanten måtte have angivet.

Det vil sige, at det ikke kun er selve retrofit-sættet, der skal opfylde kravene.

Fabrikanten af retrofit-sættet skal sikre, at hele det færdig-ombyggede produkt opfylder kravene.

Det gælder dog kun for de armaturtyper, han har erklæret retrofit-sættet egnet for og under forudsætning af, at ombygningen er udført efter en entydig vejledning.

<https://www.sik.dk/erhverv/produkter/el-produkter/vejledninger/sikkerhed-ved-elprodukter/ombygning-belysningsarmaturer>

Nyt armatur med LED-lyskilder



GRUNDLAG FOR DIMENSIONERING AF BELYSNINGSANLÆG

Belysningsanlæg skal dimensioneres, så de lever op til kravene i Bygningsreglementet:

- Belysningen i arbejdsrum mv. og fælles adgangsveje skal overholde kravene i DS/EN 12464-1 (Lys og belysning - Belysning ved arbejdspladser - Del 1: Indendørs arbejdspladser).
- Arbejdsrum mv. og fælles adgangsveje skal forsynes med effektiv belysning.

Energieffektiv belysning betyder bl.a., at man anvender lyskilder med en virkningsgrad for færdselsarealet eller arbejdspladsernes omgivende felter/ almenbelysningen på over 100 lm/W (LED-rør) og effektbelysning samt arbejdspladsbelysning på over 50 lm/W (LED-pærer/lyskilder).

Arbejdspladsbelysning



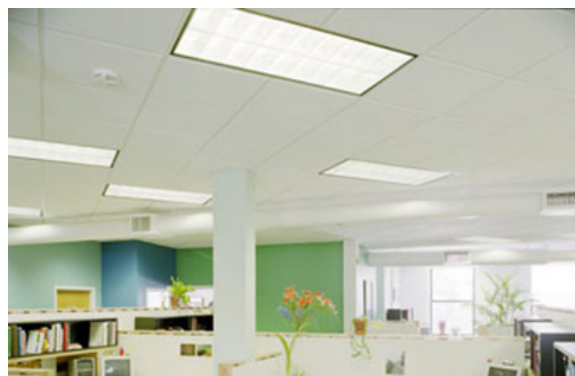
- Arbejdsrum mv. og fælles adgangsveje skal forsynes med dagslysstyring. I rum med begrænset dagslysadgang kan dagslysstyring dog udelades
- Arbejdsrum mv., der benyttes lejlighedsvis, og fælles adgangsveje skal forsynes med bevægelsesmeldere, dog ikke hvis slukning af lyset kan give anledning til ulykker, eller hvis lyskilderne ikke er egnet dertil.
- Belysningsanlæg i arbejdsrum mv. skal udføres opdelt i zoner med mulighed for at benytte dem efter dagslysforhold og aktiviteter

Unødvendigt energiforbrug til belysning undgås ved at overholde ovennævnte krav samt ved:

- Reduktion af driftstider (ur, bevægelsesmeldere eller lysfølere).
- Effektive armaturer: Et godt armatur skal have en lysfordeling, hvor lysets retninger og styrke passer til synsopgaven, et blændingstal, der overholder de anbefalede grænser samt en passende virkningsgrad (effektivitet). Desuden skal armaturet være let at rengøre og vedligeholde, og dets konstruktion og robusthed skal være afpasset efter arbejdspladsens karakter.

Armaturer bør vælges i samråd med en belysningskonsulent og ud fra oplysninger i armaturfabrikanternes kataloger, lystekniske beregninger og subjektive iagttagelser.

- Anvendelse af lyse farver i lokalerne.
- Systematisk vedligeholdelse af anlæg.



