



Udskrift fra WWW.LYSVIDEN.DK

Dette materiale stammer fra www.lysviden.dk, som indeholder viden om lys og belysning. Materialet må kun anvendes til undervisningsbrug.

Lysviden.dk er udarbejdet af Dansk Center for Lys, Arkitektskolen Århus, Designskolen Kolding i samarbejde med DTU Byg og Kunstakademiets Arkitektskole

Projektet er støttet af Sophus Fonden, Center for Energibesparelser, Velux Danmark A/S og Realdania

INTRODUKTION

Lyset har indflydelse på vores oplevelse af omgivelserne, vores evne til at præstere og vores velbefindende. I forbindelse med indretningen af et miljø, hvad enten det er ude eller inde, spiller lyset derfor en afgørende rolle.

Forskellige typer synsopgaver stiller forskellige krav til belysningen. Hvilke specifikke krav der stilles til lyset i forskellige situationer fremgår bl.a. af [belysningsstandarder og vejregler](#).

Dagslyset er et centralt element i bygninger, hvor mennesker skal arbejde eller opholde sig. [Planlægning af dagslys](#) må tage højde for både dagslysmængder, luminansforhold og eventuelle gener.

[Kunstig belysning i rum og bygninger](#) fungerer som supplement til dagslyset og er en forudsætning for at vi kan anvende bygninger og rum, når dagslyset ikke er til stede.

[Udendørs kunstig belysning](#), også kaldet udelys, benyttes i mange forskellige sammenhænge. Formålet med udelyset er ofte at skabe sikkerhed og tryghed. I nogle tilfælde skal udelyset skabe en specifik stemning eller bidrage til at give et område identitet.



Belysning i butik.
Foto: Astrid Espenhain.

INTRODUKTION

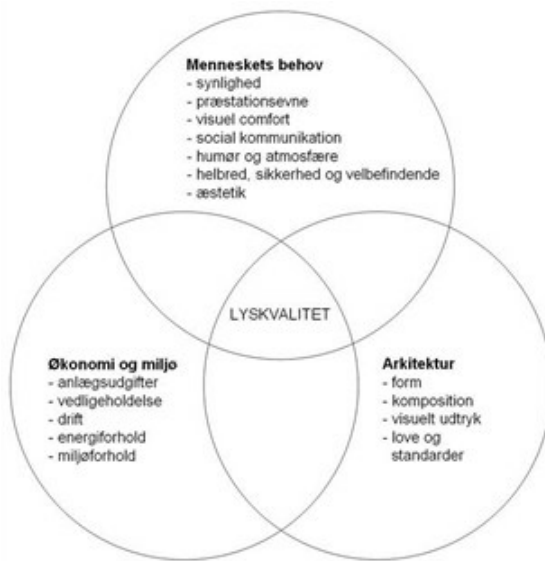
En god belysningsløsning skabes med udgangspunkt i aktuelle behov for lys i den specifikke situation, hvor den skal virke. Derudover bør lyset tilpasses den arkitektur eller de omgivelser, som belysningen skal fungere i, og endelig må lyset planlægges under hensyntagen til både energi- og miljømæssige samt økonomiske forhold.

Mennesket reagerer på lys både i fysisk og psykisk. Lys kommunikerer ved bl.a. at skabe kontraster. Lys tegner de omgivelser, der belyses. Lys manipulerer med vores farveopfattelse.

Lys har indflydelse på vores præstationer, herunder vores produktivitet. Hvis vi har [gode synsbetingelser](#), som er tilpasset de opgaver, vi skal løse og desuden føler os godt tilpas, præsterer vi bedre.

Lyskvalitet handler i høj grad om vores oplevelse af lyset og dets evne til at understøtte arbejde, færdsel, aktiviteter mv. [Belysningsstandarder](#) tager netop udgangspunkt i dette.

Begrebet lyskvalitet omfatter desuden forhold omkring energi, økonomi og miljø.



MENNESKETS BEHOV FOR LYS

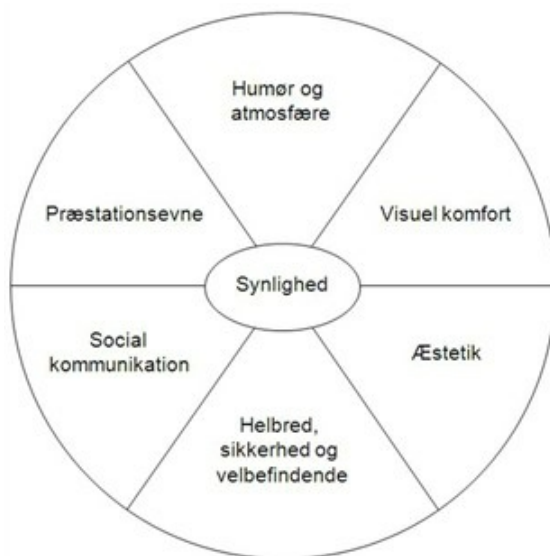
Mennesket behøver lys for at kunne se. Øjnene er menneskets vigtigste sansorgan i forhold til at indhente informationer.

Mennesker har først og fremmest behov for lys i forhold til at synliggøre verden omkring os. Lyset er nødvendigt for at vi kan aflæse informationer og tolke det, vi ser. Hvis lyset er tilstrækkeligt, kan vi opfatte langt flere informationer pr. tidsenhed med vores øjne, end vi kan med vores ører.

I vores kommunikation med andre mennesker, har lyset betydning for vores evne til at aflæse mimik, stemning, ansigtsudtryk mv. Lyset bidrager til at fremhæve form, størrelse, [kontrast](#) mv. Dagslyset giver os informationer om bl.a. tid og sted.

I langt de fleste typer opgaver vil en god belysning være afgørende for vores præstationsevne. Derfor er det helt afgørende at skabe [gode synsbetingelser](#).

Lys er et væsentligt [stemningsskabende element](#) og influerer på vores humør. Derudover spiller lyset en rolle i kommunikation mellem mennesker. Når vi kommunikerer, henter vi bl.a. information ved at aflæse hinandens mimik. Her har lyset betydning, idet lyset medvirker til at gøre denne mimik mere eller mindre synlig. Også i forhold til at afkode ansigtskulør og lignende, er lyset og dets [farveegenskaber](#) centrale. Hvis lyset har ringe farvegengivelse, kan ansigtskuløren hos en rask person se helt forkert ud og omvendt. "



Lyset påvirker vores helbred og velbefindende

Hvordan vi befinder os på vores arbejde, afhænger af forskellige forhold som varme, luft, støj og ikke mindst lyset. Dårlig eller forkert belysning kan være skyld i, at man hurtigere bliver træt, får hovedpine og måske har flere sygedage. Også manglende [dagslys](#) og visuel kontakt med omverdenen i løbet af en arbejdsdag kan have en negativ indflydelse på vores velbefindende.

Vi anser det for en selvfølge at erstatte en del af dagslyset med [kunstig belysning](#). Mennesket er imidlertid skabt til at klare sig med dagslys. Når vi erstatter og supplerer dagslyset med kunstig belysning, må vi derfor stille strenge krav til kvaliteten af det kunstige lys.

Hvis omgivelserne er for ensformige, kan det påvirke os negativt. Vi bliver sløve og savner stimulation. Belysningen er et vigtigt element til at skabe variation, f.eks. ved at sørge for at variere belysningsniveauet, så det ikke er ens i hele lokalet, eller måske ligefrem installere [dynamisk belysning](#), som bevirker, at lyset kan varieres mht. både niveau og lysfarve.

Lyset har også betydning for den menneskelige organisme og påvirker os på flere måder. Lyset regulerer flere legemlige funktioner, herunder vores immunforsvar og hormonsystem. Man taler om [lysets biologiske virkninger](#).



Dagslys er gratis, effektivt og har optimale farveegenskaber. Det er en god idé at indrette sig efter dagslyset. Foto: Velux.

Lys og sikkerhed

Lys har betydning for sikkerheden i forskellige situationer, både ude og inde. Det gælder f.eks. trappebelysning og lignende situationer, hvor det er afgørende, at trappetrin og andre niveauforskelle er synlige.

[Nød- og panikbelysning](#) er selvsagt stor betydning for sikkerheden, når den almindelige belysning svigter eller der opstår brand.

Også den [udendørs belysning](#) har stor betydning for sikkerheden for de mange forskellige typer af trafikanter. Trafiksikkerhed og trafikafvikling lettes, hvis der er en god belysning på veje, skilte mv. Lyset skal sikre, at bløde trafikanter på veje og andre udendørs arealer er synlige for de øvrige trafikanter og føler sig trygge efter mørkets frembrud. Belysningen kan have en kriminalpræventiv virkning, og velbelyste områder er mere benyttede end mørke områder.

I visse typer arbejdsfunktioner kan lyset have afgørende betydning for sikkerheden. Det gælder f.eks. arbejde med roterende maskiner eller genstande i bevægelse og arbejde med transport mellem forskellige miljøer. Her kan stroboskopeffekter, [flimmer](#) eller uheldige luminansspring få alvorlige konsekvenser.

I miljøer, hvor der arbejdes med farlige kemikalier og lignende er det desuden vigtigt, at lyset på skilte med advarsler og andre vigtige meddelelser er tilstrækkeligt.

VISUEL KOMFORT

Begrebet visuel komfort dækker i denne sammenhæng fravær af ubehag, dvs. irritation og distraktion. Luminansfordeling og blænding spiller derfor en central rolle.

[Øjet](#) indstiller sig på det [luminansniveau](#), der findes i synsfeltet. Bliver luminansvariationerne i synsfeltet for store, kan vi opleve ubehag, f.eks. i form af [blænding](#). Derfor er det vigtigt for synskomforten, at luminansvariationerne i et lokale eller på en arbejdsplads holdes indenfor visse grænser.

For at skabe et godt synsmiljø, må man have fokus på både belysningen af arbejdsobjektet og omgivelsernes belysning, som vi opfatter med hhv. [det centrale og det perifere syn](#). Periferisyntet bidrager til at skabe et helhedsindtryk af omgivelserne, dvs. rummets dimensioner, form og materialer samt [lysfordeling](#) og atmosfære. Fortolkningen af informationer fra periferisyntet gøres lettere, når lyset giver [skygger](#), der fremhæver former i rummet, og gøres vanskeligere, når lyset er jævnt og monotont. ("Lys, sundhed og velvære", Jens Christoffersen, artikel i LYS nr. 1/marts 2006)

Blænding

I forhold til blænding skelner man mellem to former for blænding: Ubehagsblænding og synsnedsættende blænding. Ubehagsblænding er den fornemmelse af ubehag, der fremkommer, når der i synsfeltet findes lysgivere med høj luminans i forhold til baggrunden. Synsnedsættende blænding resulterer i nedsættelse af øjets [kontrastfølsomhed](#) og forringede [synsbetingelser](#). Det fremkaldes af kraftigt lys, der rammer øjet.



Blænding i tunnel. Foto: Silla Herbst.

Grænsen for, hvilken grad af blænding, der er acceptabel, afhænger af situationen. I visse typer situationer kan blænding ligefrem være et positivt element. Det gælder f.eks. i Tivoli og ved lignende festlige lejligheder.

Generende spejlinger og reflekser

Når lyset fra vinduer eller belysningsarmaturer spejler sig i blanke overflader, kan det give anledning til forringede synsbetingelser pga. generende [spejlinger og reflekser](#). De generende spejlinger og reflekser kan undgås eller reduceres ved at placere armaturer og arbejdsemner på en måde, så de uønskede spejlinger og reflekser ikke kan opfattes inden for den normale synsretning.

Generende spejlinger og reflekser fra lyskilder i belysningen kan undgås ved at anvende velafskærmede armaturer. Derudover er det normalt en god idé at undgå blanke vægge og andre

blanke overflader i rummet.

Øvrige forhold

[Flimre](#) kan virke ubehageligt og bør undgås. Flimre fra nogle typer lyskilder forekommer, fordi lyskilden anvendes med en såkaldt konventionel forkobling og derfor udsender lyset i glimt ved en frekvens på 50Hz (netfrekvens). Visse LED-armaturer og LED-lyskilder kan også flimre.

Generende flimre opstår især, når lysstofrør og visse andre lyskildetyper er ved at være udbændt. Flimmergener kan undgås ved at anvende gode elektroniske drivere og forkoblinger (HF).

Øjets evne til at opfatte flimre er størst i det perifere synsfelt og afhænger bl.a. af luminansen. Jo højere luminansen er, jo højere frekvens kan øjet opfatte. Det er individuelt, hvor følsom man er for flimre, og hos nogle få kan flimre udløse migræne.

LYS SKABER STEMNING

Lys er et stemningsskabende element og udgør et væsentligt bidrag til atmosfæren i et rum eller område.

Et rum med en dæmpet belysning i en varm [lysfarve](#) indbyder til hygge og afslappede aktiviteter, mens stemningen i et rum med et højt belysningsniveau i en neutral eller kold lysfarve lægger op til aktivitet. Et rum med store [luminansspring](#) og kontrastfuld belysning kan virke dramatisk eller uhyggeligt afhængig af lysets placering og niveau.

De væsentligste parametre i relation til at skabe en bestemt stemning ved hjælp af lyset er:

- lysniveau
- lysfarve
- variation/monotoni
- hårdhed/retning/skyggetegning



Bagsværd Kirke.
Foto: Werner Osterhaus.

Hvis man ønsker, at personer i et bestemt område, f.eks. i en lufthavn, skal forholde sig roligt, kan en jævn, monoton belysning understøtte dette. På samme måde kan lyset bidrage til en festlig stemning ved at anvendes farvet lys fra mange lyspunkter, som vi f.eks. kender fra forlystelsesparker og lignende steder.



Lyset bidrager til at skabe stemning, både omkring et spisebord og i en lufthavn, som her i Bilbao. Fotos: DCL (tv) og Jan Fugl (th).

Tilsvarende er lyset et vigtigt element, når der skal være en højtidelig stemning, f.eks. i en kirke eller på et museum. Her vil et roligt, storladent og næsten skyggeløst lys, som kommer højt oppefra, give den rigtige stemning.

På arbejdspladser kan belysningen endvidere bidrage til at skabe en afslappet atmosfære, når der ikke skal arbejdes. Kravet til belysningen i et pauserum eller en kantine er helt anderledes end på resten af arbejdspladsen. Her skal belysningen være med til at skabe en behagelig stemning, som minder om den, vi kender fra private sammenhænge, hvor lysniveauet er lavt og lysfarven varm.

LYSETS SOM ÆSTETISK VIRKEMIDDEL

Lyset skaber synlighed og kan få en grim genstand til at se smuk ud og omvendt.

Lyset bidrager til at fremstille ting og omgivelser på en bestemt måde - i et bestemt lys, kunne man sige. Afhængig af lysets karakter, vil former, farver, strukturer, detaljer mv. være mere eller mindre synlige.

I nogle sammenhænge er det oplagt at bruge lyset til at skabe en æstetisk oplevelse eller tilføje brillans til et område. Det gælder f.eks. på restauranter eller lignende steder, hvor man ønsker at give folk en ekstra oplevelse. Et andet eksempel er centrale byrum, som pladser o.lign., hvor lyset ofte er både funktionelt og æstetisk.

Også i helt almindelige sammenhænge, som f.eks. i et storrumskontor, kan lyset bidrage til at skabe et spændende miljø ved at sørge for, at der er en vis variation, evt. suppleret med et dekorativt element.

Når lyset anvendes som æstetisk element, kan det påvirke skala og proportioner af det belyste. Lyset kan desuden give anledning til, at der opstår en rytme og/eller et visuelt hierarki i det område der belyses. Hvis der arbejdes med farvet lys, vil farverne ligeledes påvirke oplevelsen af det belyste.



Krystallen, København.
Foto. Astrid Espenhain.



Varme lysfarver indendørs, på en restaurant, og udendørs på Jarmers Plads i København. Fotos: Astrid Espenhain.

Identitetsskabende belysning

I butikker o.lign. kan lyset forstærke identiteten i butikkens design og dermed øge butikkens genkendelighed. Det kan f.eks. ske gennem en lyssætning, som fremhæver særlige elementer eller understøtter butikkens karakter.

Også i andre sammenhænge spiller identitet og genkendelighed en central rolle. I de [belysningsplaner](#), som udarbejdes i flere kommuner har disse forhold høj prioritet. Det sker f.eks. ved at fastlægge en klar strategi for, hvilken type lys der anvendes på forskellige typer veje eller ved at fremhæve særlige kendetegn i byen vha. lys.



Vesa Honkonens specialdesignede armaturer er en del af identiteten i Moderne Museets museumsbutik i Stockholm. Foto: Astrid Espenhain.

INTRODUKTION

Lyset er altafgørende for at skabe gode synsbetingelser. I den forbindelse er kendskab til lysets påvirkning af øjet og dets funktioner nødvendigt.

Gode synsbetingelser er afgørende for at kunne løse en opgave tilfredsstillende. Hvad man kan betegne som gode synsbetingelser, afhænger af opgavens karakter, herunder detaljeringsgrad.

Mange typer arbejdsopgaver kræver konstant brug af øjnene. Som eksempel på arbejdspladser med krævende synsopgaver kan nævnes guldsmede, tandtekniker, kirurgiske afdelinger. Dertil kommer synsopgaver, som f.eks. udføres i hjemmet.

[Luminansfordelingen](#) på en arbejdsplads har indflydelse på synsforholdene. I dag indeholder mange typer arbejdsmiljøer forskellige typer lysgivere udover dem, der anvendes til egentlig belysning, herunder computerskærme o.lign., som har betydning for synsforholdene.



Belysningen på arbejdspladsen skal være tilpasset det arbejde, der skal udføres. Her ses gammeldags tegnearbejde, som er ret krævende.

Foto: Højager Belysning. Billedet må udelukkende benyttes i undervisningssammenhæng og kun med angivelse af kilde.

BELYSNINGENS BETYDNING FOR SYNSPRÆSTATIONEN

Alle former for uhensigtsmæssig belysning vil på et eller andet tidspunkt vise sig ved træthedsfølelse, nedsat arbejdspræstation og forringet kvalitet af arbejdet eller lignende.

Hvis belysningen er utilfredsstillende, så det er vanskeligt at udføre arbejdet, kan det få en person til at føle sig utilstrækkelig og stresset.



Belysningen spiller en afgørende rolle for synspræstationen. Fotos: Philips (tv) og Kätte Bønløkke (th).

For ældre personer har det stor betydning, at belysningsforholdene er i orden, herunder at [belysningsstyrken](#) er tilstrækkelig høj. Det er normalt ikke muligt at levere en synskrævende præstation af høj kvalitet på en arbejdsplads med ringe belysningsforhold.

Dårlig eller forkert arbejdsbelysning kan resultere i

- akavede arbejdsstillinger
- forringet arbejdspræstation
- lavere arbejdshastighed
- større fejlprocent
- træthedsfølelse
- hovedpine
- muskelinfiltrationer
- flere sygedage
- manglende trivsel
- øget risiko ved farligt arbejde
- arbejdsulykker

Øjets tilpasning

[Øjet](#) kan tilpasse sig meget forskellige belysningsniveauer. Det sker først og fremmest ved at nethinden ved såkaldt [adaptation](#) ændrer sin følsomhed efter det aktuelle belysningsniveau. Pupillen regulerer belysningen på nethinden. Det sker ved en hurtig sammentrækning af pupillen, som bevirker, at det lys, der falder på nethinden, dæmpes, når øjet bliver udsat for en pludselig lyspåvirkning. Ved den samlede tilpasningsproces spiller pupillen imidlertid en underordnet rolle i forhold til nethinden.

Den mørkeadapterede nethinde er i stand til at registrere meget lave [luminansniveauer](#), men gør ikke personen i stand til at skelne detaljer. Indtil en vis grænse betyder et stadigt stigende luminansniveau, at evnen til at opfatte små detaljer bliver bedre og bedre, og at synskrævende arbejde derfor bliver lettere og mindre trættende.

Selvom det sjældent sker, at for små belysningsstyrker giver anledning til direkte klager over lyset, vil alle former for uhensigtsmæssig belysning vise sig indirekte ved forringet velbefindende, træthed og nedsat arbejdspræstation. Øjets gode tilpasningsevne må derfor ikke benyttes som undskyldning for at acceptere dårlig belysning.

Synspræstationen

Synspræstationen er karakteriseret ved, hvor hurtigt og sikkert en person kan udføre et arbejde.

Synspræstationen afhænger for det første af forskellige faktorer vedrørende selve arbejdsobjektet, herunder størrelsen af den kritiske synsdetalje og refleksionsegenskaberne for forskellige dele af arbejdsobjektet. For det andet afhænger den af forskellige aspekter ved

belysningen, herunder belysningsstyrken og lysets evne til at skabe gode [kontraster](#) i arbejdsobjektet. Belysningen er desuden bestemmende det luminansniveau, som øjet adapterer til, og influerer dermed på [øjets lysfølsomhed](#).

Jo mindre den kritiske synsdetalje er, og jo mindre kontrast, der er i arbejdsobjektet, desto større belysningsstyrke kræves for at arbejdet ud fra en præstationsmæssig betragtning kan udføres optimalt.

De bestemmende faktorer kan beskrives hver for sig, men samspillet mellem dem er mindst lige så vigtigt. Følgende faktorer er vigtige at tage højde for:

- Belysningsniveau
- Luminans og luminansfordeling
- [Blændingsforhold](#)
- Kontrastdannelse
- Lysets modellerende/formgivende egenskaber
- [Lysets farveegenskaber](#)

Eksempler på forskellige typer synsopgaver

Ved arbejdspladser, som involverer en pc-skærm skal belysningen være tilpasset både pc-arbejdet og de andre typer af opgaver, der eventuelt udføres. Afhængig af skærmens og tastaturets overflade, kan disse reflektere og spejle lyset fra kraftigt lysende flader i lokalet, herunder lyse overflader, dagslys fra vinduernes eller belysningsarmaturernes lysende flader. Disse [reflekser og spejlinger](#) kan give anledning til at detaljer i skærmen udviskes eller bliver helt utydelige. Vejledning til passende belysning ved skærme kan findes [DS/EN 12464-1 Belysning ved arbejdspladser - Del 1: Indendørs belysning](#).

Til denne type arbejdspladser skal man være opmærksom på at de armaturer, der anvendes har en [lysfordeling](#), der er velegnet til pc-arbejde, og at armaturerne placeres på en måde, så spejlinger af armaturernes lysende flader undgås. For at undgå generende spejlinger fra dagslyset kræves en passende [solafskærmning](#).