TJEKLISTE

Spørgsmål	Svar	Løsning
Slukkes belysningsanlægget, når lokalerne forlades, fx efter rengøring, i forbindelse med pauser eller efter arbejdstid?	Ja Nej [] []	Se 1
Er anlægget opdelt i zoner med mulighed for benyttelse efter dagslysforhold og aktiviteter?	Ja Nej [] []	Se 2
Vurderes det, at belysningsstyrken overholder kravene i DS/EN 12464-1?	Ja Nej [] []	Se 3
Er lokalet malet i mørke farver?	Ja Nej [] []	Se 5
Anvendes der gløde- eller halogenglødelamper til på færdselsarealet eller arbejdspladsernes omgivende felter/almenbelysningen?	Ja Nej [] []	Se 6
Anvendes der glødelamper til effektbelysning?	Ja Nej [] []	Se 7
Er der et stort dagslysindfald gennem vinduer?	Ja Nej [] []	Se 9
Vedligeholdes anlægget regelmæssigt?	Ja Nej [] []	Se 10

1.
Der er en udbredt tendens til at lade lyset brænde, også når der ikke er behov for det. Slukkes lyset konsekvent i lokaler, hvor ingen opholder sig, og hvor der kun kommer personer i kortere tidsrum, vil energiforbruget i mange lokaler blive reduceret så meget, at det ikke er rentabelt at iværksætte yderligere foranstaltninger.

2.
Zoneopdeling sikrer, at der er mulighed for at begrænse brugstiden mest muligt. Zoneopdelingen udføres fx ved, at belysningsarmaturerne nær vinduer kan udgøre én zone, mens armaturer placeret inde i rummet kan udgøre én eller flere selvstændige zoner. Der monteres manuel og/eller automatisk afbryder for hver zone.

3.
Til enhver arbejdsopgave kræves der en vis belysningsstyrke. Belysningsstyrken er forholdet mellem den lysstrøm i lumen, der rammer en flade og dennes areal i m². Enheden for denne størrelse er lux.

I DS/EN 12464-1 er der foreskrevet retningslinjer for belysningsstyrker til forskellige opgaver. Ifølge DS/EN 12464-1 skal der fx på kontorer med skrive-, taste-, læse- og databehandlingsopgaver være en belysningsstyrke på 500 lux, mens der i receptioner og kopirum skal være en belysningsstyrke på 300 lux.

4.

I mange armaturer for lystofrør vil man opleve, at der ikke er monteret reflektorer. Reflektorer forøger lysudbyttet fra armaturerne, hvilket i mange tilfælde kan medføre, at antallet af armaturer kan reduceres. Reflektorerne må ikke give anledning til generende blænding.

5.

Farvevalget i et lokale har stor betydning for belysningsniveauet. Mørke farver på væg og loft kan medføre, at en relativ stor procentdel af lyset ikke reflekteres. Herved er det nødvendigt at installere flere armaturer end nødvendigt.

6.

Valget af lyskilder til almenbelysning har stor betydning for elforbruget til belysningsanlægget. Når man skal vurdere de valgte lyskilder, skal man være opmærksom på følgende:

- Lyskildernes effekt målt i W
- Til hvilket formål lyskilderne anvendes, herunder lyskildernes evne til at gengive farver (Ra-indeks)
- Lysudbyttet - den udsendte lysmængde fra armaturet pr. installeret effekt målt i lumen/W
- Lyskildernes levetider

Som tidligere nævnt bør der anvendes lyskilder med en virkningsgrad for færdselsarealet eller arbejdspladsernes omgivende felter/almenbelysningen på over 100 lm/W (LED-rør).

I tabellen ses relevante krav, der er hensigtsmæssige at overholde, til belysningsanlæggets maksimale effektoptag i forhold til arealernes størrelse (nyprojektering og renovering).



Rummets anvendelse	Maksimalt effektoptag [W/m ²]
Kontorer og daginstitutioner	6
Undervisnings- og mødelokaler	5
Gangarealer	3

7.

Valget af lyskilder til effektbelysning har stor betydning for elforbruget til belysningsanlægget. Når man skal vurdere de valgte lyskilder, skal man være opmærksom på de samme forhold som ved almenbelysning (se punkt 6).

Som tidligere nævnt bør der anvendes effektbelysning samt arbejdspladsbelysning på over 50 lm/W (LED-pærer/lyskilder).

8.

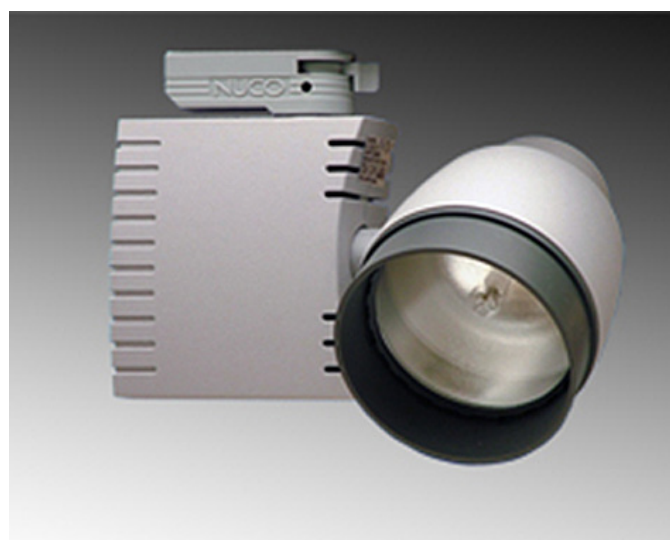
Alle lysstofrør og højtryksdamplamper skal bruge forkobling til at begrænse strømmen gennem lampen. Tidligere benyttedes udelukkende induktive jernkerne-spoler til dette. De er holdbare og modstandsdygtige overfor over-spændinger, men de har et stort energitab. Disse spoler er fortsat meget udbredte.

Til lysstofrør og kompaktlysstofrør forhandles elektroniske forkoblinger, der arbejder med højfrekvente lampestrømme (HF-spoler). Disse giver en energibesparelse i forhold til de induktive spoler på 25 %. Halogenglødelamper forsynes fra specialtransformere. Konventionelle jernkernetransformere har sædvanligvis et tab på ca. 25 % af lampebelastningen. Elektroniske transformeres tab er mindre end det halve.

Nedenfor ses eksempler på systembelastninger for anlæg med lysstofrør:

Eksempel

I et lokale er der installeret 20 armaturer med 4 x 18 W lysstofrør. Driftstiden for anlægget udgør 4.000 timer pr. år.



Rørtype[W]	Lysstofrør	
	Induktiv spole [W]	Elektronisk forkobling [W]
18	27	19
36	44	36
58	69	56

Effekttaget med induktive spoler kan beregnes til ca. 2,2 kW.

Effekttaget med elektroniske forkoblinger kan beregnes til ca. 1,5 kW.

Elbesparelsen ved anvendelse af elektronisk forkoblinger udgør:
 $(2,2 \text{ kW} - 1,5 \text{ kW}) \cdot 4.000 \text{ h/år} = 2.800 \text{ kWh/år}$.

9.

Dagslys er vigtigt for vort velbefindende. Derfor foreskriver Arbejdstilsynets vejledninger og Bygningsreglementet, at arbejdsrum skal være velbelyste med dagslys.

Det er også økonomisk fordelagtigt at udnytte dagslyset. Selv om vi ikke kan styre dagslysets styrke, farve og retning, kan vi alligevel udnytte det i døgnets lyse timer.

Hvor store besparelser, der kan opnås ved at udnytte dagslyset, afhænger af dagslysfaktoren (DF). Dagslysfaktoren angiver i procent, hvor meget dagslys, der når ind i lokalet til en arbejdsplads. Dagslysfaktoren er vanskelig at beregne, idet der er mange parametre at tage hensyn til. Til gengæld er den let at måle.

I modstående figur ses, hvordan dagslysfaktoren måles.

Reguleringsmetoder

Nedenfor beskrives to metoder, som med fordel kan anvendes til at regulere belysningsanlæg i lokaler.

On/off regulering

Den simpleste regulering er en automatisk tænd/sluk funktion af belysningen ved hjælp af en lyssensor. Lyssensoren sørger for, at belysningsanlægget ikke tændes, hvis dagslysniveauet er tilstrækkeligt højt.