Ved arbejde med fine detaljer må [almenbelysningen](#) suppleres med passende [særbelysning](#), f.eks. en justerbar arbejdslampe, som sikrer et korrekt samspil mellem lys og skygger.

I den grafiske industri eller ved arbejde med sortering efter farver, må lysets mængde og [farveegenskaber](#) være tilstrækkelig gode til at belysningen kan gengive farverne naturligt.

For at kompensere for gener i form af generende reflekser, utilstrækkelig belysning o.lign., vil den person, der udfører arbejdet, i nogle tilfælde indtage uhensigtsmæssige arbejdsstillinger, som så resulterer skavanker i f.eks. skuldre eller ryg.

Belysningens indflydelse på uheld

Belysning spiller en væsentlig rolle for sikkerheden. Det gælder på arbejdspladser ude og inde, i hjemmet og ikke mindst i trafikken. Som regel betragter vi lyset som noget, der bidrager til vores sikkerhed og hjælper os til at se de farer der lurer, f.eks. en kantsten. Men lyset kan også være årsag til usikkerhed. Det gælder f.eks., hvis der er så store niveauforskelle i belysningen, at vi oplever synsudsættende blænding.

En god belysning alene kan ikke fjerne risikoen ved farlige situationer på arbejdspladsen eller i trafikken. Men lyset er ofte en væsentlig faktor i forhold til at øge sikkerheden.

BELYSNINGSSTYRKEN

Da belysningsstyrken både er et mål for, hvor meget lys der rammer en flade, og desuden har indflydelse på luminansen, er den vigtig for både synspræstationen og synskomforten.

Fint arbejde med små detaljer eller mørke arbejdssemner kræver mere lys end groft arbejde med lyse arbejdssemner eller større detaljer.

Lovmæssige krav til [belysningsstyrke](#) er for en lang række arbejdssteder angivet i [DS/EN12464-1](#) og [DS/EN12464-2](#). De krævede værdier ligger i intervallet 5-5.000 lux. Det almindelige krav til groft arbejde er 200 lux, mens det tilsvarende krav til ikke groft arbejde er 500 lux. Ved vanskeligt arbejde med visuelle detaljer er krævet 1.000 lux, mens 1.500 lux kræves ved arbejde med meget små detaljer, som f.eks. bearbejning af ædelstene.

Ved vanskelige synsopgaver vil synsbetingelserne blive forbedrede, hvis belysningsstyrken øges. Dette gælder dog kun indtil en vis grænse, og gevinsten bliver ringere jo mere belysningsstyrken nærmer sig 5.000 lux (obduktionsarbejde).

Ved arbejde med meget små detaljer kan det blive nødvendigt at mindske afstanden mellem øje og objekt eller anvende optiske hjælpemidler som lup eller mikroskop.

Regelmæssighed

DS/EN 12464-1 stiller desuden krav til belysningens regelmæssighed, som er forholdet mellem den mindste og den gennemsnitlige belysningsstyrke inden for en belysningszone, f.eks. et arbejdsfelt, en zone omkring arbejdsfeltet eller et færdselsareal. Indenfor de enkelte belysningszoner i et lokale kræves typisk en regelmæssighed på 40% til 70%.

En høj belysningsstyrke er ikke garanti for gode synsbetingelser.

Det, der bestemmer [luminanser](#) af forskellige flader er en kombination af belysningsstyrke, lysretning og fladernes [refleksionsegenskaber](#).

Både måleteknisk og beregningsteknisk er belysningsstyrken let at håndtere. Derfor er den også den mest anvendte projekteringsværdi i belysningsteknikken. Luminansen af to flader, der har forskellige refleksionsegenskaber, er forskellig selv om belysningsstyrken på dem er den samme. Belysningsstyrken alene bestemmer altså ikke synsindtrykket af det vi ser, og sikrer ikke i sig selv gode synsbetingelser.

Synsvilkårene er normalt mest gunstige, når omgivelserne fremstår mindre lyse end arbejdsobjektet og belysningsstyrken på arbejdsfeltets nærmere omgivelser ikke er højere end på selve arbejdsfeltet. Derfor er det normalt ikke ønskeligt, at den belysningsstyrke, der er på synsobjektet, er til stede i hele lokalet.

Differentieret belysning

Når man ser på fordelingen af lyset i et arbejdslokale, må man skelne mellem forholdene ved de egentlige arbejdspladser, dvs. på selve arbejdsplanet, og i lokalet som helhed. På arbejdspladser, hvor der foregår langvarigt synskrævende arbejde, er kravene til belysningen som regel større end i lokalet som helhed.

En jævn ensartet belysningsstyrke i hele arbejdslokalet er normalt ikke optimalt. Ved en differentieret belysning, hvor der tages hensyn til de enkelte arbejdspladser placering og lysbehov, vil man kunne spare energi og samtidig forbedre [belysningskvaliteten](#).

Den nemmeste måde at skabe en differentieret belysning på, er ved at etablere en god [almenbelysning](#), som varierer afhængig af områdets karakter, f.eks. gangområder, arbejdsområder, og samtidig sørge for, at alle medarbejdere har en god [arbejdslampe](#), som passer til medarbejderens arbejdsopgaver og deraf følgende behov for lys.

Krav til belysningsstyrker i udendørs områder

Når vi færdes udendørs efter mørkets frembrud, vil vores øjne normalt være [mørkeadapterede](#). Derfor er de normer og vejledende krav, der stilles til belysningsstyrker i udendørs miljøer, meget lave sammenlignet med krav til belysning i indendørs miljøer. De vejledende krav til belysning af veje findes i [Håndbog for kommunernes vej- og byrumsbelysning](#) og omfatter belysning af veje i åbent land og i byer.

For bilister er det vigtigt, at selve vejen og eventuelle ting på vejen fremstår tydeligt. Derudover skal forgængere, cyklister og andre personer på eller langs vejen være synlige. Derfor stilles vejledende krav i form af krav til middelbelysningsstyrker og ikke mindst regelmæssighed.

Synligheden af personer og genstande øges mærkbart, hvis både vandrette og lodrette flader er belyst.

LUMINANSFORDELING

For store forskelle mellem lyse og mørke flader kan give anledning til gener. Det er vigtigt, at overgange mellem større mørke og lyse flader forløber jævnt uden bratte skift.

Både på den enkelte arbejdsplads og i et lokale som helhed, er det vigtigt for [synskomforten](#), at [luminansvariationerne](#) holdes inden for visse grænser.

Når vores øjne ser på en bestemt detalje, f.eks. denne tekst, vænner de sig til det luminansniveau, der er på og umiddelbart omkring teksten. Hvis man fjerner blikket fra teksten og ser på en mørkere flade, vænnes øjnene efter en tid til det nye luminansniveau. Er der for stor forskel på de to luminanser, sker der en synsnedsættelse, som først forsvinder, når øjnene har tilpasset sig det nye luminansniveau.

Passende fordeling af lyset

Når man skal planlægge belysningen af et enkelt arbejdssted, f.eks. ved et skivebord eller inden for et afgrænset arbejdsområde, er det vigtigt, at lyset er passende fordelt. Da øjet tiltrækkes af de lysere områder, gælder det om, at arbejdsområdet fremtræder lysere end omgivelserne. Den rammevirkning, en lavere luminans i omgivelserne fremkalder, vil desuden bevirke, at [kontrastfølsomheden](#) stiger. Disse forhold kan man med fordel drage nytte af ved tilrettelæggelsen af arbejdspladsen. Lyset skal helst være jævnt aftagende, efterhånden som blikket bevæger sig væk fra arbejdsstedet.

Er luminansfordelingen i et lokale helt jævn med få [luminanstrin](#), bliver lyset i rummet monotont. Er der derimod store luminansforskelle, bliver lyset i rummet kontrastfyldt, og der er risiko for, at øjet bliver distraheret eller blændet.

Meget store luminansforskelle, især med skarpe overgange, kan give en følelse af direkte ubehag. Luminansforholdet mellem arbejdsområde, arbejdsfelt og omgivelser bør normalt være omkring 10:3:1, dvs. mest lys på selve arbejdsområdet, mindre på arbejdsfeltet udenom og mindst i rummet. Samtidig bør lys og farver i arbejdslokalet være afstemt, så man opnår passende luminanser af vægge, gulv og inventar.

Ved bløde luminansovergange vil man kunne acceptere større luminansvariationer. Hvis [belysningsstyrken](#) er jævnt fordelt i lokalet, kan en passende luminansfordeling opnås ved valg af forskellige [reflektanser](#) for fladerne. Forholdet mellem afgørende luminanser i lokaler, der støder op til hinanden, bør normalt ikke overstige 25:1.

De luminansforhold og -overgange, der forårsager ubehag, afhænger af de relative og absolutte størrelser af luminanserne såvel af arbejdsobjekt, arbejdsfelt og omgivelserne, samt af skarpheden i overgangene. Undersøgelser har vist, at øjet indtil en vis grænse er mere følsomt over for luminansvariationer ved højere luminanser.

Adaptation og luminans

Gennem [adaptation](#) tilpasser øjet sig de luminanser, der er i synsfeltet. Adaptationen foregår automatisk på grund af skift i belysnings- og luminansniveau. Til en given [adaptationsluminans](#) knytter sig to karakteristiske grænser; en absolut mørkegrænse og et øvre blændingsgrænseområde. Det er luminanstrinene inden for dette spænd fra mørke til [blænding](#), der er afgørende for indtrykket af lyset i rummet.

Pludselig overgang fra små til store luminanser eller omvendt, og store spring mellem synsfeltets luminanser, kan medføre blænding eller nedsat synlighed.

BLÆNDINGSFORHOLD

Blænding optræder, når kontrasterne i synsfeltet bliver for store, f.eks. hvis der findes lysende armaturer eller andre lysende flader på en mørkere baggrund.

Både [dagslyset](#) og [den kunstige belysning](#) kan give anledning til blænding. Man skelner som regel mellem to former for blænding: Ubehagsblænding og synsnedsættende blænding.

Ubehagsblænding er den fornemmelse af ubehag, der forekommer, når der i synsfeltet findes lysgivere med høj [luminans](#) i forhold til baggrunden. Denne type blænding kan give anledning til træthed og hovedpine og desuden medføre forkerte arbejdsstillinger. Ubehagsblænding er et psykologisk fænomen, der opstår, når lyset fra vinduer eller belysningsarmaturer føles for kraftigt eller irriterende.

Ved synsnedsættende blænding oplever vi en direkte forringelse af øjets evne til at se, hvilket skyldes nedsættelse af [øjets lysfølsomhed](#) og [kontrastfølsomhed](#) og deraf forringede synsbetingelser. Synsnedsættende blænding fremkaldes af kraftigt lys i retning mod øjet fra en eller flere lysgivere i synsfeltet.

I mange tilfælde vil de to former for blænding forekomme samtidigt, men ikke altid. I almindelighed vil den synsnedsættende blænding ikke forekomme i indendørs belysningsanlæg på arbejdspladser, hvis man sørger for at anvende velafskærmende armaturer.

Begge typer blænding bør undgås.

En tredje type blænding er sløringsblænding, som f.eks. optræder efter mørkets frembrud ved mødet med en modkørende bil, [vejbelysningsarmaturer](#) eller fra spejlinger i vejbanens belægning. [Vejreglerne](#) stiller krav til blændingen fra vejbelysningsarmaturer.

Krav vedr. blænding på arbejdspladser

Ubehagsblænding karakteriseres ved et blændingstal. Krav til begrænsning af ubehagsblænding på arbejdspladser findes i [DS/EN 126464-1](#) og stilles i form af blændingsgrænser, dvs. maksimale blændingstal, som skal være overholdt på den enkelte arbejdsplads. Blændingsgrænserne ligger i intervallet 16-28. Det mest almindelige blændingskrav er 19-22, mens grænsen ved krævende synsarbejde med fine detaljer er 16. I områder beregnet til færdsel eller hvor der foregår groft arbejde, er et blændingstal på 22-25 det højest acceptable.

I forbindelse med planlægning af belysning, bør man desuden være opmærksom på, at ældre personer oftere bliver generet af blænding fra belysningen.

Blænding er et af de største belysningsproblemer i arbejdsmiljøet. Gentagen blænding forringer synsbetingelserne og har desuden en negativ psykisk påvirkning. Kraftig blænding kan i værste fald medføre arbejdsulykker.

Risikoen for at en kunstig belysning giver anledning til blænding, bliver mindre, hvis:

- armaturerne er forsynet med god afskærmning
- armaturerne er placeret, så lyset kommer ind fra siden eller skråt bagfra, og så de ikke generer øvrige arbejdssteder
- arbejdsstederne er placeret, så dagslyset fra vinduerne udnyttes bedst muligt uden at give anledning til gener
- at lofter, vinduer og vægge er lyse
- at lyset ikke spejler sig hverken i armaturdele eller indretning

Væsentlige faktorer

De væsentlige fysiske faktorer, som påvirker ubehagsblændingen, er:

- Lysgivernes luminans
- Middelluminansen af lysgivernes omgivelser
- Lysgivernes areal (målt ved deres rumvinkel set fra observationspunktet)
- Lysgivernes position i forhold til synsretningen
- Luminanser i lysgivernes omgivelser, herunder baggrundsluminansen
- Lysgivernes form

Ikke overraskende vil lysgivernes luminans have en direkte virkning på blændingen. En fordobling af luminansen vil således medføre en firedobling af blændingen.

En forøgelse af omgivelsesluminansen reducerer kontrasten mellem lysgivere og omgivelser og dermed blændingen. Hvis luminansen af omgivelserne reduceres vil blændingen øges.

Ved meget høje lysgiverluminanser (over ca. 10.000 cd/m²), vil blændingen ikke kunne reduceres væsentligt, selvom omgivelsernes luminans øges. I det ekstreme tilfælde, hvor omgivelsernes

luminans hæves helt til de 10.000 cd/m², vil hele feltet virke blændende. Dette svarer til forholdene udendørs med kraftig sol på lyse flader (sand, vand etc.). I denne situation bliver man tvunget til at benytte solbriller.

En forøgelse af lysgiverens størrelse vil som regel forøge blændingen. Virkningen er dog forholdsvis beskeden, og vil ved meget store lysgivere indenfor visse luminansgrænser helt forsvinde eller direkte virke reducerende på blændingen. Dette skyldes, at [øjets adaptationstilstand](#) ved tiltagende størrelse af lysgiverne bestemmes mere og mere af lysgiverens luminans snarere end af omgivelsernes. Hertil kommer, at blændingen aftager, jo længere lysgiveren befinder sig fra synsretningen. Ved meget store lysgivere må større dele befinde sig fjernt fra synsretningen og derfor bidrage relativt mindre til blændingen.

Ovenstående forudsætter en jævn fordeling af baggrundsluminansen. Hvis dette ikke er tilfældet, og specielt hvis lysgiverens nærmeste omgivelser har luminanser, som afviger stærkt fra de øvrige omgivelser, bliver forholdene mere komplicerede. Hvis de nærmeste omgivelser eksempelvis har luminanser, der er lidt højere end de øvrige omgivelser, vil blændingen formindskes. Øges luminansen af de nærmeste omgivelser yderligere, reduceres blændingen til et vist punkt, hvorefter den igen begynder at stige.

Ligeledes gælder ovenstående ikke, hvis lysgiveren består af mange små kraftigt lysende punkter eller meget store flader. I så tilfælde er man nødsaget til at teste blændingsoplevelsen i praksis i en prøvemontering.

Generende spejlinger og reflekser

Når lyset fra vinduer eller belysningsarmaturer spejler sig i blanke overflader, kan det forringe synsbetingelserne. F.eks. kan [spejling](#) af en lyskilde udviske skriften på et stykke papir, hvis den kommer fra en uheldig retning. Man kan undgå eller formindskes generende spejlinger og [reflekser](#) ved at placere armaturer, arbejdsemner og personer på en måde, så de uønskede spejlinger og reflekser ikke kan opfattes inden for den normale synsretning.

Blanke overflader i arbejdsemner kan erstattes med matte, hvor det er praktisk muligt. Mørke, blanke overflader på arbejdsborde kan erstattes med lysere, matte overflader. Derudover gælder det normalt om at undgå blanke vægge og andre blanke overflader i rummet. Generende spejlinger og reflekser fra lyskilder undgås ved at anvende velafskærmede belysningsarmaturer.

Hvis alt lyset kommer fra den spejlende retning, kan det udviske kontrasterne. Derfor er det ikke ligegyldigt fra hvilken retning, lyset kommer. Hvis lyset kommer fra en forkert retning, kan der opstå generende spejlinger i den belyste flade. Lys fra forkerte retninger kan desuden fremhæve uvedkommende uregelmæssigheder i en overflade.

KONTRASTER OG SKYGGEDANNELSE

Lysets retning kan være afgørende for kontrastdannelsen i de ting, der belyses. Lysets rettetthed er bestemmende for skyggetegningen.

Lysets retning og [skyggedannende egenskaber](#) bestemmer, hvordan vi opfatter former og overflader. Skyggerne giver karakter og liv. Uden skygger fremstår tingenes form kun svagt.

[Diffust lys](#) får genstande og personer til at virke udflydende og formløse. [Rettet lys](#) tegner derimod skarpe skygger og fremhæver former og strukturer. Hvis lyset er for rettet, kan det give for skarpe og sorte skygger. Normalt har man brug for en blanding af diffust og mere eller mindre rettet lys.

Formen på enhver rumlig genstand opfattes som følge af enten skygger eller [glans](#). På lyse overflader vil det være skyggetegningen, der har størst betydning. På mørke overflader vil glanstegningen være mest synlig. I de fleste tilfælde opfattes form ved en kombination af skygge og glans. Tilsvarende er rettet lys velegnet til at fremhæve små genstande og strukturer, mens diffust lys er velegnet til belysning af større rumflader.

Lysets hovedretning

Lysets hovedretning er bestemmende for skyggetegningen og kan være afgørende for opfattelsen af et objekts karakter. Hvis lyset skal bidrage til en god formtegning af genstande og personer, må dets hovedretning være tilstrækkelig tydelig. Hvis lyset ikke har nogen klar hovedretning, kan skyggetegningen virke distraherende.

Et ansigt belyst nedefra virker uhyggeligt og unaturligt, mens det ved de normale lysretninger fra oven eller fra siden virker mere velkendt. Ansigtsformer opfattes bedst med belysning skråt fra siden i en vinkel 15-45° over vandret og desuden forfra 45-75° fra synsaksen.

Hvis lyset kommer nedefra, kan det belyste få et unaturligt og dramatisk præg, fordi skyggerne vender omvendt i forhold til hvad vores øjne er vant til fra dagslyset.

Kontrasten afhænger ikke af lyset

[Kontrasten](#) er et udtryk for luminansforholdet mellem detalje og baggrund. Forskelle i luminanser mellem en detalje og dens omgivelser viser sig på to måder:

- gennem kontraster i den belyste overflade; f.eks. mørkt i forhold til lyst eller blankt i forhold til mat
- som følge af kontraster i overfladens karakter, f.eks. glat eller ru.

Jo dårligere kontrast der er imellem bogstaver og papir, jo mere lys kræves for at bogstaverne skal kunne læses

Jo dårligere kontrasten er mellem bogstaver og papir, jo mere lys kræves der, for at bogstaverne skal kunne læses.

Forholdet mellem luminanser ændres ikke af en højere [belysningsstyrke](#). Imidlertid øges øjets [kontrastfølsomhed](#), når luminansen øges. Derfor kan det være nødvendigt at øge belysningsstyrken, hvis kontrasten er ringe.

LYSETS FARVEGENSKABER

Lysets farveegenskaber er karakteriseret ved dets farvetemperatur (lysfarve) og dets Ra-indeks, også kaldet farvegengivelsesindeks.

Lysets [farvetemperatur](#) og dets [evne til at gengive farver](#) er afgørende for, om lyset er rart at opholde sig i.

Både farvetemperaturen og de farvegengivende egenskaber afhænger af [lysets spektrale effektfordeling](#). Helt forskellige spektralfordelinger kan resultere i den samme farvetemperatur. Derfor kan man ikke ud fra farvetemperaturen slutte noget om lysets farvegengivende egenskaber.

Til langt de fleste typer [synsopgaver](#) regnes [lyskilder](#) med et Ra-indeks over 80 normalt for at give en tilstrækkelig god farvegengivelse. I situationer, hvor farver spiller en væsentlig rolle, er det imidlertid nødvendigt at anvende lyskilder med et Ra-indeks på minimum 90. Det gælder f.eks. ved bedømmelse af farvetryk og af madvarer samt på museer og lignende steder, hvor farver spiller en central rolle for oplevelsen.



Farven i det violette tørklæde ser meget forskellig ud i lyset fra to forskellige typer LED. Fotos: Steen Traberg-Borup.

Ved valg af lyskilder bør man afpasse disses farvetemperatur efter både aktiviteten og belysningsniveauet. Ved lavere belysningsniveauer foretrækkes sædvanligvis lavere farvetemperaturer (under 3300 K). Ved høje belysningsniveauer vil det varme lys derimod virke unaturligt. Her foretrækkes normalt neutralt (3300-5000 K) eller koldt lys (over 5000 K).

I enkelte tilfælde stilles der specifikke krav til lysets farvetemperatur. Det gælder f.eks. for kontrol af flerfarvetryk (5000-6500 K) og i lægers undersøgelsesrum, som skal have en farvetemperatur på mellem 4000 K og 5000 K.

INTRODUKTION

Forskellige typer synsopgaver stiller forskellige krav til belysningen. I nogle sammenhænge, f.eks. i dagsinstitutioner og på hospitaler, skal belysningen tilgodese mange forskelligartede behov.

For at kunne afgøre, hvilken belysning der er den rette i en specifik sammenhæng, må man vide, hvilke behov belysningen skal dække, herunder hvilke hensyn der eventuelt skal tages.

Hvis der er tale om særlige krav i forbindelse med en helt specifik synsopgave, må man desuden have kendskab til væsentlige detaljer vedrørende synsopgaven, herunder viden om dimensioner, detaljegrad, materialer og overflade.

I mange tilfælde vil det være en god idé at tænke i [særbelysning](#).

SPECIFIKATION AF SYNSOPGAVEN

Mange typer synsopgaver stiller specielle krav til belysningen. Derfor skal synsopgave og belysningsform passe sammen.

I nogle tilfælde er det vigtigt at undgå [refleksioner](#) i blanke flader, mens andre typer opgaver kræver, at lyset har gode [farveegenskaber](#).