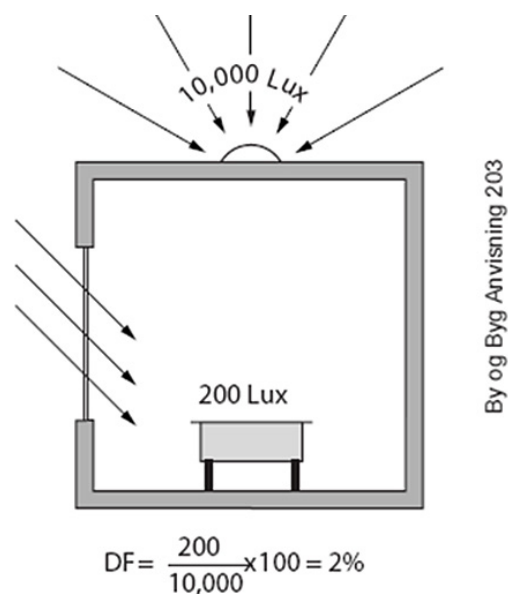
Kontinuerlig regulering

Ved kontinuerlig regulering sker der en regulering af belysningen efter dagslyset. Når dagslysniveauet stiger, vil reguleringen fastholde en ønsket belysningsstyrke i lokalet ved at dæmpe den kunstige belysning.

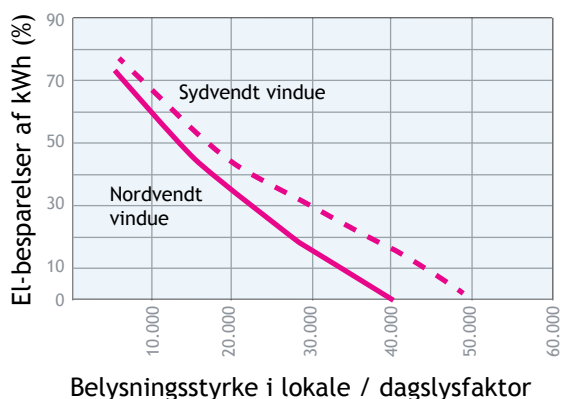
Som det ses på figuren afhænger den mulige elbesparelse af forholdet mellem det ønskede belysningsniveau i lokalet og dagslysfaktoren. Dagslysfaktoren er et mål for, hvor meget lys der er indendørs i forhold til ude. Når dette forhold er beregnet, kan man aflæse besparelsespotentialerne på figurerne. Besparelsespotentialerne er angivet i forhold til, at belysningen ellers ville være tændt i hele brugstiden (kl. 8 - 17)

Eksempel

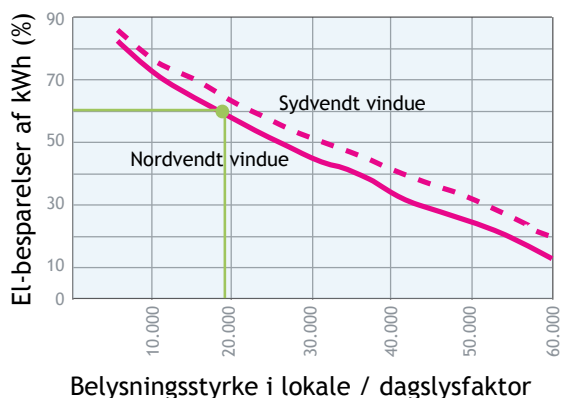
I et lokale er der med slukket lys målt en middelbelys-



Elbesparelser ved on/off regulering af belysningen



Elbesparelser ved kontinuert regulering af belysningen



ningsstyrke på 75 lux. Belysningsstyrken udendørs er målt til 7.000 lux. Den ønskede middelbelysningsstyrke i lokalet er 200 lux.

Dagslysfaktoren kan beregnes til:

$$75 \text{ lux} / 7.000 \text{ lux} = 0,01$$

Forholdet mellem den ønskede belysningsstyrke i lokalet og dagslysfaktoren kan beregnes til:

$$200 \text{ lux} / 0,01 = 18.700$$

Ved kontinuerlig regulering af belysningen kan der ifølge figuren opnås en besparelse på ca. 60 %.