I forbindelse med planlægningen af en god arbejdsbelysning må man først og fremmest kende synsopgaven og de udfordringer, der knytter sig til den. I den forbindelse er følgende spørgsmål relevante:

- Hvor store eller små er de genstande og detaljer, man skal kunne se?
- Hvor stor er afstanden til genstande og detaljer?
- Hvilken form, størrelse og farve har genstandene?
- Har genstandene matte, blanke, mørke eller lyse overflader?
- Er [kontrasten](#) mellem detaljer og baggrund god eller dårlig?
- Anvendes der briller ved arbejdet?
- Er synsstyrken, dvs. øjets evne til at se detaljer, hos personen normal?
- Hvad er personens alder?



Justerbar arbejdslampe.
Foto: Højager Belysning.
Billedet må udelukkende benyttes i undervisningssammenhæng og kun med angivelse af kilde.

Arbejde med små detaljer og ringe kontraster kræver langt mere lys end arbejde med grove detaljer og gode kontraster. Tilsvarende kræver almindeligt kontorarbejde ikke de samme farvegivende egenskaber af lyset som farvesortering eller arbejde med farvetryk.

Ældre mennesker har brug for mere lys end yngre. Børn har til gengæld brug for, at lyset understøtter den udvikling af [synssansen](#), som sker i den tidlige barndom.

Hvor der er tale om specifikke og synskrævende opgaver, vil man ofte opnå den bedste løsning ved at anvende en egentlig [særbelysning](#), f.eks. en god justerbar [arbejdslampe](#).

I mange tilfælde kan den optimale løsning på et belysningsproblem nås ved både at analysere synsopgaven og samtidig se på, om det er muligt at [tilpasse arbejdsprocessen til synsarbejdet](#).

BELYSNING VED SKÆRM- OG KONTORARBEJDSPLADSER

Arbejde ved skærm, f.eks. pc- eller tv-skærme, stiller særlige krav til belysningen, som ikke må give generende reflekser i skærmen.

Skærmarbejde involverer ofte almindeligt kontorarbejde som læsning og skrivning på papir, som i sig selv stiller krav til belysningen.

Når man arbejder ved en skærm, skal man kunne se lysende detaljer bag transparent materiale. Belysningens primære opgave er derfor at bevare [kontrasterne](#) mellem de lysende objekter og baggrunden. Dette sker ved at undgå stærkt indfaldende lys og samtidig reducere forstyrrende spejlinger i det transparente, blanke materiale.

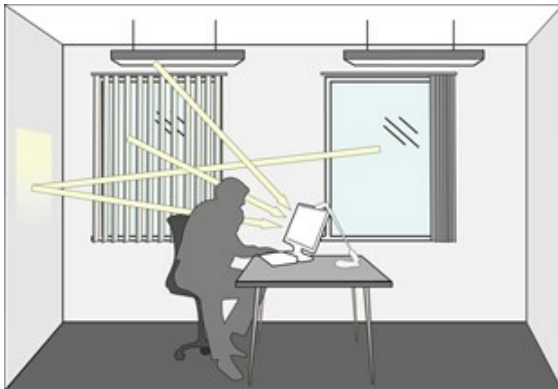
Derfor er det en god idé at anvende en god [arbejdslampe](#). Dette gælder også for andre typer arbejdspladser, hvor der anvendes en skærm.

Kontraster

For al tekst gælder, at god kontrast mellem tekst og baggrund er afgørende for læsbarheden. På almindelige skærme kan kontrasten normalt justeres inden for visse grænser. For at fastholde en god kontrast, er det imidlertid vigtigt, at belysningsanlægget indrettes, så man undgår for kraftig belysning direkte på skærmen, idet [reflekser](#) af enhver art vil forringe kontrasten på skærmen og derfor skal undgås.

Spejlinger og reflekser i skærmen

Spejlinger og reflekser kan stamme fra vinduer, belysningsarmaturer, lyse flader i lokalet eller fra den person, der sidder ved skærmen. Reflekser fra vinduer kan undgås enten ved passende afskærmning af vinduerne eller ved passende placering af skærmen i forhold til vinduerne. Placering af skærmen så synsretningen er parallel med vinduesvæggen, giver de bedste muligheder for at undgå reflekser i skærmen. I storrumskontorer kan det være nødvendigt at anvende rumdelere el.lign. for at undgår spejlinger af vinduesflader i skærmene.



Reflekser fra vinduer, belysningsarmaturer, lyse flader i lokalet kan være et problem på skærmarbejdspladser.

Figur: Silla Herbst.

Det er vigtigt at undgå reflekser fra armaturer i skærmen. Som regel vil specielt afskærmende og delvis opadlysende armaturer, som placeres korrekt i forhold til skærmen, være en optimal løsning. I visse tilfælde kan det være nødvendigt at etablere en lokal afskærmning af arbejdspladsen. Lyset kan desuden give anledning til generende reflekser i tastaturet, hvis dette er blankt. Ved valg af tastatur er det derfor en god idé at være opmærksom på tastaturets overfladeegenskaber.

Også reflekser fra flader i rummet kan virke generende. Derfor må disse ikke have for høje [luminanser](#), ligesom kraftigt belyste flader og områder skal undgås. Det er ofte en fordel at baggrunden bag den person, der arbejder ved skærmen, ikke er for mørk.

Derudover kan reflekser fra lyst tøj hos personen ved skærmen være generende, bl.a. fordi reflekserne bevæger sig. Problemet kan reduceres ved at undgå tøj i lyse nuancer og ved lav [belysningsstyrke](#) på personen.

Uanset hvilke foranstaltninger der træffes, må man sikre, at der er en passende [luminansfordeling](#) på og omkring arbejdspladsen.

Læsning og skrivning på papir.

Både papir og trykte bogstaver har som regel en [diffus refleksion](#) med mere eller mindre udpræget retningsvirkning. Somme tider vil bogstaverne have en refleksion, der er mere spejlende end papiret. Hvis papiret belyses netop fra den spejlende retning, kan bogstavernes luminans derfor blive mindst lige så høj som papirets, hvilket bevirker, at kontrasten mellem bogstaver og baggrund bliver lille eller skifter, så bogstaverne opleves lysere end papiret.

Refleksionsegenskaberne og belysningen, i særdeleshed armaturernes placering i forhold til papiret og betragtningspunktet, er derfor afgørende for kontrasterne, og dermed også forsynligheden.

Til læsning og skrivning på papir vil man normalt kunne opnå den bedste belysningsløsning ved at supplere den generelle belysning i lokalet med [arbejdslamper](#) ved arbejdspladserne. Til kontorarbejde bør arbejdslampen have en asymmetrisk [lysfordeling](#) og være nem at justere.

BELYSNING I HÅNDVÆRK OG INDUSTRI

Belysningen på industriarbejdspladser skal være tilpasset de synsopgaver, der udføres.

Ved groft arbejde og skiftende arbejdspladser er det normalt en fordel med en jævn loftsbelysning. Ved fast placering af maskiner og arbejdsborde er det en god idé at have en [differentieret belysning](#) med flest armaturer i arbejdsområderne og færre armaturer i færdselsarealerne og særbelysning i form af [arbejdslamper](#) el.lign. ved de enkelte arbejdspladser.

Forkert belysning kan give anledning til både dårlig kvalitet af det udførte, arbejdsskader og alvorlige uheld. U hensigtsmæssig belysning kan f.eks. give anledning til forkert aflæsning af instrumenter eller [blænding](#) i forbindelse med betjening af maskiner. Dårlig belysning kan desuden medføre forkerte arbejdsstillinger, som kan resultere i spændinger, o.lign. Hvis der arbejdes ved roterende maskiner, er det vigtigt at undgå [stroboskopeffekter](#) fra belysningen.

Kravene til belysningen, specielt særbelysningen, afhænger i høj grad af de materialer og objekter, der arbejdes med, herunder om overfladen er blank eller mat, om objektet er plant eller ikke, om genkendelse af farver spiller en rolle etc. I DS/EN 12464-1 er kravene til specifikke arbejdsopgaver detaljeret i form af krav til belysningsstyrke, blænding, regelmæssighed og farvegengivelse.

I det følgende findes illustrerede eksempler på, hvilken type belysning der er den rigtige til forskellige typer arbejdsobjekter. Vedr. arbejde, som involverer pc-skærm o.lign. henvises til afsnittet [Belysning ved skærm- og kontorarbejdspladser](#).

Rumlige og fortrinsvis matte objekter

Når man arbejder med rumlige objekter med fortrinsvis matte detaljer på fortrinsvis mat baggrund, har man som regel behov for at kunne skelne detaljer (ujævnheder, fejl, krøller etc.) i den matte overflade. Belysningen viser detaljer i overfladen vha. skygger og [luminansvariationer](#). Disse variationer dannes med rettet lys, evt. med strejfende lysindfald ("streflyls").



Eksempel på arbejde med rumlige objekter med fortrinsvis matte detaljer på fortrinsvis mat baggrund. Et rettet lys, evt. med strejfende lysindfald, vil fremhæve detaljer i overfladen vha. skygger og luminansvariationer.

Detaljer på blank baggrund

Når man arbejder med metal eller et andet blankt materiale, kan man have brug for at kunne se detaljer (rumlige detaljer, opmærkning, ridser etc.) i metallets blanke overflade. En passende belysning kan bidrage til at fremhæve disse detaljer ved at lade baggrunden blive ensartet lys, så detaljerne fremstår som mørkere. For at opnå denne effekt skal lyset på arbejdsobjektet være diffust.

Til dette formål kan f.eks. anvendes et såkaldt storfladearmatur, dvs. et armatur, hvis lysende flade har en ensartet [luminans](#), og hvis spejlbillede dækker de væsentlige dele af objektet. Hvis armaturet er anbragt nær ved objektet, og hvis objektet er lille, kan storfladearmaturer i sig selv have en begrænset udstrækning. Det væsentlige er, at hele objektets baggrund spejler armaturet ensartet, så detaljerne i objektet er synlige.



Aflæsning af en skala på metal. Baggrunden spejler det diffuse lys, så værdierne på skalaen træder frem.

Blanke detaljer på mat baggrund

Ved arbejde med blanke detaljer på en mat overflade, f.eks. ved arbejde med elektronik, fremhæves detaljerne bedst ved at lade disse spejle lyset, mens den matte baggrund fremtræder mørkere. For at opnå dette må man anvende armaturer, hvis størrelse er tilpasset arbejdsobjektet og som er placeret, så de spejler detaljerne i objektet

Ved arbejde med elektronik er det en god løsning at rette lyset ind over arbejdsfeltet fra armaturer i lav højde placeret på hver sin side af arbejdsbordet. På denne måde opnås en jævn belysning over et større arbejdsfelt.

Bløde buler i blanke flader

Når man arbejder med bløde retningsafvigelse i blanke flader, f.eks. opretning af buler på et pladeværksted, har man brug for at kunne kontrollere overfladens planhed. Lyset skal derfor placeres, så det fremhæver eventuelle retningsændringer i fladen. Dette kan ske vha. spejling af et regelmæssigt mønster i fladen.

For at opnå dette kan man lade fladen spejle enten en belyst væg med et regelmæssigt stribemønster eller et stort, jævnt, ikke for kraftigt lysende storfladearmatur med regelmæssigt stribe- eller gittermønster. Objekt placeres så dets baggrund spejler væggen eller armaturet ensartet, og retningsafvigelse i fladen derved træder frem. Et eksempel er vist på billedet.



Billedet viser et storfladearmatur med stribemønster placeret vinkelret på den bulede overflade. Af spejlingen fremgår det umiddelbart at der er buler i den blanke flade.

Detaljer i translucente materialer

Hvis man arbejder med [translucente](#) eller transparente objekter, f.eks. ved filmarbejde, kontrol af flasker el.lign., kan man have brug for at se detaljer i materialet ved gennemlysning. De bedste betingelser for dette opnås ved at placere objektet foran en lysende flade (lysbord eller lyskasse) og sørge for at luminansen af de tilstødende flader og i omgivelserne er lavere end objektets.

Detaljer bag transparent materiale

Når man skal se detaljer bag transparent materiale, f.eks. i forbindelse med aflæsning af instrumenter, skal aflæsningen ikke forstyrres af spejlinger i glas eller anden transparent afdækning. Derfor kan enten anvendes armaturer med ensartet og lav luminans eller armaturer med en [lysfordeling](#), som ikke giver anledning til spejlinger i synsretningen.

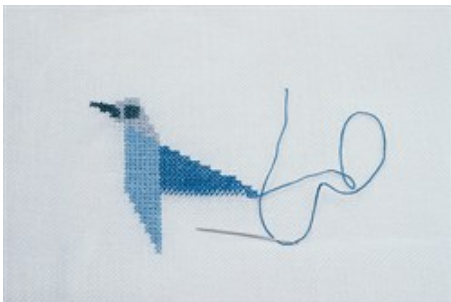
Farvekontrol og afstemning af farver

Ved vurdering af prøvetryk, sortering efter farver o.lign. skal belysningen sikre, at farverne fremtræder markant og uden forvrængning. Lyset må derfor ikke forhindre, at den ønskede balance mellem farverne opnås.

Til dette formål skal enten anvendes dagslys eller lyskilder med en [farvetemperatur](#) på 5000-6500 K og et [Ra-indeks](#) på minimum 90. Hvor to farver skal fremtræde indbyrdes ens under to forskellige typer lys, skal farverne vurderes under forskellige lyskilder, der udsender netop dette lys.



Hvis farver spiller en væsentlig rolle i arbejdet, må lyset have gode farveegenskaber. Foto: Silla Herbst.



I det diffuse lys på broderiet til venstre forsvinder detaljerne i stoffet og det bliver svært at placere stingene korrekt. Det rettede lys til højre fremhæver derimod stoffets detaljer. Her er både belysningsform og farveegenskaber i fokus. Fotos: DCL.

BELYSNING I SKOLER OG DAGINSTITUTIONER

Både på skoler og i daginstitutioner skal belysningen være tilpasset de mange og forskelligartede aktiviteter, der foregår.

I almindelige undervisningslokaler skal [kunstlyset](#) understøtte undervisningen, både ved tavlen og i rummet som helhed. Dette kræver en jævn loftsbelysning kombineret med en egentlig tavlebelysning bestående af tavlearmaturer med asymmetrisk [lysfordeling](#), der belyser hele tavlefladen ensartet. Tavlen skal være synlig fra alle positioner i rummet.

I undervisningslokaler, hvor der anvendes computere i undervisningen, skal belysningen desuden være indrettet, så den ikke giver anledning til gener i form af [reflekser](#) i skærm og tastatur. I den forbindelse er det væsentligt, at [dagslyset](#) kan afskærmes, når der er direkte solindfald i lokalet.

I undervisningslokaler, hvor bordene tit flyttes rundt, opnår man de bedste synsbetingelser med en diffus belysning, hvor man får lys ind fra mange retninger. En diffus belysning opnår man med et rimeligt antal armaturer, der spreder lyset godt, eller med armaturer, som udsender lys mod lyse lofter og vægge. Lyse lokaler med lyst inventar, herunder hverken helt mørke eller helt lyse borde, giver den bedste udnyttelse af både kunstlyset og dagslyset.

I faglokaler skal lyset være tilstrækkeligt til de aktiviteter, lokalet er beregnet til. I fag som f.eks. billedkunst skal man kunne se og skelne farver, detaljer mv., og i skolekøkkenet skal man kunne se, om råvarerne er friske etc. Disse ekstra krav kan som regel opfyldes ved, at den almene belysning suppleres med et passende antal armaturer eller [arbejdslamper](#), der egner sig til det konkrete formål.

I undervisningslokaler og auditorier med smartsboards, storskærme eller projektorer er det hensigtsmæssigt, hvis den generelle belysning kan dæmpes til et niveau, der ikke forstyrrer kontrastoplevelsen på skærmen nævneværdigt. For at opretholde en oplevet lyshed i rummet er det hensigtsmæssigt at supplere væggen bag smartboard, skærm eller lærred med belysning (f.eks. wallwashers), der sikrer nogenlunde samme luminans som på det fremviste. Ellers opleves rummet for mørkt, hvilket virker trættende.

Bedst er det at arbejde med nogle få lysscenerier, som understøtter undervisningssituationen, og som med enkle tastetryk kan ændres af underviseren.

Endelig skal lyset skabe tryghed på og omkring skolen, så børn og voksne kan færdes sikkert.

I DS/EN 12464-1 er kravene til specifikke undervisningsrum og andre rum i institutioner detaljeret i form af krav til belysningsstyrke, blænding, regelmæssighed og farvegengivelse.

Udnyt dagslyset

Undersøgelsesresultater tyder på, at mængden af dagslys har betydning for skoleelevers indlæring og præstationer. Det giver derfor god mening at udnytte dagslysets bidrag i belysningen. Gode dagslysforhold kan desuden give store [energibesparelser](#). Kravene til dagslysendfaldet fremgår af [Bygningsreglementet](#).

Belysning i daginstitutioner

Lys har stor betydning for udviklingen af [synssansen](#) hos børn. Denne udvikling foregår primært i institutionsalderen. I den forbindelse er [kvaliteten af lyset](#) afgørende. Kvaliteten hænger bl.a. sammen med, at der kan skabes tilstrækkelig variation, så lyset kan tilpasses til forskellige aktiviteter og understøtte aktiviteterne i institutionen.

I daginstitutioner foregår mange forskellige aktiviteter på gulvet. Derfor er det godt, hvis [den generelle belysning](#) kan tændes flere steder, evt. med en afbryder på hvert enkelt armatur. Herved optimeres muligheden for at skabe det rette lys til de forskellige aktiviteter.

Andre aktiviteter foregår ved et bord og kræver ofte både en god [formtegning](#) og en god [farvegengivelse](#) af lyset. Derfor bør armaturerne være placeret i en højde, så de giver en tilpas blanding af rettet og diffust lys. Armaturerne bør desuden være ophængt i en passende højde, så der ikke er indkig til lyskilden og samtidig ikke blokerer for øjenkontakten mellem personer ved bordet.

Lyset skal understøtte kommunikationen både indbyrdes mellem børnene og mellem børn og voksne. Derfor skal lyset være af en kvalitet, så man nemt kan aflæse mundstilling, mimik og kropssprog. I den sammenhæng er det vigtigt, at armaturer er placeret og afskærmet, så der ikke opstår [blænding](#), f.eks. for børn, der ser op mod ansigtet på en voksen i modlys, eller et mindre barn på puslebordet.

Dagslyset er den bedste lyskilde

Dagslys er gratis, effektivt og har optimale farveegenskaber. Derfor er det en god idé at indrette stuer mv., så primære aktiviteter placeres ved vinduet. På den måde udnyttes dagslysets gode kvaliteter, samtidig med at man sparer energi.

BELYSNING I SUNDHEDSSEKTOREN

Lyset spiller en stor rolle for vores sundhed og påvirker os både fysisk og psykisk. Udover at tilgodese patienternes sundhed og helbredelse skal lyset være tilpasset det arbejde, som udføres i sundhedssektoren.

I nogle situationer, f.eks. om natten, vil en sparsom belysning være bedst for patienterne. Utilstrækkelig belysning kan imidlertid være kilde til fejl, f.eks. fejlmedicinering eller fejlaflysning af instrumenter.

Der er således mange forhold at tage hensyn til i forbindelse med planlægning af lyset på hospitaler og i andre bygninger og lokaler, der anvendes i sundhedssektoren.



Gangbelysning på Rigshospitalet i København. Foto: Carlo Volf.

Lysets farveegenskaber

I mange sundhedsmæssige sammenhænge spiller [lysets farveegenskaber](#) en væsentlig rolle. Det gælder f.eks. når en læge skal vurdere en patients almentilstand ud fra vedkommendes ansigtskulør, og når tandlægen skal vurdere farver på tænder og tandkød. Her er det vigtigt, at lysets evne til at gengive farver er rigtig god. Hvilket betyder, at lyset bør have et [farvegengivelsesindeks](#) svarende til minimum Ra 90.

På nogle hospitaler anvendes også farvet lys. I forbindelse med CT-scanning anvendes i nogle tilfælde farvet lys med henblik på at mindske eventuel nervøsitet hos de patienter, som oplever ubehag ved at skulle scannes. På nogle operationsstuer anvendes farvet lys til at skabe optimale synsbetingelser i forbindelse med bl.a. kikkertoperationer via skærmterminaler.

Forskelligartede hensyn

Antallet af arbejdsopgaver i sundhedssektoren er mange, og der er store forskelle på, hvilke specifikke krav de forskellige opgaver og funktioner stiller til belysningen. Mens operationer kræver høje [belysningsstyrker](#) fra specielle operationslamper, skal belysningen på sengestuer tilgodese mange forskelligartede behov hos både plejepersonale og patienter.

På sengestuerne er det vigtigt, at belysningen indrettes og evt. afskærmes, så den er tilpasset de funktioner, den anvendes til og samtidig forstyrrer patienterne mindst muligt. Hvis de funktioner, der skal kunne udføres i løbet af natten, kræver belysningsniveauer, der vil være generende for patienterne, kan det f.eks. være en god idé enten at afskærme lyset eller placere det på en måde, så generne minimeres.

Lyset er afgørende for helbredelsen

Undersøgelsesresultater viser, at lyset har betydning for mange forhold i relation til sundhedssektoren. Det gælder f.eks. tilfredshed, søvn, depression, indlæggelsestid og dødelighed samt fejl. Samlet peger resultaterne på lys som en vigtig faktor i udformningen af de fysiske rammer på hospitaler. (Helende arkitektur, Anne Kathrine Frandsen et al.).

BELYSNING I BUTIK OG UDS STILLING

Et velovervejede belysningsanlæg er et effektivt virkemiddel til at skabe opmærksomhed og stemning. Uanset om belysningen er diskret eller iøjnefaldende, har den betydning for, hvordan varer og udstillede objekter fremstår.

I udstillingsmiljøer gælder det generelt om at fremhæve de udstillede objekter og skabe oplevelser. Det gælder både i butikker og i museer og lignende. Belysningen skal understøtte dette forhold og samtidig sikre, at almindelig færdsel kan foregå sikkert og at der kan gøres rent.

Som i mange andre sammenhænge kan belysningen i butikker, udstillinger o.lign. overordnet inddeles i [tre typer lys](#):

- Generel belysning bestående af armaturer, der er mere eller mindre jævnt fordelt i hele lokalet. Den generelle belysning giver en grundbelysning, som enten anvendes alene eller sammen med en funktionsbestemte belysning.
- Funktionsbestemt belysning, som anbringes, så den giver en passende belysning i specifikke områder eller til helt specifikke formål, f.eks. kassearbejde.
- Effektbelysning, bestående af armaturer, der bidrager til at skabe en bestemt effekt eller stemning.

Al belysning er en balance mellem de to førstnævnte eller alle tre lystyper.

Den generelle belysning i et lokale eller område skal lette orienteringen og samtidig udjævne store lysforskelle. Den generelle belysning kan desuden være vigtig for personalets arbejde med at holde en butik, udstilling el.lign. ren, ryddelig og under opsyn.

Det gælder normalt om, at holde den generelle belysning på så lavt et niveau, at den ikke konkurrerer med den øvrige belysning, f.eks. på udstillede genstande. Det vil normalt være tilstrækkeligt, at den generelle belysning har en [middelbelysningsstyrke](#) på 50-100 lux. Skal man læse varedeklarerationer, brochurer, udstillingsskilte el.lign., er der behov for 200-500 lux.

Den generelle belysning kan f.eks. bestå af velafskærmede armaturer i eller nedhængt fra loftet eller indirekte belysning fra belyste lofter eller vægge. [Spots](#) er som regel ikke velegnede til generel belysning, men bør i stedet bruges til det, de er bedst til, nemlig til funktionsbestemt belysning, der fremhæver og skaber fokus, eller til effektbelysning.

Lys og skygger

Armaturernes placering, størrelse og [lysfordeling](#) bestemmer, hvor rettet lyset fra armaturet er. Det har indflydelse på lysets skyggevirkning, og på om der opstår spejlinger og reflekser. [Skyggerne](#) giver tingene omkring os liv og karakter, og bevirker, at vi kan opfatte rumlige figurer, som f.eks. varer og andre rumlige genstande.

Skyggernes karakter skal passe til tingenes karakter. Normalt gælder, at store former og genstande (f.eks. møbler og hårde hvidevarer) kræver bløde skygger fra overvejende diffust lys, mens små genstande, [tekstur](#) og detaljer kræver skarpere skygger fra mere rettet lys, f.eks. fra en spot. Oftes har man brug for en blanding af diffust og rettet lys.

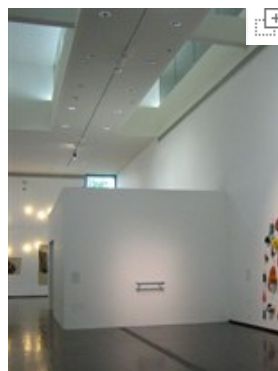
En uheldig skyggetegning kan virke forvirrende. Det gælder f.eks. store, meget hårde og skarpe skygger eller skygger fra flere retninger på en gang. Modsat kan en helt diffus belysning, f.eks. fra store lysende flader eller talrige, jævnt placerede armaturer, gøre opfattelsen af former og genstande umulig.

Skygger opfattes som mest naturlige, når de kommer fra belysning anbragt skråt fra oven. Belysning nedefra kan give en helt fejlagtig opfattelse af genstandens form.

Lysets farveegenskaber

Både lysets egen farve og lysets evne til at gengive farver er afgørende for vores opfattelse af et udstillingsmiljø.

En varmvid [lysfarve](#) kan anvendes til at understrege en varm, hyggelig og intim atmosfære, hvorimod en koldvid lysfarve i højere grad udtrykker kølighed, effektivitet og et højt aktivitetsniveau. Ved lave belysningsniveauer føles en varm lysfarve som det mest naturlige og



Spots udgør ofte et væsentligt element i belysningen i butikker og udstillingslokaler.
Fotos: Astrid Espenhain.

behagelige. Ved højere belyningsniveauer føles kolde lysfarver mere naturligt.

Hvordan den kunstige belysning gengiver farver på varer, udstillingsgenstande, overflader mv., afhænger af lysets [Ra-indeks](#). I butikker bør der udelukkende anvendes [lyskilder](#), der har en god eller særdeles god farvegengivelse.

Man skal dog ikke altid vælge en lyskilde med et Ra-indeks på 90 eller derover. Nogle typer lyskilder, herunder [højtryksnatriumlamper og metalhalogenlamper](#), fremhæver bestemte farver, f.eks. varme gyldne og røde farver i brød eller appelsiner, eller blå nuancer i jeans. Disse lyskilder har derfor en såkaldt lipstick-effekt, som med fordel kan udnyttes i mange sammenhænge.

Det er altid en god idé at afprøve en lyskilde i forhold til de varer, den skal belyse.

Butiksbelysning

En belyningsplanlægning bør altid tage udgangspunkt i en grundig analyse af den enkelte butiks image og indretning. I eksklusive butikker med personlig betjening vil en belysning, der ser eksklusiv ud, virke naturlig, mens en belysning, der giver et mindre prangende indtryk virker passende i discountbutikker med selvbetjening.

Et velgennemtænkt belyningsanlæg er et effektivt virkemiddel i bestræbelserne på at tiltrække kundernes opmærksomhed i en butik og derved øge salget. Hvordan vi oplever en butik, dens atmosfære og om den virker lys eller mørk, hænger nøje sammen med både belysningen og de materialer og farver, der anvendes på gulv, loft, vægge og inventar.

Når man indretter belysningen i butikken, gælder det om at få lyset passende fordelt. En helt jævn belysning i butikken kan virke monoton og kedelig, hvorimod en nuanceret belysning kan virke oplivende og spændende. I lokaler med lyse farver udjævnes forskelle i lysniveauet, fordi lyset reflekteres fra de lyse flader. I lokaler med mørke farver fremhæves de belyste ting, fordi de ses mod en mørk baggrund.

Da [øjet](#) tiltrækkes af og indstiller sin [lysfølsomhed](#) efter det lyseste område i omgivelserne, bør varerne fremtræde lysere end omgivelserne. Dette kan gøres ved at sætte mere lys på varerne end på omgivelserne eller ved at placere lyse varer mod en mørkere baggrund.

Når lysforskelle anvendes som et element i butiksendretningen, må man være opmærksom på, at butikken også er en arbejdsplads. Voldsomme og konstante [luminansspring](#) kan virke både generende og trættende for personalet.



Generel belysning i boghandel med rigeligt dagslys. Foto: Astrid Espenhain.

Lysniveau og -fordeling

Belysningsniveauet og lysets fordeling har betydning for overskueligheden af varerne og opfattelsen af butikkens image. En butik med et varieret lysniveau, hvor der er gjort noget særligt ud af belysningen på de enkelte varegrupper opfattes ofte som eksklusiv og hyggelig. En butik

med et højt, jævnt lysniveau virker overskuelig og vareudbudet præsenteres i højere grad som en helhed.

Butiksbelysningens rolle er at sørge for at:

- kunder og personale kan orientere sig, færdes sikkert butikken og føler sig godt tilpas
- vareudbudet kan ses tydeligt
- skabe opmærksomhed og interesse - stop-effekt
- understrege butikkens image, salgsstil og atmosfære
- guide kunderne igennem butikken og hen til udvalgte varegrupper
- give tilstrækkeligt lys til rengøring

Om der er lys nok i en given situation afhænger af, hvad det er man skal se. Små detaljer kræver mere lys end store detaljer. Hvis der er små [kontraster](#) i det, man skal se, har man brug for mere lys. Det er ikke muligt at angive, hvilke værdier for belysningsstyrker, der vil være de rigtige i forskellige områder i en butik.

Hvad angår personalet findes krav til belysningsstyrken i forskellige arbejdsituationer, herunder kassearbejde, i [DS/EN 12464-1](#).

I den generelle belysning kan armaturerne enten placeres i et regelmæssigt mønster, som giver en jævn almenbelysning eller i forhold til inventar, gangarealer o.lign. Det er butikkens indretning (størrelse og loftshøjde, inventar mv.) der afgør, om den ene eller anden type belysning virker mest rigtig. Armaturplaceringen sender signaler om butikkens stil og image. F.eks. kan en butik med et belysningsanlæg med [lysrørsarmaturer](#) i en jævn fordeling give associationer til lagerlokaler.

I butikcentre, hvor man lejer butiklokaler, vil der ofte være en fast generel belysning. Her bør butiksejerne overveje, hvad der vil give den bedste belysning; at ombygge eller udbygge det eksisterende anlæg.

Undgå blænding

En af de mest udbredte gener i butiksbelysning er [blænding](#). Direkte indkig til en kraftigt lysende lyskilde kan give anledning til ubehagelig blænding. Derfor bør man benytte velafskærmede armaturer i butikken og sørge for, at spots er placeret, så de vender væk fra de synsretninger, som kunder og personale normalt vil have. Udover selve armaturerne og deres placering, afhænger fornemmelsen af blænding også af [farverne i lokalet](#). Jo mørkere baggrund armaturerne ses imod, jo mere vil de blænde.

Blænding kan også opstå pga. [spejlinger eller reflekser](#) i blanke overflader, f.eks. gulve. Hvis man gennem længere tid udsættes for reflekser i blanke overflader, f.eks. ved kassearbejde, kan det medføre ubehag, træthed, hovedpine og forkerte arbejdsstillinger. Spejlinger kan desuden bevirke at prisskilte og varedeklarerationer på blankt papir er svære at læse, eller gøre det svært at se varer bag glas, i montrer mv. Arbejde ved skærme og kasseterminaler kan ligeledes blive generet af spejlinger og reflekser i skærmen. Disse kan undgås eller reduceres ved at placere armaturer korrekt.

I nogle typer butikker arbejder man bevidst med spejlinger og reflekser. Det gælder f.eks. hos sølv- og guldsmede, hvor spejlinger og brillans er vigtige i forhold til, hvordan varerne præsenteres. Også frugt kan fremtræde mere glansfuldt, hvis man skaber spejlinger i de blanke overflader.

Elforbruget til belysning

Der sættes desværre ofte lighedstegn mellem kvantitet og kvalitet. Denne opfattelse er ikke korrekt og bevirker, at mange butikker har et meget højt lysniveau og dermed stort energiforbrug.

En del af den energi, der bruges i et belysningsanlæg bliver til varme. En energirigtig belysning af høj kvalitet giver lavere energiforbrug, mindre varmeafgivelse og dermed mindre kølebehov og bedre indeklima for både kunder og medarbejdere.

Butiksbelysningen skal ikke drukne butikkerne i lys, men i stedet planlægges ud fra butikskloalets indretning og de krav der stilles til lyset i forskellige områder i butikken. Overalt, hvor det er muligt, bør [dagslyset](#) udnyttes - det er gratis.

I større, højloftede butiklokaler kan man med fordel have en generel belysning suppleret med funktionsbestemt belysning og effektbelysning

I mindre butiklokaler bør man ud fra en energimæssig synsvinkel starte med at planlægge den funktionsbestemte belysning og efterfølgende vurdere, om der er behov for supplerende belysning, f.eks. i gangområder eller for at forhindre meget mørke, skumle områder i butikken.



Belysning af indgangsparti og facaden er en vigtig del af butiksbelysningen og skal også regnes med i en energiberegning. Fotos: Astrid Espenhain.

BELYSNING AF UDENDØRS ARBEJDSPLADSER

Arbejde på udendørs arbejdspladser og efter mørkets frembrud stiller andre krav til belysningen end dem, vi forbinder med indendørs arbejdspladser.

Udendørsbelysning ses mod en mørk himmel, hvilket i sig selv er dårlige betingelser i forhold til at undgå [blænding](#). Vejret skifter og har indflydelse på karakteren af byggepladsen. Arbejdet foregår somme tider i helt andre højder og med andre afstande end indendørs.

På mange udendørs arbejdspladser, f.eks. terminaler, lagre, banegårde, havne, byggepladser osv. består belysningen af projektører anbragt på høje master, evt. placeret langt fra hinanden. Denne belysning vil ofte give anledning til gener i form af blænding og [reflekser](#), som kan gøre det svært at udføre arbejdet.

Det er derfor en god investering at sørge for, at belysningen på byggepladser og andre udendørs arbejdspladser er tilstrækkelig i forhold til de opgaver, der skal udføres på arbejdspladsen.

Byggepladsbelysning

Da en byggeplads som regel er en midlertidig foranstaltning, kan man ikke opsætte omhyggeligt projekteret og gennemprøvet belysning, som tager hensyn til hvert enkelt arbejdssteds behov. Derfor ligger kvaliteten af belysningen på en byggeplads normalt under det, man sædvanligvis finder på de faste indendørs arbejdspladser, hvilket kan have konsekvenser både for sikkerheden og [lyskvaliteten](#).

Helt centralt er det, at den generelle belysning af adgangsveje, transportveje og færdselsarealer på byggepladser udformes, så man kan se tilstrækkeligt til at kunne færdes, og så man undgår ulykker, f.eks. i forbindelse med transport af store genstande.

På alle områder, hvor der foregår arbejde, må der opsættes en generel belysning, der giver en passende [middelbelysningsstyrke](#).

Selv om store dele af arbejdet kan udføres med en god generel belysning, vil der som regel være arbejdsopgaver, som kræver særbelysning. Det gælder først og fremmest for de arbejdsopgaver, der kræver kraftigt og rettet lys, f.eks. visse typer maler- og murerarbejde, hvor små detaljer i en ellers glat overflade skal fremhæves.

ARBEJDSPROCESSENS TILPASNING TIL SYNSOPGAVEN

Det er ikke altid optimalt at tilpasse belysningen til det arbejde, der skal udføres. I en del tilfælde giver det god mening i stedet at ændre på arbejdsobjektet eller på processen.

Når man planlægger belysningen til en bestemt type arbejdsopgave, går man normalt ud fra, at arbejdsopgaven og arbejdsobjekterne ikke kan ændres, og at belysningen derfor skal indrettes efter disse. I mange tilfælde kunne man imidlertid med fordel ændre arbejdsobjekterne eller arbejdets karakter og på denne måde lette synsarbejdet.

Ved kontorarbejde kunne man f.eks. vælge en skærm med en mat overflade i stedet for en blank eller diffust reflekterende papir med kraftig tryk og god [kontrast](#). Tilsvarende kan god kontrast og tilstrækkelig skriftstørrelse på pc-skærmen gøre arbejdet lettere.

I nogle tilfælde vil det være en god idé at ændre form eller farve på de objekter, der arbejdes med, ligesom en ændring af arbejdspladsens indretning, som f.eks. optimerer afstanden til objektet kan være bedre end at ændring på lyset. Somme tider kan en lup også være en bedre løsning end mere lys.

I andre tilfælde, som f.eks. ved kontrolopgaver med ekstremt vanskelige [synsbetingelser](#), kan det være umuligt at udforme et belysningsanlæg, som giver rimelige synsforhold. Her kan man overveje at ændre arbejdets karakter f.eks. ved at indføre automatisk kontrol.

Denne type foranstaltninger kan i væsentlig grad medvirke til at lette synsarbejdet.

INTRODUKTION

De danske lovkrav til udendørs kunstlys og dagslys findes i danske reglementer og standarder, mens krav vedr. kunstlys indendørs og lyskilder fortrinsvis findes i normer, direktiver mv., som gælder for hele EU.

Danske krav til indendørs belysning, både [kunstlys](#) og [dagslys](#), findes i det danske [Bygningsreglement 2018](#) (BR18), i EN-standarder samt i Arbejdstilsynets At-bekendtgørelser.

Endelig stiller bygningsreglementet krav til det samlede energiforbrug i en bygning, hvilket bl.a. får betydning for energiforbruget til belysning.

Danske krav til vejbelysning findes i lovgivning og cirkulærer samt i [vejbelysningshåndbogen](#).



I relation til belysning og lyskilder findes desuden krav om energimærkning, genanvendelse og andet.

Byggeloven

Byggeloven er den grundlæggende lov vedr. byggeri i Danmark. Den skal sikre, at bygninger udføres og indrettes på en måde, så de er i orden i forhold til sikkerhed og sundhed. Loven skal desuden sikre tilfredsstillende kvalitet i forhold til anvendelsen og bidrage til at modvirke unødvendigt energiforbrug.

Byggeloven er en såkaldt rammelov. Den danner grundlag for udformning af bygningsreglementet, som indeholder konkrete krav til byggerier. Bygningsreglementet er altså ikke en lov i sig selv, men den har samme gyldighed. Det er derfor lovpligtigt at overholde de minimumskrav, der stilles i Bygningsreglementet.

Bygningsreglementet er udformet af [Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen](#). I praksis er det imidlertid den enkelte kommunes tekniske forvaltning, der behandler byggesager i kommunen og i sidste ende kommunalbestyrelsen, der udsteder byggetilladelser og eventuelle dispensationer.

Ansøgning om byggetilladelse og indsendelse af anmeldelser skal derfor altid ske til den kommune, hvor et byggeri skal opføres. Bygningsreglementets krav håndhæves af [Arbejdstilsynet](#) og kommunerne.

Bygningsreglementet indeholder såkaldte funktionskrav, men er ikke en arbejdsanvisning på, hvordan et byggeri skal udformes. Anvisninger findes i anvisninger fra [Statens Byggeforskningsinstitut](#).

Arbejdstilsynets bekendtgørelser bygger på gældende love og regler. Arbejdstilsynets vejledninger og anvisninger beskriver, hvordan reglerne i lovgivningen skal fortolkes og er ikke i sig selv bindende.

Belysningsstandarder

Gældende EU-standarder på belysningsområdet har ikke i sig selv status af lovkrav. Men eftersom Bygningsreglement 2018 stiller krav om, at DS/EN 12464-1 benyttes for de nævnte typer arbejdsrum, har denne standard i praksis samme status som bygningsreglementet. Øvrige standarder, hvori belysning indgår, f.eks. Indeklimastandard DS 3033 Frivillig klassificering af indeklimaets kvalitet i boliger, skoler, dagsinstitutioner og kontorer, har almindeligvis ikke samme status som DS/EN 12464-1, men er vejledende.

De vigtigste standarder for lys og belysning er:

- DS/EN 12464-1 Lys og belysning - Belysning ved arbejdspladser - Del 1: Indendørs arbejdspladser, med tillæg af DS/EN 12464-1 DK NA.

- DS/EN 12464-2 Lys og belysning - Lys ved arbejdspladser - Del 2: Udendørs arbejdspladser
- DS/EN 12665 Lys og belysning - Grundlæggende begreber og kriterier til beskrivelse af krav til belysning
- DS/EN 1838 Belysning - Nødbelysning og DS/EN 50172 Belysningssystemer til nødudgange
- DS/EN 12193 Lys og belysning - Sportsbelysning.
- DS/EN 17037 Dagslys i bygninger.

Vejbelysningshåndbogen

De danske vejregler udgives af Vejdirektoratet og indeholder primært retningslinjer og vejledninger. Eneste undtagelse gælder belysning i signalregulerede kryds og fodgængerfelter.

Det er lokale vejregelkomitéer, der bestemmer, hvilke regler der skal overholdes i de enkelte kommuner. Det er dog almindelig kutyme at følge vejledningerne.

Stærkstrømsloven

[Stærkstrømsloven](#) er den rammelov, der danner grundlag for Stærkstrømsbekendtgørelsen, som bl.a. indeholder sikkerhedsbestemmelser for installationer i boliger og erhvervsbyggeri samt krav vedr. armaturers udformning, kapsling mv. ved forskellige anvendelser. Kravene i [Stærkstrømsbekendtgørelsen](#) har således relevans for installation af kunstig belysning, dagslysstyring mv.

Stærkstrømsbekendtgørelsen udgives af [Sikkerhedsstyrelsen](#).

Europæiske normer, direktiver o.lign.

I relation til EU's udfasning af de mindst effektive lyskildetyper gælder følgende EU-forordninger:

- EU-Forordning 244 - Ecodesignkrav til ikke-retningsbestemte lyskilder
- EU- Forordning 245 - Ecodesignkrav til lysstofrør, højtryksdamplamper og forkoblinger
- Energistyrelsen har ansvaret for, at reglerne i de to forordninger overholdes.
- Lavspændingsdirektivet - gælder elektriske produkter til både professionel og privat brug. Det er lavspændingsdirektivet, som udstikker krav om brug af CE-mærkning samt udarbejdelse af en overensstemmelseserklæring.

Ud over dette stiller Europakommissionen krav til kvaliteten af [LED-lyskilder](#) og [sparepærer](#). Disse krav stilles i såkaldte Quality Chartre.

Elektromagnetisk støj

På dette område er EMC-direktivet (2014/30/EU om harmonisering af medlemsstaternes lovgivning om elektromagnetisk kompatibilitet) [Erhvervsstyrelsen](#) den ansvarlige myndighed. Også belysningsarmaturer er underlagt EMC-direktivet.

KRAV TIL DAGSLYS

Krav og vejledning vedr. dagslys findes i Bygningsreglement 2018 og i At-bekendtgørelse nr. 96 om faste arbejdssteders indretning.

Dagslysforholdene i et byggeri har stor betydning for vores trivsel og afhænger af bygningens udformning, som ofte er svær at ændre, når byggeriet er færdigt. Forhold omkring [dagslys](#) bør derfor overvejes nøje.

Da dagslysforholdene er bestemt af bygningens dimensioner og orientering, facadens udformning mv. og desuden har indflydelse på andre væsentlige parametre, herunder varmebelastningen, bør overvejelser omkring dagslyset indgå fra den meget tidlige skitseringsfase.

[Bygningsreglementet](#) (BR18) stiller bl.a. krav om, at arbejdsrum, opholdsrum i institutioner, undervisningslokaler og spiserum mv., samt beboelsesrum og køkken skal have en sådan tilgang af dagslys, at rummene er tilstrækkeligt belyste.

I reglementet står der, at tilstrækkelig tilgang af dagslys kan dokumenteres ved, at glasarealet uden skyggende forhold svarer til mindst 10 pct. af det relevante gulvareal. Det angivne glasareal skal korrigeres for evt. skyggende omgivelser, reduceret lystransmittans mv., som angivet i Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsens *Vejledning om lys og udsyn*. Alternativt kan tilstrækkeligt dagslys dokumenteres ved at eftervise, at den indvendige belysningsstyrke fra dagslys er 300 lux eller mere ved mindst halvdelen af det relevante gulvareal i mindst halvdelen af dagslystimerne. For beboelsesrum er det relevante gulvareal lig det indvendige gulvareal. For arbejdsrum mv. er det relevante gulvareal det areal, hvor der placeres arbejdspladser. Såfremt det kan dokumenteres, at rummene er tilstrækkeligt belyste, kan andre beregningsmetoder benyttes som dokumentation.

Kravet om tilgang af dagslys kan fraviges, når opfyldelsen vil betyde en afgørende ulempe for virksomhedens drift, f.eks. hvor produktionens art ikke tillader dagslys. Vinduer skal udføres, placeres og eventuelt afskærmes, så solindfald gennem dem ikke medfører overophedning i rummene, og så gener ved direkte solstråling kan undgås.