10.

Systematisk, energibevidst vedligehold giver både driftsmæssige og økonomiske fordele. Men vedligeholdet foregår ikke altid systematisk, og der er heller ikke altid tilstrækkelig fokus på sammenhængen mellem energiforbrug og vedligehold.

Systematisk, energibevidst vedligehold handler om at optimere belysningsanlægget driftsmæssigt og dermed også energimæssigt. Det indebærer, at vedligeholdet

planlægges og gennemføres med faste intervaller og ikke blot løbende efterhånden, som behovet opstår.

Manglende vedligeholdelse af belysningsanlæg medfører et unødvendigt energiforbrug og for lidt lys på arbejdspladserne.

Det er ikke ualmindeligt, at lyskildernes lysnedgang samt tilsmudsning reducerer lysudsendelsen på eksempelvis kontorer med 20 %.

Alle belysningsanlæg forringes med tiden. De forringes især i den første tid, efter anlægget er taget i brug:

- Lyskilderne udsender mindre lys med tiden pga. naturligt slid
- Lyskilderne brænder ud - nogle gange før tid pga. defekter, varme, slag og rystelser
- Støv, fedt og andet snavs sætter sig på armaturer og lyskilder samt på vægge og lofter, hvorved lyset ikke kan nå frem til det sted, hvor det skal bruges
- Armaturerne ændres fx ved korrosion af metaldele og gulning af plastdele eller ved simpel beskædning.



YDERLIGERE INFORMATION

Ved systematisk vedligehold kan forringelsen af belysningsanlægget mindskes.

I enhver virksomhed, skole, institution o.l. bør der derfor udarbejdes en vedligeholdelsesplan, som indeholder instrukser om, hvordan og hvornår vedligeholdelsen skal gennemføres, samt hvem der er ansvarlig for, at vedligeholdelsen bliver gennemført.

En vedligeholdelsesplan kan indeholde:

- Rengøring af lyskilder og reflektorer efter behov, dog mindst én gang pr. år
- Rengøring af armaturer
- Rengøring af vinduer og ovenlys
- Udskiftning af lyskilder bør ske systematisk efter anbefalet brændetid
- Kontrol af belysningen. Defekte lyskilder bør udskiftes hurtigst muligt
- Terminer for at male lofter og vægge

Mange "gamle" belysningsanlæg er overdimensionerede fra starten for at tage hensyn til den manglende vedligeholdelse.

Man bør i stedet projekttere ud fra, at der sker en løbende vedligeholdelse af belysningsanlægget. De ekstra omkostninger ved vedligeholdet modsvarer som regel af de lavere udgifter til drift og afskrivning af belysningsanlægget samt en lavere energiudgift.

DANSK CENTER FOR LYS

www.centerforlys.dk

www.centerforlys.dk/viden-om-lys/branchevejledning-lys-og-belysning/

BUILD

INSTITUT FOR BYGGERI, BY OG MILJØ

www.build.aau.dk/

DANSK STANDARD

www.ds.dk

ARBEJDSTILSYNET

<https://at.dk/regler/at-vejledninger/kunstig-belysning-a-1-5/> (Vejledning om kunstig belysning på faste arbejdssteder)



Byggeri og Energi

Videncenter for Energibesparelser i Bygninger

Om Videncenter for energibesparelser i bygninger

Videncenter for Energibesparelser i Bygninger indsamler og systematiserer viden om energibesparelser i bygninger og formidler dette til byggebranchen. Det overordnede mål er at medvirke til at realisere flere energibesparelser i den eksisterende bygningsmasse.

Videncenter for Energibesparelser i Bygninger er en del af Energistyrelsens målrettede informationsindsats og har eksisteret siden 2008.

Du er velkommen til at rette henvendelse om både overordnede emner og helt konkrete og praktiske spørgsmål.



Byggeri og Energi

Videncenter for Energibesparelser i Bygninger

www.ByggeriOgEnergi.dk • Tlf.: 7220 2555