10%-metoden: Forholdet mellem vindue og facadeareal

Det vil ofte være nemmere at belyse et rum med dagslys, hvis rummet er karakteriseret ved et højde-dybdeforhold på ca. 50 %. For at opnå en fornuftig dagslysfaktor må et lodret vindue dække 15 % af vinduesvæggens areal. For at nå en gennemsnitlig dagslysfaktor på 5 %, må vinduet tilsvarende dække 35 % af vinduesvæggens areal.

Når det gælder kontorbygninger, viser det sig, at et dybere rum resulterer i et signifikant højere energiforbrug, når den gennemsnitlige dagslysfaktor hæves fra 2 % til 5 %. Den største virkning skyldes stigende kølebehov pga. den ekstra stigning i mængden af solvarme grundet den forøgede vinduesstørrelse.

300 lux-metoden: Klimabaserede dagslysberegninger

300 lux-metoden relaterer sig til den i standarden DS/EN 17037 beskrevne metodik. Metoden er mere detaljeret, og sikrer, at beregningerne tager højde for omgivelser, vinduesorientering, geografisk beliggenhed m.v. på en god måde.

At-bekendtgørelse nr. 96 om faste arbejdssteders indretning

Arbejdstilsynets bekendtgørelse nr. 96, kapitel 5 Arbejdsrum, stiller krav om velbelyste rum med udsyn svarende til krav i BR18.

Vejledning vedr. dagslys findes i Arbejdstilsynets At-vejledning A.1.11, kapitel 7 Dagslys og kapitel 8 Udsyn.

KRAV TIL INDENDØRS KUNSTIG BELYSNING

Generelle krav og vejledning vedr. indendørs kunstig belysning findes i Bygningsreglement 2018, i enkelte EU-standarder samt i EU-direktiver, hvori der stilles specifikke krav til lyskilders effektivitet.

[Den kunstige belysning](#) i et rum har betydning for vores oplevelse af rummet, herunder hvor behageligt rummet opleves. Kunstlyset er ikke lige så svært at ændre som [dagslyset](#). Men da erfaringen viser, at kunstlysanlæg ofte har en levetid på adskillige år, i nogle tilfælde 40 eller 50 år, er det en god idé at planlægge kunstlyset grundigt og under hensyntagen til de funktioner, rummet har.

Krav i Bygningsreglement 2018

[Bygningsreglement 2018](#) stiller krav til belysningens omfang og effektivitet i arbejdsrum og beboelsesrum. Kravene findes i bygningsreglementets kapitel 6 Indeklima.

Ifølge bygningsreglementet skal belysning på arbejdspladser udføres i henhold til reglerne i DS/EN 12464-1. Belysningen skal være energieffektiv og der stilles krav til de anvendte lyskilders [lysudbytte](#).

Belysningsanlæg skal udføres, så de er [zoneinddelt](#) efter dagslysforhold og aktiviteter. Hvor dagslyset er tilstrækkeligt, skal belysningen forsynes med dagslysstyring. Lokaler med lejlighedsvis benyttelse skal forsynes med bevægelsesmeldere.

Kravene skal være opfyldt både for belysningsanlæg i nyt byggeri og for udskiftning af belysningen i eksisterende arbejdsrum.

Som det gælder for [krav til dagslys](#), kan disse fraviges, når opfyldelsen vil betyde en afgørende ulempe for virksomhedens drift.

Øvrige vigtige standarder for indretningen af kunstlys indedørs er DS/EN 1838 Belysning - Nødbelysning, DS/EN 50172 Belysningssystemer til nødudgange, DS/EN 12193 Lys og belysning - Sportsbelysning og DS/EN 12665 Lys og belysning - Grundlæggende begreber og kriterier til beskrivelse af krav til belysning.

BR18 stiller desuden krav vedr. brandtekniske installationer, herunder [nød- og panikbelysning](#), som skal tjene til at undgå panik og give en belysning, der sikrer, at de, der opholder sig i bygningen kan nå frem til en flugtvej. Disse krav findes i kapitel 5.4. Derudover har dansk Brand- og Sikringsteknisk Institut udgivet [Brandteknisk Vejledning nr. 34 Sikkerhedsbelysning](#), som bl.a. indeholder en række eksempler på placering af sikkerhedsbelysning.

Alle de nævnte standarder kan købes hos Dansk Standard.



Lys i trapperum.
Foto: Astrid Espenhain.

KRAV TIL BELYSNING PÅ ARBEJDSPLADSER

Krav og vejledning vedr. kunstig belysning på arbejdspladser findes primært i europæiske standarder

Udover de generelle [krav til indendørs kunstig belysning](#) stiller DS/EN 12464-1 Lys og belysning - Belysning ved arbejdspladser - Del 1: Indendørs arbejdspladser (i det følgende benævnt EN 12464-1) med tillæg af det nationale annek DS/EN 12464-1 DK NA:2015 en række specifikke krav til belysning på arbejdspladser.

Eftersom [Bygningsreglementet](#) stiller krav om, at EN 12464-1 benyttes, når der er tale om belysning i arbejdslokaler, er disse krav lovkrav, som skal overholdes.

Første halvdel af EN 12464-1 (kap. 4) omhandler lysets egenskaber og anvendelse. I denne del gennemgås de aspekter og forhold, der er afgørende for at opnå en god belysning:

- Lysmiljø
- Belysningsstyrke
- Beregningsnet for belysningsstyrke
- Blænding
- Indendørs belysning
- Farveaspekter
- Flimmer og stroboskopeffekt
- Belysning af arbejdspladser med skærme
- Vedligeholdelsesfaktor
- Krav til energieffektivitet
- Yderligere fordele ved dagslys
- Lysets foranderlighed

Anden halvdel af EN 12464-1 (kap. 5) består af en omfattende tabel med specifikke krav til belysningsstyrker, regelmæssighed, [blændingsgrænser](#) og [farvegengivelse](#) for mange forskellige typer arbejde eller arbejdssteder, både ude og inde.

At-bekendtgørelse nr. 96 om faste arbejdssteders indretning

Arbejdstilsynets bekendtgørelse nr. 96 stiller krav om belysning af flugtveje og nødudgange (kap 3 - Almindelige bestemmelser) samt krav vedr. den kunstige belysning (kapitel 9 - Belysning). Kravene er overordnede og harmonerer med den nu udfasede danske standard DS700, som er blevet erstattet af EN 12464-1 .

DS/EN 12464-2 Lys og belysning - Lys ved arbejdspladser - Del 2: Udendørs arbejdspladser

Denne standard angiver belysningskrav til udendørs arbejdspladser, som opfylder behovene for synlig komfort og ydeevne. Alle almindelige synlige opgaver er overvejet.

Bekendtgørelse nr. 1516 af om bygge- og anlægsarbejde

Arbejdstilsynets bekendtgørelse nr. 1516 omhandler arbejdssteder, adgangsveje mv. i forbindelse med bygge- og anlægsarbejde.

Bekendtgørelsen stiller krav om, at arbejdspladser, adgangsveje mv. er tilstrækkeligt og passende oplyst af kunstig belysning, så arbejde og færdsel kan foregå sikkerheds- og sundhedsmæssigt fuldt forsvarligt i de perioder, hvor dagslys ikke er tilstrækkeligt. Bekendtgørelsen indeholder desuden krav om, at flugtveje og nødudgange er forsynet med tilstrækkelig kraftig nødbelysning.

KRAV TIL VEJBELYSNING

Krav og retningslinjer vedr. udendørs belysning af veje, pladser mv. findes i Vejdirektoratets håndbog fra 2015.

Regler for vejbelysning findes i hæftet [HÅNDBOG - VEJBELYSNING - ANLÆG OG PLANLÆGNING](#) i daglig tale kaldet vejbelysningshåndbogen.



Vejbelysning omfatter den del af vejnettet, hvor belysningen tjener til at sikre fremkommelighed, trafiksikkerhed og tryghed. I vejreglerne skelnes mellem veje i bymæssige områder og veje i åbent land ud fra et princip om, at man ikke belyser veje i åbent land, med mindre der er tale om rundkørsler, som skal belyses, el.lign. som kræver belysning for at opretholde en god sikkerhed.

Krav til kunstig belysning på udendørs arbejdspladser findes i afsnittet [Krav til belysning på arbejdspladser](#).

Normer, som skal overholdes

Vejreglerne indeholder to normer, dvs. krav som altid skal overholdes. De to normer gælder for signalregulerede kryds og fodgængerfelter:

- 3.1.4 Kryds. Signalregulerede kryds skal altid belyses med mindst belysningsklasse LE5.
- 3.1.8 Fodgængerfelter. Fodgængerfelter skal være belyst, enten af den normale vejbelysning eller af særskilt belysning.

Vejreglerne bør følges, med mindre der er gode argumenter for at afvige fra dem. Hvilke regler, der skal overholdes i de enkelte kommuner, fastlægges af lokale vejregelkomiteer.

Belysningsklasser

Belysningen skal være af en tilstrækkelig kvalitet til at sikre tilstrækkelige [synsbetingelser](#).

Kvaliteten beskrives vha. belysningsklasser, dvs. sammenhørende lystekniske krav.

Belysningsklasserne er beskrevet i vejbelysningsreglernes Anneks A og opdelt i tre rækker:

- L-rækkens belysningsklasser anvendes på motorveje, trafikveje o.l.
- LE-rækkens belysningsklasser anvendes i kryds, på visse pladser, i rundkørsler m.v.
- E-rækkens belysningsklasser anvendes på lokalveje, stier, parkeringspladser m.v.

Hertil kommer klasserne F1 og F2 for særskilt belysning af fodgængerfelter.

I vejbelysningsreglerne er det beskrevet, hvordan belysningsklasser vælges til forskellige typer veje mv. Belysningsklassen afhænger bl.a. af forhold vedr. anvendelse, hastighed, trafikintensitet og beliggenhed.

	Hastighedsklasse	Fodgængere på kørebanen	Cyklister på kørebanen	Blænding af modkørende ¹⁾	Belysningsklasse		
	Trafikveje	Høj	nej	nej	ja	2-3 spor	4 spor
nej			nej	nej	L7a	L6	L6
Middel		nej	nej	ja/nej	L7b	L7a	L6
		nej	ja	ja/nej	L7b	L7a	L6
		ja	ja/nej	ja/nej	L7a	L7a	
Lav		ja	ja	ja/nej	L6		
Kryds	Højeste belysningsklasse på tilstødende veje				Belysningsklasse i kryds		
	L2				LE2		
	L4				LE3		
	L6				LE4		
	L7a				LE5		
	L7b				LE6		
Rundkørsler	Uden cyklister eller fodgængere				som kryds ²⁾		
	Med cyklister og/eller fodgængere				do., minimum LE4 ²⁾		
Lokalveje	Tæt, høj bebyggelse				E1		
	Lav eller spredt bebyggelse				E2		
Stier	Stier i egentligt trafiksystem				E2		
	Rekreative sider				ingen krav		
Fodgængerområder/gader					minimum E2		
Parkeringspladser					minimum E4		
<p>¹⁾Besvares ja, hvis der findes kørespor med modsat rettet trafik uden adskillelse ved midterrabat, eller hvor midterrabattens bredde er under 3 m.</p> <p>²⁾Det belyste areal omfatter cirkulationsareal, til- og frakørsler samt evt. overkørselsarealer og cykelsti eller -bane. De yderste 3,5 m af midterøen belyses altid svarende til klasse E1.</p>							

Oversigt over belysningsklasser for veje i byområder

Som det fremgår af skemaet anvendes L-rækken i forbindelse med motorveje og trafikveje. I denne klasse stilles der krav til kørebanens [luminans](#) i tør og våd tilstand samt til regelmæssighed og [synsedsættende blænding](#). Vejene klassificeres efter trafikanternes hastighed, antal spor, blænding fra modkørende, om der er fodgængere på vej eller fortov samt om der er cyklister på kørebanen. Kravene i L-rækken tilgodeser især motortrafikanter.

LE-rækken anvendes i forbindelse med kryds og rundkørsler. Klassificeringen afhænger af de tilstødende vejes belysningsklasse samt om der er cyklister eller fodgængere på vejen. Krav i LE-rækken gælder belysningsstyrken på kørebanen, der angives ved en middelværdi og en regelmæssighed. Disse krav er svagere end L-rækkens luminanskrav, som afhænger af fladen.

E-rækken anvendes i forbindelse med lokalveje, stier, parkeringspladser, fodgængerområder mv.

Da man her skal kunne se ujævnheder, sten mv., stilles der krav til [halvrumlig belysningsstyrke](#), som udtrykker forholdet mellem den [lysstrøm](#), der rammer en lille opadvendende halvkugle og overfladearealet af denne halvkugle.

Klassificeringen sker bl.a. efter højden og tætheden af byggeriet og kravene tilgodeser især fodgængere og cyklister, som kan være vanskelige at få øje på, hvis lyset er rettet vinkelret mod kørebanen. Derudover stilles der krav til [middelbelysningsstyrke](#) og regelmæssighed samt blændingstal.

Belysningsanlæggets udformning

Vejreglerne indeholder afskærmnings- og blændingsklasser for armaturer. Hvilke klasser, der bør anvendes i forskellige sammenhænge er specificeret i relation til blændingsgrad og fjernvirkning, dvs. et anlægs synlighed på afstand. Vejreglerne definerer desuden to vandalklasser for armaturer.

Ifølge vejreglerne skal valg af [lyskilder](#) ske efter en afvejning af deres virkning på det visuelle miljø, driftsomkostninger samt energiforbrug. Til belysning af lokalveje, stier mv. i boligområder samt i bykerner og landsbyer bør der anvendes lyskilder med et [Ra-indeks](#) på mindst 70. I bevaringsværdige byområder og i områder, hvor der er særlige hensyn til det visuelle miljø, anbefales lyskilder med en god farvegengivelse, dvs. et Ra-indeks på mindst 80.

Der kan anvendes lyskilder med varm eller kold [lysfarve](#). På sammenhængende trafikveje bør dog anvendes samme type lyskilde eller lyskilder med samme lysfarve.

KRAV TIL ENERGIFORBRUG

Krav til energieffektivitet stilles dels i form af krav til effektbehov i byggeriet, dels i form af krav til lyskilders lysudbytte (effektivitet).

Elforbruget til belysning udgør en betragtelig del af det samlede energiforbrug i bygninger. Siden 1995 har effektbehov til belysning derfor været en del af den samlede energiramme i forbindelse med bygningsreglementets krav til energiforbrug.

EU stiller krav til produkters energiforbrug. Det sker via de såkaldte [Ecodesignkrav](#), som betyder, at de mindst energieffektive produkter bliver fjernet fra markedet. Siden 2009 er [glødepæren](#) og andre ikke effektive lyskilder gradvist blevet udfaset fra det europæiske marked.

Krav i Bygningsreglement 2018

Ifølge [Bygningsreglementets](#) skal bygninger opføres, så unødvendigt energiforbrug til opvarmning, varmt vand, køling, ventilation og belysning undgås samtidig med, at der opnås tilfredsstillende sundhedsmæssige forhold.

Bygningsreglementet opererer med 2 bygningskategorier:

- boliger, kollegier, hoteller m.m.
- kontorer, skoler, institutioner m.m.

Af bygningsreglementet fremgår, at belysningens energibehov ikke indgår i energirammen for boliger, kollegier, hoteller m.m.

For kontorer, skoler institutioner og alle andre bygninger, som ikke er omfattet af den første kategori, skal belysningens energibehov derimod regnes med i den samlede energiramme. Således må bygningens samlede behov for tilført energi til opvarmning, ventilation, køling, varmt brugsvand og belysning pr. m² opvarmet etageareal højst være 41,0 kWh/m² pr. år tillagt 1.000 kWh pr. år divideret med det opvarmede etageareal..

EU's ecodesignkrav

Siden 2009 har EU gennemført udfasningen af ineffektive lyskilder beregnet til boligbelysning. For at sikre kvaliteten af alternativer til glødepærer stilles der, udover krav til energieffektivitet, bl.a. krav til specifik produktinformation. Krav til energieffektivitet og produktinformation fremgår af [Eco-designforordning 244/2009 om krav til ikke-retningsbestemte lyskilder beregnet til boligbelysning](#).

I 2009 offentliggjorde [EU-Kommissionen eco-designforordning med krav til kontor- og vejbelysning](#). Forordningen stiller energieffektivitets- og funktionskrav til [lysstofrør](#) uden integrerede forkoblinger, højtryksudladningslyskilder samt forkoblinger og armaturer beregnet til de to belysningsteknologier. Kravene betyder, at [kviksøvlamper](#) udgår fra EU's indre marked i 2016, hvorefter de må erstattes af særlige udgaver af [metalhalogenlamper eller højtryksnatriumlamper](#) med indbygget starter, som kan fungere med de [forkoblinger](#), der er beregnet til kviksøvlamper. Eco-designkravene til kontor- og vejbelysning fremgår af forordning 245/2009.

Endelig stiller Europa kommissionen krav til lyskildekvaliteten af [LED-lyskilder](#) og [sparepærer](#), hvilket fremgår af følgende to Quality Chartre:

- EU LED Quality Charter, European Commission, JointResearchCenter, Institute for the Energy, Renewable Energy Unit
- EU CFL Quality Charter, European Commission, JointResearchCenter, Institute for the Environment and Sustainability, Renewable Energies Unit

INTRODUKTION

Dagslyset er et centralt element i bygninger, hvor mennesker skal arbejde eller opholde sig. Gode dagslysforskelde kræver grundig planlægning, som tager hånd om både dagslysmængde og de gener, som dagslyset kan føre med sig.

Manglende [dagslys](#) i et lokale får rummet til at virke indelukket og isoleret fra omverdenen. Vinduerne i en bygning skal tilføre dagslys og skabe mulighed for [udsyn](#).

Lyset er en forudsætning for at vi kan opleve bygninger og rum og dagslyset spiller ofte en væsentlig rolle for karakteren af et rum.

Dagslysets mængde og fordeling er afgørende for i hvor høj grad vi kan undlade at bruge [kunstig belysning](#) og dermed spare energi. Dagslyset bidrager samtidig til vores velbefindende. Derfor er det centralt at boliger, arbejdspladser, skoler mv. indrettes, så vi opnår størst muligt glæde af dagslyset.

Dagslyset giver desværre også anledning til gener i form af [blænding](#) og [varme](#). Disse forhold må man naturligvis tage højde for og afhjælpe, når man planlægger dagslyset i en bygning.

Dagslyset skal planlægges, så det opfylder gældende [krav til dagslys](#).



Dagslys fra oven.
Foto: Astrid Espenhain.

DAGSLYSETS KARAKTER

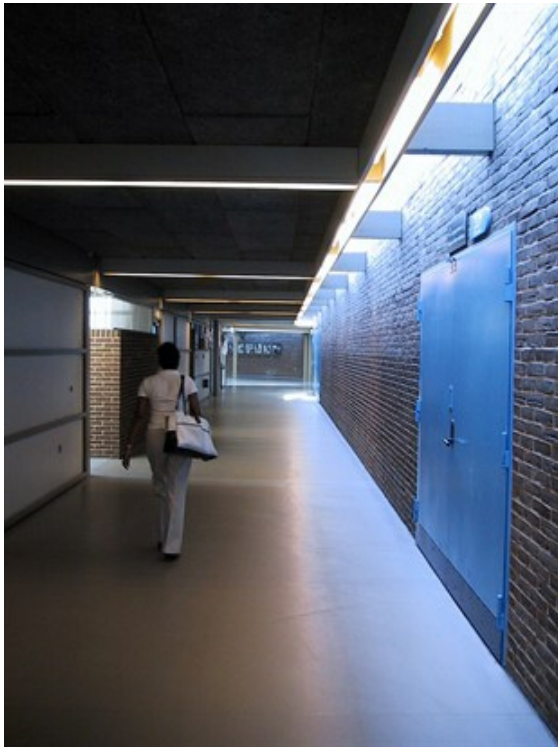
Lyset er en forudsætning for at vi kan opleve et rum. Lyset kan også ændre karakteren af et rum og både dagslyset og rummets udformning har betydning for, hvordan vi oplever rummet i om dagen.

Retningen og karakteren af det [dagslys](#), der kommer ind i et rum har, sammen med rummets flader, stor betydning for den arkitektoniske oplevelse af rummet. Lys og skygger giver os en fornemmelse af arkitektens former og materialernes karakter. Derfor er det afgørende at dagslyset (og [kunstlyset](#)) skitseres og planlægges, så bygninger og rum fremstår som ønsket og lyset opfylder de krav, som bygningens og rummets funktioner stiller.

Når dagslyset bruges som egentlig arbejdsbelysning, må man være opmærksom på lysretningen, og de deraf følgende skyggevirksomheder og [reflekser](#).

I rum, hvor dagslystilgangen er begrænset til et vindue i den ene væg er dagslyset karakteriseret ved at have en dominerende retning, som er afgørende for skyggevirksomheder og reflekser. Her er det mest hensigtsmæssigt, at skriveborde og andre arbejdspladser placeres, så lyset kommer ind fra venstre hos højrehåndede personer og fra højre hos venstrehåndede.

Sidevinduer giver et lys med en skrå nedadgående komponent, som belyser både vandrette og lodrette flader i de dele af rummet, der ikke ligger langt fra vinduesvæggen. I rum med [sidelysåbninger](#), vil det være hensigtsmæssigt, at rummets overflader har en tilstrækkelig [reflektans](#), så de kan reflektere dagslyset i rummet og dermed forbedre det visuelle indtryk af rummet og samtidig reducere store [kontraster](#).



Asymmetrisk placerede lysåbninger i loftet giver et ulige dagslysfald og får gangens modstående side til at virke mørk. Foto: Astrid Espenhain.

I rum med [ovenlysåbninger](#) vil fordelingen af dagslys i lokalet afhænge af ovenlysens udformning og deres afstand til vægge og gulv. Hvis ovenlysene placeres langt fra hinanden, og ovenlysskakten er høj, bliver dagslysfordelingen uensartet med mørke og lyse zoner. Hvis rummet derimod er højloftet og der er relativt mange ovenlys, vil dagslyset give en jævn og diffus belysning uden nogen dominerende lysretning.

I rum med en kombination af vindue(r) i udsynshøjde og enten ovenlys eller højtstående lodrette dagslysvindue(r) vil dagslyset fra de to typer vinduer supplere hinanden. Denne kombination vil ofte resultere i behagelige og velbelyste rum.

Dagslysets samspil med kunstlyset

Det er vigtigt, at der er et godt i samspil mellem dagslyset og kunstlyset. Det gælder f.eks.

lysfarven og mængden. Her spiller bygningen og/eller rummets orientering en rolle, idet dagslyset og sollysets farve og mængde afhænger af, hvilket verdenshjørne det kommer fra. Både [lysfarve](#) og lysmængde skifter desuden henover dagen.

Dagslysets farvetemperatur (lysfarve) er generelt relativ kold. I rum med meget dagslys bør kunstlysets farvetemperatur ikke være for varm. Hvis de valgte armaturer giver anledning til lyspletter på rummets flader, f.eks. lyspletter på loftet fra opadlysende armaturer, kan dette fremhæve forskellen i lysfarven på dagslyset og kunstlyset.



Kunstlys og dagslys i fint samspil, Stockholm Centralstation. Foto: Astrid Espenhain.

Dagslysets positive effekter

Dagslyset har en stimulerende virkning på mennesker. Derfor vil vi som regel gerne overføre så mange af dagslysets gode kvaliteter, som det er muligt, til vores indendørs miljøer.

Dette kan f.eks. ske ved at skabe rum og bygninger, som giver mulighed for at opleve solens og himlens forskellige lysindfald og lysfarver.

Dagslyset stimulerer også [menneskets døgnrytme](#), ligesom det har betydning for vores immunforsvar at vi får tilstrækkeligt dagslys. Derfor bør arbejdspladser mv. indrettes, så de mest udbredte aktiviteter placeres, hvor der er det største dagslysendfald.

Indirekte dagslysendfald

I nogle tilfælde kan man ønske at skabe helt særlige dagslysforhold. Det kan f.eks. gælde i en kirke, hvor lysforholdene som regel skal bidrage til at skabe en højtidelig stemning. En højtidelig stemning er som regel forbundet med noget roligt og storslået. Hvis vi skal foresøge at skabe denne stemning med lys, kan vi f.eks. efterligne lyset fra en diffus himmel ved at skabe et diffust dagslysendfald.

Et eksempel på dette er Bagsværd kirke, hvor Jørn Utzon har skabt et kirkerum udelukkende med indirekte dagslysendfald. Det reflekterede lys fra gulve, loft og vægge afspejler dagslysets mange nuancer og skaber en stemning af højtidelighed og intensitet, som vi bl.a. kender fra naturen.



Bagsværd Kirke. Foto: Werner Osterhaus.

DAGSLYSMÆNGDEN

Dagslys er som regel den bedste og mest energirigtige form for belysning og bidrager samtidig til vores velbefindende. Derfor er det vigtigt at planlægge og indrette boliger, arbejdspladser, skoler mv., så vi får størst muligt glæde af dagslyset.

Det meget brede udbud af glas- og facadekonstruktioner gør det muligt at skabe store glasfacader og ovenlys. På denne måde kan man opnå en optimal udnyttelse af dagslyset og dermed store elbesparelser.

Dagslyset skal planlægges, så det opfylder gældende [krav til dagslys](#). For at udnytte dagslyset optimalt og samtidig undgå problemer med [blænding](#), [varme](#) og dårlige [synsbetingelser](#), kræves viden hos projekterende arkitekter og ingeniører om de forskellige parametre, som er afgørende for at opnå et godt belysningsmiljø og et godt arbejdslys.



Museumshal med masser af dagslys. Foto: Astrid Espenhain.

Dagslyset skal tænkes ind i arkitekturen fra begyndelsen

Hvis man sørger for at minimere de gener, dagslyset kan medføre, er dagslyset godt for både trivsel og energiregnskab.

Eftersom mange forhold vedr. en bygnings udformning har direkte eller indirekte indflydelse på dagslysforholdene i den færdige bygning, er det en god idé at tage højde for dette allerede i den tidlige skitseringsfase. For at sikre at dagslyset i størst mulig udstrækning dækker de behov for belysning, som bygningens funktioner stiller, må den projekterende desuden have et godt indblik i, hvilke aktiviteter der skal foregå i de enkelte rum.

Dagslysfaktoren DF

Mængden af dagslys angives ofte ved en såkaldt [dagslysfaktor](#) (DF).

Dagslysfaktoren udtrykker forholdet mellem [belysningsstyrken](#) i punktet i planet (f.eks. på et skrivebord) og den samtidige belysningsstyrke udendørs på et vandret plan, belyst af en fuld himmelhalvkugle. Dagslysfaktoren er altså et mål for, hvor stor en andel (%) af dagslyset, der på et hvilket som helst tidspunkt vil være til stede i en given position i et rum.

I mange tilfælde angives dagslysmængden i et rum også ved en middeldagslysfaktor, dvs. den gennemsnitlige dagslysfaktor i rummet.

Dagslysfaktoren er et kvantitativt mål og siger ikke noget om kvaliteten af dagslyset, herunder om dagslyset giver anledning til gener, eller hvordan dagslyset er fordelt i lokalet.

Erfaring viser, at et rum med en gennemsnitlig dagslysfaktor på 5 % eller mere opleves som let og velbelyst. Med en gennemsnitlig dagslysfaktor på 5 % eller mere vil der i løbet af dagens lyse timer kun sjældent være behov for [kunstig belysning](#).

Optimering af dagslysmængden

Hvis man sørger for at planlægge dagslysforholdene i en bygning optimalt, vil man kunne klare sig med dagslys alene i størstedelen af de lyse timer.

Bygningens dimensioner, i særdeleshed rumdybde og etagehøjde, har stor betydning for mængden af dagslys. Med en loftshøjde på under 3 meter kan man typisk opnå en dagslysmængde, der er tilstrækkelig til almindeligt synsarbejde i positioner, der er placeret 4-5 meter fra vinduet, forudsat at vinduets placering og udstrækning er rimelig.

Tommelfingerregel:

Dagslyset er tilstrækkeligt i en afstand fra vinduet, der svarer til 2 x afstanden mellem vinduets overkant og gulvet.

De krav om rumlig fleksibilitet, som præger meget byggeri i dag, medfører ofte dybe lokaler, hvor det kan være vanskeligt at få tilstrækkeligt dagslys fra facadevinduer alene. Derfor er det en god ide at supplere med sekundære lysindtag eller dagslys fra flere sider.

I lokaler med [sidelys](#) vil mængden af dagslys i lokalet variere afhængig af afstanden til vinduet og dagslyset vil aftage hurtigt, når afstanden til vinduet øges. Det er vigtigt at tage højde for dette i forbindelse med indretningen, f.eks. ved at placere de aktiviteter, der foregår hele tiden ved eller i

nærheden af vinduet. Dette gælder også for meget dybe rum med sidelysvinduer i modstående facader. Her vil der ofte være en zone midt i rummet, hvor dagslyset ikke er tilstrækkeligt.

Den del af et vinduesparti, der er placeret under almindelig bordhøjde, bidrager ikke til dagslysmængden i den bageste del af rummet.

I lokaler med [ovenlys](#) vil mængden af dagslys i lokalet ligeledes variere afhængig lokalets dimensioner og ovenlysens placering og udformning.

I lavloftede lokaler kan små ovenlys give en uheldig spoteffekt, især hvis ovenlyset kommer ind via høje skakter. Ovenlys i form af højtsidende dagslysvinduer, shedtag (savtakket forløb af tagfladen skråtstående, typisk nordvendte) o.lign. er et godt supplement i dybe rum, hvor dagslyset fra sidevinduer ikke er tilstrækkeligt.

Hvis ovenlyset planlægges fornuftigt i forhold til rummets dimensioner, vil man kunne opnå et relativt ensartet belyningsniveau i et dybt rum, hvor sidelys ville være utilstrækkeligt. I rum med ovenlys bør man sørge for at der også findes sidelysåbninger, så de personer, der opholder sig i rummet har [udsyn](#) til omgivelserne.

Den bedste dagslysløsning opnås i langt de fleste tilfælde ved en passende kombination af sidelys og ovenlys. Det øger mængden af dagslys i hele lokalet og giver samtidig mulighed for at opleve solens og himlens varierende lysindfald i rummet.



Eksempler på dagslysendfald. Fotos. Werner Osterhaus.

Glassets transmittans

Egenskaberne for de glas, der benyttes i vinduer har meget stor betydning for, hvor meget dagslys der transmitteres gennem vinduet. De krav, der stilles i bygningsreglementet, forudsætter en [lystransmittans](#) L_T på 0,75 (75 %). Mange glastyper har imidlertid en lavere L_T -værdi og slipper derfor ikke nær den samme lysmængde ind i rummet.

For at sikre at dagslysmængden i en bygning bliver så stor som muligt, bør man altid vælge glas med så høj en transmittans som muligt.

Vinduesstørrelser og placering

Både størrelsen og placeringen af vinduer har betydning for, hvor meget dagslys der tilføres et rum.

Der kan være mange grunde til at vælge en bestemt placering af et vindue. Hvis man sørger for at vinduet er placeret højt, kan dagslyset transporteres langt ind i lokalet. Vinduer under bordhøjde bidrager kun med lys på gulvet foran vinduet og er derfor sjældent nogen god idé. Disse lavtplacerede vinduer giver desuden ofte anledning til gener som følge af en skæv dagslysfordeling, ligesom der vil være risiko for overophedning.

Hvad angår placering af vinduer i forhold til verdenshjørnerne er det optimalt at orientere bygningen, så de rum, der benyttes mest, f.eks. kontorer og andre arbejdslokaler, har facade mod syd. I den forbindelse skal man imidlertid være opmærksom på at vinduerne skal være forsynet med en justerbar [afskærmning](#), så gener i form af direkte sollys kan afhjælpes.

Et rum kan med fordel have vinduer til flere sider. F.eks. i en smal bygning med vinduer på begge sider eller ved hjælp af ovenlys.

Det reflekterede dagslys

Det interreflekterede dagslys i et rum kan udgøre en væsentlig del af den samlede dagslysmængde i et rum. Derfor spiller rummets flader en væsentlig rolle i forhold til at fordele det dagslys, der tilføres rummet.

I et rum med mørke vægge, mørkt gulv og mørkt loft vil dagslyset stort set ikke blive reflekteret. Hvis rummets betydende flader derimod er lyse, vil det interreflekterede dagslysbidrag være stort.

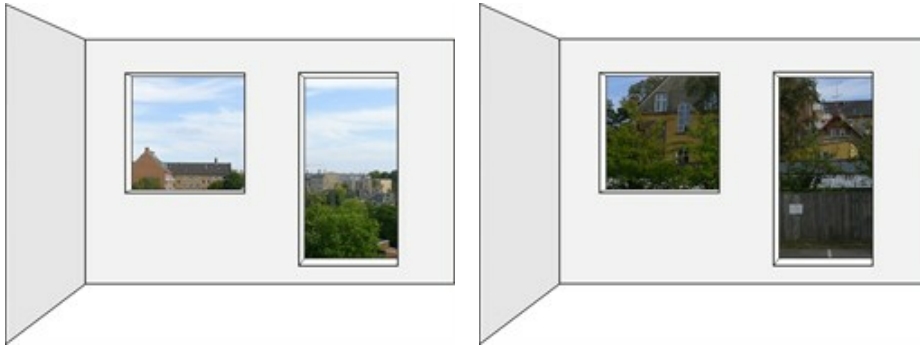
Udover at bidrage positivt til dagslysmængden, vil et lyst rum, der kan reflektere dagslyset bevirke, at [kontraster](#) mellem vinduesflader og vægflader omkring vinduet mindskes. Hvis vinduerne i et rum kan placeres på mere end én væg, fås den bedste virkning, idet den ene vinduesvæg belyses fra vinduer i den anden og således nedsætter [luminansforskelle](#) mellem væg og vinduer.

UDSYN

Udsynet og kontakten til omgivelserne er vigtige faktorer for oplevelsen af et rum.

Ud over at transmittere dagslyset ind i en bygning er vinduets opgave at skabe kontakt til omgivelserne for de personer, der befinder sig i bygningen.

I forhold til udsynet vil den foretrukne form på vinduet afhænge af, hvad der er udsigt til. Udsynet kan f.eks. være roligt, hvis der er tale om et landskab eller uroligt, hvis der er udsigt til et bymiljø med folk, der passerer forbi.



Vinduets form og placering har stor indflydelse på udsynet, som f.eks. kan skifte alt efter hvilken etage man befinder sig på. Figurer: Silla Herbst.

Ethvert lokale, som benyttes til ophold og/eller arbejde, skal have vinduer som er placeret, så de giver mulighed for udsyn. Ved faste arbejdspladser vil udsynet normalt være tilfredsstillende, hvis afstanden til vinduet er under 4-5 meter.

DAGSLYSGENER

I lokaler med vinduer, som sikrer en god tilgang af dagslyset vil det ofte være nødvendigt at tage højde for de gener, som dagslystilgangen kan føre med sig.

I forbindelse med projekteringen af et byggeri bør man tage stilling til om vinduesstørrelser, placering, orientering mv. giver anledning til gener i form af f.eks. [blænding](#) og/eller [varme](#).

Opholdsrum, arbejdsrum mv. som har direkte solindfald, bør udstyres med [solafskærmning](#) for at undgå blænding og evt. generende [reflekser](#). For at sikre at afskærmningen ikke reducerer dagslysfaldet, når der ikke er gener, bør afskærmningen kunne reguleres.

Hvis man planlægger at have store vinduesarealer i en bygning, må man være særlig opmærksom på at kunne afhjælpe de gener i form af sollys og blænding fra vinduerne, som ofte forekommer på vores breddegrader, hvor solen står lavt en del af året.

Udover egentlige blændingsgener, kan både sollys og himmellys give ubehagelige [reflekser i computerskærme](#). Dette er særligt et problem i storrumskontorer, med store vinduer langs hele facaden. Problemet kan afhjælpes ved at afskærme bag personen, f.eks. med en runddel eller en reol.

Generende dagslys kan reduceres ved at placere arbejdsborde o.lign., så synsretningen hos den, der sidder ved bordet er parallel med vinduerne. Derudover kan det være en god idé at placere computer- og tv-skærme længst væk fra vinduerne.

For at reducere problemer med blænding fra dagslyset, bør vindueskarme, rammer og vægge være lyse. På denne måde mindskes risikoen for blænding.

Overophedning

Store vinduer mod syd og vest vil ofte medføre gener i form af overophedning, ligesom den tilførte varmemængde fra [solstrålingen](#) gennem et ovenlys kan være betydelig i sommerhalvåret.

Problemet afhjælpes ofte ved at anvende [køling](#). Denne løsning koster imidlertid dyrt i energiregnskabet. I stedet kan man med fordel anvende en udvendig justerbar afskærmning, som sikrer, at solvarmen holdes ude.



Effektiv udvendig afskærmning med udvendige markiser, Moderna Museet, Stockholm. Foto: Astrid Espenhain.

Afskærmning

Solafskærmningen har to funktioner. Afskærmningen skal dels afhjælpe problemer med blænding og reflekser, dels reducere varmebelastningen. Hvad angår reduktion af varmebelastningen, sker dette mest effektivt med en udvendig solafskærmning. Når der anvendes udvendig solafskærmning bør det sikres at disse kan være i brug ved vindhastigheder op til 15 m/s (UBST Indeklimavejledning - Planlægning af godt indeklima i undervisningsbyggeri).

Afskærmningen må ikke reducere muligheden for [udsyn](#) i de perioder, hvor den ikke anvendes. En afskærmning der kan reguleres vertikalt (op/ned), vil ofte give en bedre fleksibilitet end en afskærmning, der reguleres horisontalt, som f.eks. et gardin. Med en vertikal justering, kan man nemlig nøjes med at skærme den øverste del af en vinduesåbning af og samtidig bevare udsynet gennem den nederste del. En afskærmning med lameller, f.eks. persiennet, er ofte en god løsning, da den også giver mulighed for at bevare en del af udsynet.

TJEKLISTE

For at opnå gode dagslysforhold og en optimal udnyttelse af dagslyset i en bygning, må man under projekteringen tage stilling til en række spørgsmål vedr. praktiske, funktionelle og æstetiske forhold.

Listen herunder er ment som en tjekliste, som kan anvendes i forbindelse med skitsering og planlægning af dagslysforholdene i en bygning.

- Er dagslyset tilstrækkeligt i forhold til de aktiviteter, der skal finde sted i rummet.
- Gælder dette også for arbejdspladser i den bageste del af rummet?
- Er der bygninger eller træer uden for bygningen, som reducerer lyset?
- Er lysåbningerne udformet således, at blænding reduceres?
- Er der behov for vinduesafskærmning, f.eks. i form af persiener, markise eller beplantning?
- Giver lyset generende reflekser, f.eks. i computerskærme?
- Kan lyset skabe de nødvendige kontraster i arbejdsopgaven, således at synsarbejdet kan foregå ubesværet?
- Er kombinationen af dagslys og kunstig belysning hensigtsmæssig?
- Er belysningen i rummet æstetisk tilfredsstillende?
- Sikrer fordelingen af rettet, diffust og reflekteret lys, at genstande i rummet opfattes rumlige?
- Fremhæver det rettede lys overfladernes tekstur og glans?
- Er der ved vinduernes placering taget hensyn til udsyn og dagslysets fordeling i rummet?

Tjeklisten er baseret på en tilsvarende liste fra publikationen '[By og Byg Resultater 013 Arkitektur, energi og dagslys - Undersøgelse af syv bygninger](#)'. Publikationen, som er frit tilgængelig på internettet, indeholder en gennemgang af dagslyset i 7 bygninger, som er både inspirerende og lærerig.

INTRODUKTION

Kunstlyset er et supplement til dagslyset i rum og bygninger. Kunstlyset skal dels være tilpasset rummet og de funktioner, det skal understøtte, dels spille sammen med dagslyset.

[Kunstlyset](#) er en forudsætning for at vi kan anvende bygninger og rum, når [dagslyset](#) ikke er til stede.

Mængden, karakteren og fordelingen af kunstlyset er afgørende for oplevelsen af indendørs rum. Hvor der er tale om arbejdsbelysning eller lys, der på anden måde har en særlig funktion, må den kunstige belysning være tilpasset denne.

Kunstlyset kan give anledning til gener i form af [blænding](#), generende [spejlinger og reflekser](#) eller lignende, hvilket man naturligvis må tage højde for, når man skitserer og planlægger kunstlyset i en bygning.

Den kunstige belysning skal planlægges, så det opfylder gældende krav, som beskrevet i afsnit om:

- [Krav til indendørs belysning](#)
- [Krav til belysning på arbejdspladser](#)



Foredragssal belysning af store pendler. Foto: Astrid Espenhain.



Rolex Learning Center. Foto: Jan Fugl.

ANALYSE AF RUM OG SYNSOPGAVE

For at skabe en god belysning i et rum, må man tage stilling til, hvordan lyset skal virke i rummet. Derudover er det nødvendigt at have et godt indblik i, hvilke synsopgaver lyset skal bidrage til at løse.

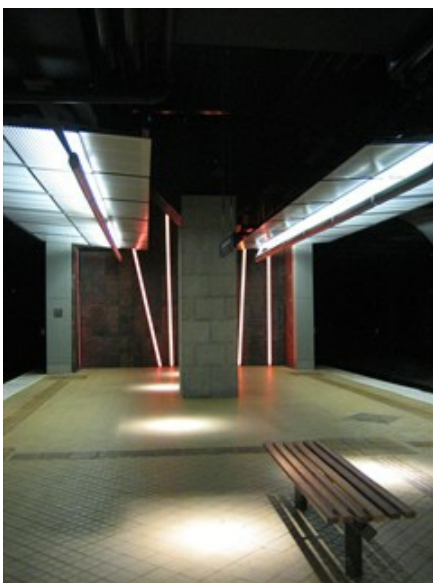
Forkert og uhensigtsmæssig belysning kan medføre synsproblemer - i nogle tilfælde alvorlige, i bedste fald harmløse.

For at finde frem til den rigtige arbejdsbelysning, må man i første omgang analysere [synsopgaven](#):

- Hvor er den vigtigste synsopgave?
- Hvad karakteriserer synsopgaven?
- Hvad skal ses, og hvad skal helst ikke ses?
- Hvor kan lyset hjælpe?
- Spiller farver en væsentlig rolle?
- Er arbejdspladserne permanente eller midlertidige?
- Er der kritiske områder, som kræver særlig belysning?

Hvis belysningen skal understøtte forskellige typer synsopgaver i samme lokale, må planlægningen af belysningen tage højde for dette.

Hvis det under [projekteringen](#) ikke er muligt at afgøre, hvor arbejdspladserne i et lokale skal placeres, eller hvis arbejdet er af en sådan karakter, at der må regnes med fleksible arbejdspladser, må belysningen planlægges efter dette. Det anbefales, at der udarbejdes en indretningsplan før belysningen planlægges.



Lys på perronforlængelse på Københavns Hovedbanegård (tv) og på Amsterdams Hovedbibliotek. Fotos: Astrid Espenhain.

Lyset skal passe til rum og aktiviteter

En god belysning er karakteriseret ved, at lyset er tilpasset både rum og aktiviteter.

Både [lysets farvetemperatur](#) og [lysets gengivelse af farverne](#) i et lokale har indflydelse på, om lokalet er rart at være i og om de aktiviteter, der foregår i lokalet virker naturlige. I en tandlægeklinik skal lyset virke funktionelt og effektivt, hvilket harmonerer fint med et relativt højt lysniveau og en kold lysfarve. I andre typer lokaler, vil en varm lysfarve være passende.

Lyset og de armaturer der anvendes skal desuden passe til rummet, dvs. stilen, arkitekturen, dimensionerne etc. I et stort og højtloftet lokale er det derfor naturligt at anvende store armaturer og omvendt.

Differentieret belysning

Ved differentieret belysning forstås en belysningsløsning, der tager højde for de enkelte

arbejdspladsers placering og lysbehov og samtidig sikrer en passende fordeling af lyset i lokalet. Med en gennemarbejdet differentieret belysningsløsning vil man kunne holde energiforbruget nede, uden at [belysningskvaliteten](#) forringes. Tværtimod vil kvaliteten i en differentieret løsning ofte være bedre .

Med henblik på at opnå en behagelig belysning med gode synsbetingelser, er det en god idé, som udgangspunkt, at skelne mellem lyset i lokalet som helhed, også kaldet [den generelle belysning](#) eller almenbelysningen, og [særbelysningen](#), dvs. lyset ved arbejdspladser og lignende. I den færdige belysningsløsning bør belysningsløsningen udgøre en helhed, hvor både den generelle belysning og særbelysningen er tilpasset indretningen og de specifikke behov for lys.

I nogle tilfælde vil det desuden være aktuelt at tilføje effektbelysning, som ikke i sig selv bidrager til den egentlige belysning. Det gælder f.eks. i butikker og lignende.

GENEREL BELYSNING

Den generelle belysning, også kaldet almenbelysningen, skal sikre, at man kan færdes sikkert i lokalet og desuden kan udføre mindre synskrævende opgaver.

De fleste lokaler er udstyret med en generel belysning, som ofte er monteret i eller på loftet. Det gælder de fleste lokaler som gange, kontorer, industrihaller, undervisningslokaler, butikker og alle mulige andre typer lokaler. Ofte vil den generelle belysning blive benyttet som rengøringsbelysning.

De bedste [synbetingelser](#) opnår man ved at sørge for, at der er mest lys på det, man arbejder med, dvs. på detalje(r) og det nærmeste arbejdsflet, mindre lys i de nærmere omgivelser og mindst lys i de fjernere omgivelser.

En tilpasset generel belysning

Det kan være en fordel at planlægge den generelle belysning, så den er tilpasset de aktiviteter, der foregår i rummet, f.eks. ved egentlige arbejdspladser. En af fordelene ved denne belysningsform er, at man undgår et unødigt højt belysningsniveau i arbejdslokalet som helhed. Af hensyn til [luminansfordelingen](#) i lokalet, må regelmæssigheden i den tilpassede almenbelysning dog være tilstrækkelig til at den ikke giver anledning til for bratte overgange mellem lyse og mørke områder i lokalet. Man må desuden sikre, at den generelle belysning giver tilstrækkelig lys i hele lokalet til den almindelige færdsel samt til rengøring.

Dynamisk belysning

Begrebet dynamisk belysning anvendes om kunstig belysning, som kan ændre både [farvetemperatur](#) og belysningsniveau og på denne måde har en del af dagslysets dynamiske egenskaber.

Dynamisk belysning anvendes i nogle tilfælde i lokaler uden [dagslys](#), hvor personer arbejder. Et eksempel på dette er Rigshospitalets stråleterapi, som befinder sig under jorden og derfor ikke har tilgang af dagslys. For at kompensere for det manglende dagslys har man installeret en dynamisk belysning, som i forprogrammerede trin ændrer lysfarve og lysudsendelse henover dagen.

Et andet eksempel på anvendelse af dynamisk belysning findes hos Velux, som har denne type belysning installeret i et mødelokale uden dagslys. Også her kan man programmere belysningen, så farvetemperaturen og lysniveauet ændres henover en periode, ligesom vi kender det fra dagslyset.



Generel belysning i produktionshal.
Foto: Astrid Espenhain.

SÆRBELYSNING

Begrebet særbelysning anvendes primært i forbindelse med lys på arbejdssteder, hvor særbelysningen typisk består af en arbejdslampe eller en spot.

Særbelysning findes imidlertid også mange andre steder, hvor man har sørget for en belysning til en særlig funktion eller opgave. Det gælder f.eks. i hjemmet, hvor lyset over et køkkenbord, en læselampe el.lign. har en bestemt funktion. Derfor kaldes særbelysning også for funktionsbestemt belysning.

Særbelysning på arbejdsstedet

For de fleste typer arbejde gælder, at man vil opnå den bedste belysningsløsning, hvis der ved hver enkelt arbejdssted findes en form for særbelysning. Det kan f.eks. være fra en eller flere [arbejdslamper](#), som kan indstilles efter behov eller fra et såkaldt [storfladearmatur](#), som anvendes til specifikke opgaver i industrien.

Fordelene ved en arbejdslampe er, at man kan koncentrere lyset på det område, hvor arbejdet foregår. Med en god arbejdslampe, kan man opnå meget høje [belysningsstyrker](#) på et begrænset område. Med en arbejdslampe kan man desuden give lyset netop den retning, der sikrer gode [kontraster](#) i det, man skal se, og samtidig undgå generende [reflekser](#).

Vær altid omhyggelig med valget af arbejdslampe. Det er f.eks. en god idé at afprøve flere typer arbejdslamper. I den forbindelse må man bl.a. være opmærksom på følgende:

- giver lyset reflekser i arbejdsområdet?
- hvor jævnt er lyset fra lampen?
- hvordan er skyggetegningen?
- er lampen nem at justere?
- vil der være gener i form af blænding ved naboarbejdspladserne?
- giver lyset eller lampen anledning til andre gener?

I forbindelse med kontorarbejde vil en asymmetrisk, dvs. skævtlysende arbejdslampe, som er korrekt placeret, så lyset kommer ind fra siden, ofte give gode kontraster og færre spejlinger i papirer mv. Hvis man er højrehåndet skal lyset, af hensyn til skyggetegningen, komme fra venstre, hvis man er venstrehåndet skal det tilsvarende komme fra højre. Jo bedre arbejdslampen er, jo mindre kritisk vil man være over for eventuelle gener fra den generelle belysning.



Særbelysning i form af justerbar arbejdslampe.

Foto: Højager Belysning.
Billedet må udelukkende benyttes i undervisningssammenhæng og kun med angivelse af kilde.

INDRETNING OG FARVER

Oplevelsen af farver afhænger af lyset. Det gælder både dagslys og kunstlys. Belysningen, farverne, materialerne og indretningen i et rum skal derfor planlægges som en helhed.

Lyset spiller sammen med de øvrige elementer i et rum, blandt andet indretningen og farverne. Ligesom belysningen, kan den rigtige indretning og/eller farvesætning underbygge et rum og fremhæve dets kvaliteter, og en forkert indretning og/eller farvesætning kan tilsvarende få rummet til at virke uharmonisk. Mørke farver på vægge og inventar kan få et rum til at virke tungt og uvenligt, f.eks. fordi lyset ikke reflekteres af rummets flader.

Arbejdsobjekternes farver

Ved planlægningen af en belysningsløsning går man i almindelighed ud fra, at arbejdsopgaven og arbejdsobjekterne er givne, og at belysningen må indrettes derefter.

I mange tilfælde kan en [synsopgave](#) imidlertid lettes, hvis arbejdsobjekterne eller arbejdets karakter ændres. Ved kontorarbejde kan man f.eks. vælge diffust reflekterende papir med kraftig tryk og stor [kontrast](#) i stedet for halvblankt papir med dårlig kontrast. I mange tilfælde vil det også være muligt at give arbejdsobjekterne en form eller farve, der letter synsopgaven. Derudover kan selve indretningen af arbejdspladsen ændres.

I visse tilfælde, som f.eks. kontrolopgaver med ekstremt vanskelige [synsbetingelser](#), kan det være umuligt at lave en belysning, som giver tilstrækkeligt gode synsforhold. I sådanne tilfælde kan det overvejes at ændre arbejdets karakter f.eks. ved indførelse af automatisk kontrol.

Reflektanser

En mørk overflade har en lavere [reflektans](#) og reflekterer derfor lyset dårligere end en lys overflade. Det er normalt en god ide at vælge farver med høj reflektans (lyse farver) til vægge, loft, inventar mv. Dette gælder ikke mindst på arbejdssteder, hvor det kniber med at få nok lys. Lofter skal være så lyse, at de kan reflektere mindst 70 % af lyset, dvs. at reflektansen skal være minimum 0,7. Væggene bør i almindelighed kunne reflektere mellem 50-80 % af lyset, og gulvene 20-40 %.



Kilen i København. Det røde linoliumsgulv reflekteres i loftet. Foto: Astrid Espenhain.

Tilgængelighed

Også i forhold til tilgængeligheden i en bygning, har både lyset og farverne betydning og spiller sammen. F.eks. skal indgangspartier o.lign. være lette at lokalisere. Det kræver at de både er velbelyste og tydeligt markerede ved hjælp af farver eller skift i belægning.

VALG AF LYSKILDER OG ARMATURER

Valg af lyskilder og armaturer bør tage udgangspunkt i, hvilke egenskaber ved selve lyset der har den højeste prioritet, og hvilken lysfordeling der vil være den rette i den specifikke sammenhæng.

Valg af lyskilde har betydning for bl.a. [lysfordeling](#), elforbrug, [levetid](#), [farveegenskaber](#), økonomi og [vedligeholdelse](#). Ofte vil lyskildevalget bero på et kompromis og en prioritering mellem [energieffektivitet](#) (lm/W) og lyskildernes øvrige karakteristika.

Derudover kan forhold vedrørende drift og vedligeholdelse være afgørende. I mange tilfælde ønsker man at regulere kunstlyset efter mængden af [dagslys](#). Her duer det ikke, at anvende [damplamper](#), som ikke egner sig til [dæmpning](#). I forhold til vedligeholdelse kan levetiden være den afgørende faktor. Hvis der f.eks. er tale om en højloftet hal, er det en stor fordel at lyskilderne har en meget lang levetid.



Foto. Astrid Espenhain.

Valg af armatur bør ske ud fra valg af lyskilde samt hvilken lysfordeling, der er den rette i den konkrete sammenhæng. Armaturets lysfordeling er bestemmende for, hvor diffust eller rettet lyset er, og dermed for den resulterende [form- og skyggetegning](#). I nogle tilfælde vil en helt diffus almenbelysning være den rette, i andre vil en almenbelysning med en specifik hovedretning være den rigtige.

Armaturvalget kan desuden afhænge af armaturets effektivitet. Hvis man har valgt en effektiv lyskilde, nytter det ikke meget at anvende den i et ineffektivt armatur.

Derudover kan armaturvalget afhænge af om man kan opnå en tilstrækkelig god regelmæssighed og tilstrækkeligt lave blændingstal med det ønskede armatur. Beregning af regelmæssighed og [blænding](#) sker i et [computerbaseret beregningsprogram](#).

Hvis der er tale om en større opgave, kan det være en god idé at afprøve flere armaturer, inden det endelige valg træffes. Det kan f.eks. ske i en [mock up](#).

NØD- OG PANIKBELYSNING

Nød- og panikbelysning omfatter den sikkerhedsbelysning, som er påkrævet på steder, hvor mange mennesker samles, eller hvor der opholder sig mennesker om natten.

Visse typer bygninger og lokaler skal forsynes med nød- og panikbelysningen, som tænder automatisk ved strømsvigt og giver lys på flugtvejen. Det gælder f.eks. bygninger eller bygningsafsnit til natophold samt lokaler, hvor mange mennesker er samlet. Til dette formål kan anvendes forskellige typer af anlæg.

Til nød- og panikbelysning anvendes enten særlige nødbelysningsarmaturer eller almindelige belysningsarmaturer, som er forsynet med en nødbelysningsenhed.



Flugtvejsarmatur. Foto: SafeExit.

Nødbelysningen skal placeres, så gældende krav til belysningsstyrker og regelmæssighed overholdes. Hvis en flugtvej omfatter udendørs flugtvejsarealer, skal disse ligeledes forsynes med nød- og panikbelysning.

Udover nød- og panikbelysningen skal visse typer bygninger og lokaler forsynes med såkaldt flugtvejsbelysning, dvs. henvisningsskilte, som tydeligt markerer, hvor flugtveje og nødudgange findes. Ved placering af både flugtvejskilte og nødbelysning skal man være opmærksom på, at skilte og armaturer ikke må kunne risikere at være dækket af mørklægning eller andre midlertidige foranstaltninger.

Til et nødbelysningsanlæg hører en plan for drift og vedligehold, så nødbelysningsanlægget altid virker efter hensigten.

INTRODUKTION

Kunstig belysning anvendes i mange forskellige udendørs sammenhænge, herunder både i vejbelysningen og i sammenhænge, hvor det har karakter af effektbelysning.

Den kunstige udendørs belysning, også kaldet udelys, er beregnet til at lyse efter mørkets frembrud. Formålet med den udendørs belysning er at:

- skabe sikkerhed og tryghed, bl.a. i trafikken
- lette orienteringen
- skabe stemning og oplevelse
- understrege et områdes særlige identitet og karakter

Udelyset kan bidrage til at guide de personer, der færdes i et område. Lyset kan også markere et hierarki mellem primære og sekundære færdselsårer og understøtte organiseringen af et område, f.eks. et byrum.

Belysningen kan desuden have en kriminalpræventiv virkning. Velbelyste områder er ofte mere benyttede end andre områder.



Belysning foran Rigshospitalet i København. Foto. Astrid Espenhain.

ANALYSE AF OMRÅDE OG KRAV

En belysningsløsning skal have en kvalitet, der sikrer tilstrækkelige synsbetingelser og får belysningen til at fremstå som et naturligt element i det område, der belyses.

Lyset guider og viser vej. Det gælder både, hvor der er tale om egentlig vejbelysning og i områder som f.eks. en gågade, et torv eller et boligområde. Belysningen kan være et vigtigt element mht. at understøtte navigationen i et område og give signaler om områdets anvendelse. Et område vil virke mere overskueligt, hvis lyset bidrager til at fremhæve færdselsårer og vigtige ting i omgivelserne.

Belysningen kan gøre en by eller et område attraktivt om aftenen og understøtte områdets identitet. En god og tilstrækkelig belysning vil desuden bidrage til at skabe tryghed. I den sammenhæng kan både [belysningsstyrke](#), regelmæssighed, lyspunktshøjde og [farvegenngivelse](#) have betydning.

Ved analyse af en udelysopgave kan følgende spørgsmål være relevante:

- Hvilken [synsopgave](#) skal belysningen understøtte?
- Hvor skal lyset være og hvor skal der være mørke?
- Hvilken fordeling af lyset vil være passende?
- Hvor præcist skal lyset styres ud ad armaturet?
- Skal lyset have andre funktioner end at lyse?
- Hvilken [lysfarve](#) skal lyset have?
- Hvilket [Ra-indeks](#) skal lyset som minimum have?
- Skal lyset være effektivt eller diskret?
- Hvilke forhold er væsentlige mht. [vedligeholdelse](#) og drift?
- Skal lyset kunne [dæmpes](#)?

Listen indeholder blot nogle af de spørgsmål, der kan være relevante at stille i forbindelse med planlægningen af en belysningsløsning.



Wirehængt gadebelysning.
Foto: Astrid Espenhain.



Triangeln i København. Foto: Astrid Espenhain.

Brug vejreglerne

Ved planlægning af vejbelysning og belysning i byer bør man tage udgangspunkt i [vejbelysningsreglerne](#). For de områder der er omfattet af vejbelysningsreglerne, bør reglerne nemlig følges, med mindre der er tungtvejende grunde, der taler imod.

I første omgang gælder det om at fastlægge, hvilken type vej (og vejklasse) eller område, der skal belyses, dernæst at kortlægge, hvilke krav der stilles til belysningen.

I vejreglerne beskrives [belysningskvaliteten](#) i belysningen ved hjælp af belysningsklasser. De forskellige belysningsklasser knytter sig til forskellige anvendelsesområder. Hver belysningsklasse indeholder et sæt af lystekniske krav til belysningen af det aktuelle trafikareal samt krav til andre forhold, som f.eks. [blænding](#).

Belysningsniveauerne i vejbelysning er lave og synsforholdene er forringede i forhold til de niveauer, der findes i dagslys og indendørs belysning. Forringelsen afhænger dog ikke alene af belysningsniveauet, men også af andre forhold, som f.eks. lys i vejens omgivelser og blænding fra modkørende.

Vejreglerne er tilgængelige på www.vejregler.dk. I hæftet 'Håndbog for visuel udformning' findes en række eksempler, som kan give inspiration til nye belysningsløsninger på veje, pladser, gågader, rekreative områder etc.

Belysningsplan

For en kommune kan det være nyttigt at have en belysningsplan. Belysningsplanen er et godt redskab til at sikre, at nye belysningsanlæg udformes ud fra de samme kriterier, som den eksisterende belysning. En belysningsplan vil desuden kunne udstikke klare retningslinjer for, hvor der skal etableres hvilken belysning og hvor der ikke er behov for belysning.

En belysningsplan kan være et praktisk redskab til at fastlægge en god og sammenhængende belysning for et afgrænset område. En belysningsplan vil typisk indeholde overordnede retningslinjer og principper for belysningen af veje og andre færdselsårer i det område, den omhandler. Detaljeringsgraden kan variere.

Udover de overordnede principper bør en belysningsplan tage højde for, at visse områder må behandles individuelt og at valg af belysningsform mv. i disse områder kan afvige fra de generelle retningslinjer.

En belysningsplan er et planlægningsværktøj, som ikke kan erstatte en egentlig projektering af belysningen.

Spildlys

Spildlys fra udendørs armaturer skal begrænses bedst muligt. Spildlyset fra et armatur, der sender alt lyset nedad mod vejen eller fortovet er minimalt. Hvis en lille del af lyset fra armaturet derimod udsendes til siderne eller ligefrem opad, vil der være spildlys, ligesom armaturet kan give anledning til blænding. Til gengæld har sidelyset en rumdannende effekt, hvilket kan være ønskeligt i nogle sammenhænge.

Særligt i ikke bymæssige områder bør man være opmærksom på at begrænse spildlyset, så man begrænser energiforbruget, undgår blænding og kan se stjernerne på nattehimmelen. Belysning af nattehimmelen begrænses ifølge vejbelysningsreglerne ved:

- begrænset brug af vejbelysning i åbent land
- valg af belysningsklasser svarende til forholdsvis lave niveauer tilpasset behovet
- begrænsning af fjernvirkning ved brug af armaturer med høj afskærmningsklasse
- brug af armaturer i særligt høje afskærmningsklasser (med mindre dette har stærkt uheldige følger for belysningsanlæggenes økonomi eller udformning)
- natreduktion (sænkning af belysningsniveauet om natten).

Effektbelysning

Somme tider anvendes lys til at skabe en bestemt stemning. Andre gange belyser man en bygning eller et monument med henblik på at fremhæve det der belyses. Disse former for belysning kaldes effektbelysning og bidrager til oplevelsen af et udendørs rum eller område i perioder uden dagslys.

Ved at fremhæve noget frem for andet kan effektbelysningen bidrage til at styrke identiteten i et område og dermed bidrage til at øge brugen af et uderum.

I Danmark har vi ikke tradition for at anvende effektbelysning udendørs. Effektbelysning behøver dog ikke være voldsom. Der kan være tale om markeringer, som kun netop fremhæver en bygningsdel, et springvand eller et træ.

Effektbelysning kan desuden anvendes som markeringslys eller til at fremhæve kritiske områder i trafikken. Eksempler på dette er markering af en rundkørsel eller et særligt område ved hjælp lys.



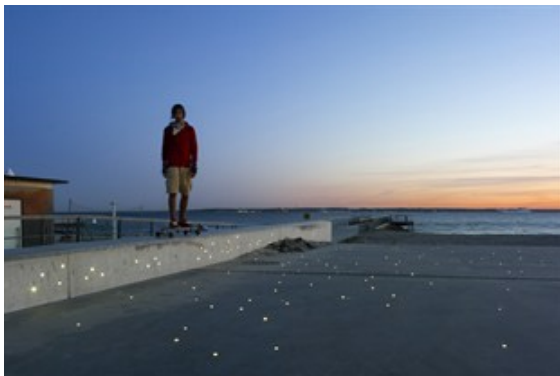
Effektbelysning i belægningen ved Aarhus Å. Foto: Astrid Espenhain.

UDFORMNING AF UDENDØRS BELYSNINGSANLÆG

Udformning af udendørs belyningsanlæg bør tage udgangspunkt i en forudgående analyse samt fastlæggelse af belyningsklasse og kvalitetskrav for den vejstrækning eller det område, der skal belyses.

Kvalitetskravene for et udelysanlæg kan f.eks. omfatte krav til trafiksikkerhed, visuel udformning, økonomi, energiforbrug samt anlæggets robusthed over for hærværk.

På baggrund af kvalitetskrav vælges [lyskilder](#) og [armaturer](#), anlægstype, geometri og lyspunkthøjde. I den forbindelse er det en god idé at følge de anbefalinger, som findes i Vejreglerne.



Helsingborg Strandpromenade. Foto: Ulf Celanders.

Både funktionelle og æstetiske hensyn

En belyningsløsning skal tage højde for både funktionelle og æstetiske hensyn. Det stiller krav til både lyskilder og armaturer, mastehøjde og afstand. Lyskildernes [farveegenskaber](#) skal være afstemt med de farver, der er i området. Armaturernes kvalitet i forhold til præcis styring af lyset og [blændingsafskærmning](#) skal være tilstrækkelig, ligesom de valgte armaturers fremtoning skal passe til områdets karakter. I den forbindelse er det vigtigt at være opmærksom på, at armaturerne indgår som en del af det visuelle udtryk om dagen.

I forhold til [blænding](#) er det væsentligt at være opmærksom på, at belyningsanlægget ikke generer naboer og brugere, hverken om dagen eller om natten. Det betyder også, at overbelyste flader skal undgås, ligesom beboere i gader, hvor bebyggelsen ligger tæt på vejen ikke skal generes af gadebelysningen.

For at sikre sig at alle krav er opfyldt, vil man som regel foretage en eller flere [computerberegninger](#) af belyningsanlægget, inden det installeres.

Arkitektonisk kvalitet

For at sikre den arkitektoniske kvalitet af en belyningsløsning, bør et vejsystem med tilhørende stier, pladser mv. betragtes som en helhed. Vejreglerne anbefaler derfor som udgangspunkt en hvis ensartethed i mastekonstruktion, lyspunkthøjde mv. i vejforløb med samme vejudformning og samme type omgivelser.

Lyspunkthøjden i et udelysanlæg bør være tilpasset den skala, der findes i omgivelserne, dvs. højde på bygninger, vejbredde mv. Derudover bør man vælge lyskilder med farveegenskaber, som sikrer at farver i belægning, facader mv. gengives naturligt.

Når der til den ene vejside er en værdifuld udsigt, bør masteopstillingen ifølge vejreglerne udføres ensidigt i den modsatte side af vejen. I åbne omgivelser frarådes det i øvrigt at benytte tværophæng af armaturer i wire. Derudover bør der i bevaringsværdige byområder tages særlige hensyn til visuelle og kulturelle værdier. Vejreglerne anbefaler, at man i disse tilfælde søger særlig rådgivning.



Vejbelysning på bro. Foto: Philips Lys.

Anlægstyper

I vejbelysningen anvendes enten armaturer monteret på master eller ophængt i wire. I nogle tilfælde kan armaturer i en gade dog være monteret på en mur, f.eks. en husmur.

[Vejbelysningsarmaturer](#) med symmetrisk lysudsendelse ophænges typisk i wiser direkte over trafikarealet. Armaturerne vil typisk være placeret 5-9 meter over kørebanen. Mange wirehængte anlæg består af en enkelt række armaturer, på brede strækninger kan belsningen dog bestå af to parallelle rækker.

Wirehængt belsning medfører normalt en god regelmæssighed i belsningen. Denne placering af armaturer kan imidlertid give anledning til gener for vejens beboere, som kan være generet af lys ind ad vinduerne. Denne type anlæg er billigere end et anlæg med master, da forsyningskablerne ikke skal graves ned men trækkes i luften fra armatur til armatur.

Armaturer på master placeres i kanten af vejen, f.eks. en lokalvej eller en trafikvej. Armaturerne vil typisk være placeret 5-9 meter over kørebanen jf. Vejreglerne. Anlægget kan være 1- eller 2-sidigt, dvs. med master placeret i den ene side eller i begge sider af vejen. Et 1-sidigt anlæg kan give anledning til blænding i den bebyggelse, der ligger på den modsatte side af vejen. Derudover kan træer og biler kaste lange skygger, som gør det svært at se, hvor man går og svært for bilister at se fodgængere og cyklister.

Mastehøjden og afstanden mellem masterne er afgørende for både økonomi, regelmæssighed og lysniveau. Hvis de benyttede armaturer har en rotationssymmetrisk [lysfordeling](#) vil det som regel kræve en lille mastef afstand, så [kontrasten](#) mellem lyse og mørke områder ikke bliver for stor. Anvendes et armatur med en bredstrålende lysfordeling kan man have større mastef afstand og desuden opnå en mere jævn belsning, et tæppe af lys. Derudover kan både mastehøjde og -afstand afhænge af, hvad der findes i omgivelserne.

En 1-sidig masteløsning er billigere end en 2-sidig. Den 2-sidige løsning giver til gengæld en mere jævn og balanceret belsning i begge sider af vejen. I en to-sidig løsning kan desuden anvendes lavere master.

I områder for fodgængere og cyklister anvendes typisk [park- og stiarmaturer](#) på lave standere eller [pullerter](#). Denne type anlæg vil ofte bestå af en enkelt række armaturer, som enten placeres i den ene side af strækningen eller i midten. Placeringen af armaturer og afstanden mellem dem må fastlægges ud fra beregninger og ud fra, hvordan de vil virke i de konkrete omgivelser.

Energiforhold

Energiforbruget til vejbelysning bør holdes så lavt som muligt. Derfor må belsningen tilpasses det aktuelle behov. Derudover kan det være en god idé at reducere belsningen i trafiksvage perioder, når det er forsvarligt.

Der er stor forskel på [energieffektiviteten](#) for de forskellige lyskildetyper. Derfor bør man altid vælge den type lyskilde, der har den bedste energieffektivitet og samtidig opfylder de krav, man i øvrigt har i en konkret sammenhæng, herunder krav til [levetid](#) og farveegenskaber.

Også armaturer kan være mere eller mindre effektive. Man bør altid vælge et armatur med en lysfordeling, der passer til den konkrete opgave. Det er som regel også en god ide at vælge armaturer med en god lysstyring, så lyset styres derhen, hvor der er brug for det og så der ikke forekommer spildlys eller dette begrænses bedst muligt.

Endelig har det betydning for både kvaliteten og energiforbruget, at belsningsanlægget er

udformet korrekt i forhold til tekniske specifikationer og andre krav, f.eks. æstetiske.

LYSKILDER OG ARMATURER

Valg af lyskilder og armaturer bør tage udgangspunkt i, hvilke kvalitetskrav der stilles til lyset, og hvilken lysfordeling der vil være den rette i den specifikke sammenhæng.

I nyere udendørs belysningsanlæg anvendes stort set kun energieffektive lyskilder med lang levetid, dvs. [højtryksnatriumlamper](#), [metahalogenlamper](#), [kompaktlysstofrør](#) og [LED](#). Lyskildetypen vælges derfor ofte ud fra krav til [farveegenskaber](#), økonomi samt forhold vedr. drift og [vedligeholdelse](#).

I nogle tilfælde ønsker man at kunne regulere udelyset, enten efter mængden af [dagslys](#) eller i forbindelse med sænkning af belysningsniveauet om natten. Her duer det ikke, at lyskilden ikke kan dæmpes, hvilket gælder for [damplamper](#).

Valg af armatur bør ske ud fra lyskildevælget samt hvilken [lysfordeling](#), der er den rette i den konkrete sammenhæng. Som i den indendørs belysning, er armaturets lysfordeling bestemmende for, hvor diffust eller rettet lyset er, og dermed for den resulterende [form- og skyggetegning](#). Hvis der er tale om vejbelysning, kræves som regel en meget præcis styring af lyset, hvilket stiller krav til de optiske dele i armaturet.

Derudover kan armaturvalget afhænge af, om man kan opnå tilstrækkelig god regelmæssighed med det ønskede armatur. Beregning af regelmæssighed mv. sker i et [computerbaseret beregningsprogram](#).

Vedligeholdelse spiller en væsentlig rolle i forbindelse med udendørs belysning. Armaturerne skal være nemme at rengøre og vedligeholde. Det betyder bl.a., at de skal være relativt nemme at åbne og robuste overfor både vejrforhold, hærværk o.lign.

I nogle sammenhænge er det afgørende, at man kan se, hvor lyset kommer fra. Selvom lyset på veje og andre trafikstrækninger skal være så jævnt som muligt, viser erfaringer, at vi generelt ikke bryder os om, at lyset bliver alt for jævnt, præcist og unaturligt.

Hvis der er tale om et større område, kan det være nyttigt at afprøve flere armaturer inden det endelige valg træffes.

Hvilke typer armaturer anvendes hvor?

Til belysning af en større og mindre veje anvendes [vejbelysningsarmaturer](#), ofte med plan skærm og spejloptik, som styrer lyset effektivt. I nyere anlæg på større veje benyttes ofte armaturer med en fleksibel optik, kaldet POT-optik, som kan indstilles i en række stillinger med forskellige grader af asymmetri i lysfordelingen. Denne optik giver mulighed for at tilpasse samme armatur til forskellige vejrforhold og derved reducere mængden af spildlys fra belysningsanlægget.

Til belysning af områder for fodgængere og cyklister anvendes overvejende [park- og stibelysningsarmaturer](#), også kaldet lygter, på lave standere (3-4 meter). Disse armaturer har ofte afskærmende og evt. diffuserende flader, som bevirker at lysstyringen ikke er så effektiv som i vejbelysningsarmaturer. De fleste park- og stibelysningsarmaturer har en rotationssymmetrisk lysfordeling. Disse armaturer findes dog også med asymmetrisk lysfordeling, ligesom enkelte lygter har spejloptik.

I parker, på pladser og andre områder for fodgængere anvendes i nogle tilfælde pullerter og andre typer [nedgravningsarmaturer](#) med enten rotationssymmetrisk eller asymmetrisk lysfordeling.

Til effektbelysning anvendes typisk [udendørs projektører](#), [uplights](#) og forskellige typer nedgravningsarmaturer samt [fiberlys](#).

Den stigende anvendelse af lysdioder til belysning vil formentlig medføre en omfattende ændring inden for både [armaturdesign](#) og anvendelsen af lyskilder og armaturer, også i udendørsbelysningen.



Træer belyst nedefra vha. uplights.
Foto: Simes.

INTRODUKTION

Planlægningen af en belysningsløsning involverer ofte personer med forskellige interesser for og forståelse af lys. Planlægningen bør altid tage udgangspunkt i krav til belysningsanlæggets funktion og kvalitet.

Erfaringer viser, at de bedste belysningsløsninger udvikles i et tæt samarbejde mellem lysdesignere, arkitekter, ingeniører og bygherrer. De forskellige faggrupper bruger ofte forskellige udtryk - nogle gange for de samme begreber. Tekniske beskrivelser af belysningen indeholder ofte målbare størrelser, mens belysningsstrategier og -koncepter beskriver belysningens visuelle forhold, dens funktion og sammenhængen med arkitektur og omgivelser, dvs. aspekter der knytter sig til oplevelsen af lyset og rummet. I en projekteringsproces er det vigtigt at holde sig disse forskelle for øje.

Behandlingen af forhold vedr. belysning, dvs. [kunstlys](#), [dagslys](#) samt forhold vedr. [styring og regulering](#), bør starte allerede i den tidligste projektfase.

Det er en god idé at afklare krav og ønsker til belysningen tidligt i projekteringsprocessen. Disse kan, alt efter projektets størrelse, karakter og ambitionsniveau, samles i en belysningsstrategi og et eller flere belysningskoncepter, som grundlag for belysningsforslag. Ofte vil flere, mere eller mindre forskellige belysningsforslag kunne leve op til de stillede krav og ønsker, og derfor er dialogen mellem projektets parter, herunder bygherre, væsentlig for at nå frem til den rette belysningsløsning.

Når et belysningsprojekt bydes ud, bør udbudsbetingelserne, ud over de tekniske krav, indeholde krav til det visuelle miljø, som belysningen jo er en væsentlig del af, samt beskrivelser af de funktioner belysningen skal understøtte.

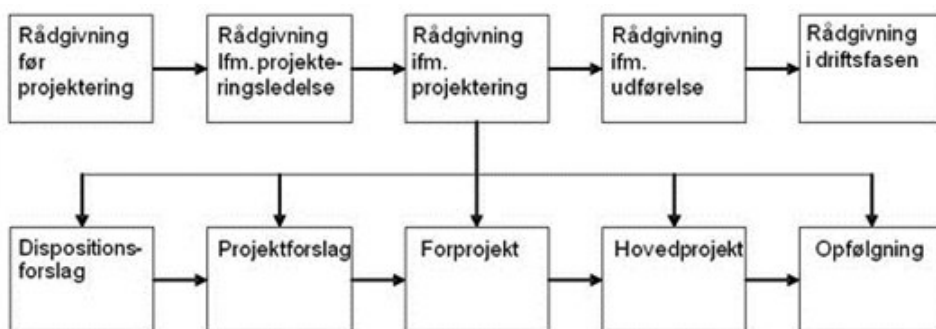
Da en bygnings indeklimate og bygningsmæssige faktorer påvirker hinanden, har det stor betydning at projekteringen af et byggeri sker i et tværfagligt samarbejde med indbyrdes forståelse mellem projektets forskellige parter.

SAMARBEJDE- OG PROJEKTFORLØB

Planlægningen af en belyningsløsning er et væsentligt element i et projekteringsforløb og involverer ofte personer med forskellig faglig baggrund.

En proces vedr. et byggeri eller et udendørs område starter typisk hos bygherren, som i første omgang udstikker rammerne for byggeriet eller området. Herefter giver et eller flere arkitektfirmaer og/eller landskabsarkitektfirmaer, oftest i samarbejde med rådgivende ingeniørfirmaer, deres bud på realiseringen af bygherrens ønsker.

Hvis der er tale om en offentlig opgave, dikterer EU's udbudsregler, at større bygge- og anlægsprojekter bydes ud, f.eks. i en arkitektkonkurrence. Efter en eventuel konkurrence vil vinderforlaget blive bearbejdet af arkitekter og ingeniører for derefter at blive udbudt til opførelse af en eller flere entreprenører. Udførelsen påbegyndes herefter og processen overvåges løbende i form af tilsyn fra arkitekter eller ingeniører.



Der eksisterer et stort udvalg af modeller for strukturering af en byggeproces. En af de mest anvendte er PAR/FRI modellen, som er udviklet af PAR (Praktiserende Arkitekters Råd) og FRI (Foreningen af Rådgivende Ingeniører). Modellen er gengivet herover.

Eksisterende modeller for strukturering af en byggeproces omfatter normalt ikke belyningsrådgivning, som kun er nævnt som et evt. tillægsarbejde. På trods af dette, bør processen omfatte forhold vedr. både [kunstlys](#) og [dagslys](#).

Belysningsprojektering

Planlægningen af en optimal belyningsløsning kræver kendskab til de [synsopgaver](#), belyningen skal understøtte samt forståelse for rummet og belyningens bidrag til opfattelsen af dette. Det gælder både ude og inde og i forhold til både dagslys, kunstlys og [lysstyring](#).

Hvis der i en bygning er forskellige typer synsopgaver i samme lokale, må placeringen af disse lægges fast, ligesom det må besluttes, hvor færdsels- og transportarealer mv. skal være. Hvis der er tale om et udendørs område, må de aktiviteter, der skal foregå i forskellige dele af området, ligeledes specificeres.

Hvis det under projekteringen af et byggeri ikke er muligt at afgøre, hvor de forskellige arbejdspladser oa. skal placeres, eller hvis arbejdet er af en sådan karakter, at der må regnes med variable arbejdspladser, må der ved projektets udformning tages hensyn til dette. Belysningsløsningen må i så fald være så fleksibel, at den til enhver tid kan tilpasses arbejdspladserne. Det vil altid være en god idé at indarbejde så stor fleksibilitet for den enkelte bruger som muligt.

Krav til [belysningens kvalitet](#) fastlægges med udgangspunkt i specificerede synsopgaver samt krav og ønsker til det visuelle miljø. Krav til lyskvalitet og gode synsbetingelser omfatter belysningsniveau, [luminansfordeling](#), [blændingsgrænser](#), [farveegenskaber](#) mv. Derudover må æstetiske og arkitektoniske hensyn tages i betragtning, herunder forhold vedr. [indretning og farver](#). Den gode belyningsløsning bør altid tage udgangspunkt i menneskers behov. Derudover vil bygningens fremtræden udefra i aften- og nattimer ofte have betydning.

For et udendørs belyningsanlæg må kvalitetskrav til belyningen tilsvarende fastlægges med udgangspunkt i de aktiviteter, området skal anvendes til og under hensyntagen til områdets ønskede karakter, farver mv., herunder sammenhæng med - og påvirkning af omgivelserne.

I samme forbindelse vil det ofte være relevant at tage stilling til brugsmønstre for forskellige dele af området eller bygningen samt behov for og krav til styring og regulering.

Lysdesigner

I visse belysningsprojekter, f.eks. større og/eller komplekse projekter, vil det ofte være en god idé at involvere en lysdesigner. Lysdesigneren kan bl.a. hjælpe bygherren med at opstille de rette krav og ønsker til belysningsprojektet, så belysningen tilfører bygningen eller området den værdi bygherren ønsker.

Lysdesignerens opgave er at skabe den rette belysningsløsning. I større projekter sker dette typisk ved, at der, med udgangspunkt i en hoved-idé for projektet udarbejdes en belysningsstrategi samt et eller flere koncepter for de områder, hvor der ønskes særlige belysningsløsninger.

Afhængig af belysningsforslagenes størrelse og kompleksitet, nuanceres og detaljeres de valgte idéer og koncepter til belysningen i det videre projekteringsforløb. Dette sker i samarbejde med arkitekter, landskabsarkitekter, rådgivende energi- og el-ingeniører, entreprenører og/eller installatører.

Et godt lysdesign, optimale dagslysforhold samt en god og hensigtsmæssig styringsløsning kan løfte kvaliteten af en bygning betragteligt og tilføre værdi i form af godt arbejdsmiljø, energieffektiv belysning og en optimal understøttelse af arkitekturen. Omvendt kan en belysningsløsning, der ikke er ordentligt gennemtænkt, gøre selv den mest spændende arkitektur kedelig og uinspirerende.

En lysdesigner behersker som oftest flere discipliner, og besidder en kombination af tekniske, visuelle, æstetiske og designmæssige kompetencer.

En lysdesigner er typisk selvstændig eller ansat i en lysafdeling i et rådgivende firma.

Fælles forståelse - fælles sprog

Planlægning af belysning involverer ofte personer med forskellig faglig baggrund, f.eks. lysdesignere, arkitekter, landskabsarkitekter, installatører og/eller rådgivende ingeniører. Det gælder ikke mindst i dag, hvor det bliver mere og mere påkrævet, eksempelvis af energimæssige årsager, at arbejde med intelligente bygninger.

De forskellige faggrupper bruger forskellige udtryk, nogle gange for de samme begreber. Mens tekniske beskrivelser indeholder målbare størrelser, knytter visuelle beskrivelser sig primært til subjektive opfattelser. Dette kan føre til forvirring mellem parterne.

En belysningsrådgivers tekniske beskrivelse af en belysningsløsning kan omfatte begreber som [lysstrøm](#), [belysningsstyrke](#), [luminansfordeling](#), spredningsvinkel, [farveegenskaber](#), [blændingstal](#), [dagslysfaktor](#) mv., mens arkitekten snarere beskriver lyset ud fra oplevelsen og anvender begreber som lysniveau, lyshed, [skyggetegning](#), [reflekser](#), intensitet, hårdhed og farve.

Nogle begreber dækker det samme, mens andre adskiller sig ved at tage udgangspunkt i enten det oplevede eller det målbare. Det er vigtigt, at de forskellige parter, der er involveret i planlægning og projektering af belysning, forstår og respekterer hinandens værdier og måde at anskue belysningen på.

Teknikerne må forholde sig til det oplevede, ligesom ikke-teknikerne må forholde sig til det målbare.

Rådgivning i forbindelse med projektering

Til grund for projekteringen, vil der ofte være udarbejdet et byggeprogram, som indeholder bygherrens krav og ønsker til byggeriets funktionalitet.

Selve projekteringen af et byggeri eller udendørs anlæg starter med dispositionsforslaget, som med udgangspunkt i byggeprogrammet indeholder en beskrivelse og visualisering af projektets forudsætninger, æstetiske idé, funktioner mv. I dispositionsforslaget findes også forslag til overordnet materialevalg samt overvejelser omkring styring, drift og vedligehold.

Hvis der er tale om et byggeprojekt, undersøges det i denne fase om dagslysforholdene lever op til det ønskede. Hvis dette ikke er tilfældet, overvejes hvilke foranstaltninger der kan træffes for at forbedre dagslysforholdene. Derudover undersøges det, om belysningen og/eller dagslyset giver anledning til for stort energiforbrug og/eller varmegener. Varmebelastningen fra vinduer og belysning kan blive så stor, at et uforholdsmæssigt energikrævende og/eller dyrt ventilationsanlæg bliver nødvendigt.

På grundlag af de første skitser i dispositionsforslaget kan principforslag til belysningen udarbejdes. Overvejelser omkring dagslysforhold og udnyttelse af dagslyset bør ligeledes starte her. I den forbindelse kan det være en god idé at supplere beskrivelserne med visualiseringer, soldigrammer samt dagslysberegninger. I større projekter kan en egentlig [afprøvning](#) af både belysning og dagslysforhold være nyttig.

I det efterfølgende projektforslag udarbejdes planer, snit og principdiagrammer, som i nødvendigt omfang suppleres med visualiseringer og beskrivelser, der gør rede for forslagens karakter og kvalitet. Projektforslaget danner grundlag for at bygherren træffer endelige beslutninger om opgavens æstetiske, funktionelle, tekniske og økonomiske løsning samt drift, vedligeholdelse og finansiering. På baggrund af projektforslaget kan udbudsform og entreprisopdeling fastlægges, hvis dette ikke er fastlagt i en tidligere fase.

Belysningsforhold kræver normalt ikke myndighedsbehandling. I de tilfælde, hvor dagslysforholdene kræver en myndighedsgodkendelse, er det et forprojekt (også kaldet myndighedsprojekt), dvs. en viderebearbejdning af det godkendte projektforslag, der danner grundlag for myndighedsbehandlingen. (http://www.frinet.dk/media/9937/1030_189.pdf)

Dagslysforholdene dokumenteres i den forbindelse bl.a. vha. de [belysningsberegninger](#), som er udarbejdet i tidligere faser.

Efter myndighedsgodkendelsen kan hovedprojektet udarbejdes. Hovedprojektet består af tegninger og beskrivelser, som entydigt danner grundlag for de kontrakter, der indgås vedr. udførelse samt for de endelige myndighedsgodkendelser. Af tegningerne fremgår det tydeligt, hvilke armaturer mv. der skal anvendes, hvor de skal placeres samt oplysninger vedr. montage, ophængningshøjde mv.

I hovedprojektet indgår desuden udarbejdelse af en [vedligeholdelsesplan](#) med angivelse af faste terminer for rengøring af [armaturer](#) og [lyskilder](#) samt gruppeudskiftning af lyskilder.

Hvis projektet skal udbydes i licitation, skal der, sammen med hovedprojektet, udarbejdes et udbudsmateriale.

Udbudsmateriale

Ved udbud forstås bygherrens opfordring til at fremkomme med tilbud.

Udbudsmaterialets form og omfang afhænger af udbuds- og entrepriseform og indeholder en beskrivelse af de leverancer og ydelser, herunder omfang og indhold, der ønskes tilbud på. Med mindre andet er oplyst gives tilbud almindeligvis i henhold til bestemmelserne i 'Almindelige Betingelser for arbejder og leverancer i bygge- og anlægsvirksomhed' (AB92).

Udbudsmaterialet består oftest af hovedprojektet, suppleret med et udbudsbrev, en række udbudsbetingelser, herunder f.eks. AB92, beskrivelse af samarbejde, byggeplads, plan for sikkerhed og sundhed samt en tilbudsliste. Endvidere vil forskellige offentlige bygherrer som f.eks. direktorater, regioner og kommuner have deres egen udbudsparadigmer som skal anvendes.

Da belysningsstandarden [DS/EN 12464-1](#) indeholder lovgivningsmæssige minimumskrav og hverken er ment som eller egnet til udbudsbetingelser, er det ikke tilstrækkeligt blot at skrive at lyset skal overholde krav i DS/EN 12464-1. Det vil ofte være nødvendigt at stille særlige krav for at opnå den ønskede belysning. Derfor bør man starte med at udarbejde en belysningsstrategi for projektet.

Konvertering af foreskrevne armaturer

I nogle belysningsprojekter bliver de armaturer, der er foreskrevet af rådgiveren, forsøgt konverteret til billigere armaturer, der minder om de foreskrevne. Det skal i den forbindelse bemærkes, at det ikke er tilladt at foreskrive specifikke produkter i offentlige opgaver.

Konvertering af foreskrevne armaturer har flere ulemper. Man skal være opmærksom på, at armaturer, der tilsyneladende minder om hinanden, kan have vidt forskellig lysforsejling, dvs. at de udsender lyset vidt forskelligt, hvilket har stor indflydelse på, hvordan lyset fordeles i de områder, der belyses. I de fleste belysningsprojekter vil valg og placering af armaturer være fastsat med udgangspunkt i en [belysningsberegning](#). Ved konvertering bør man altid sikre sig, at belysningsberegningen stadig holder, og at lyset lever op til de stillede kvalitetskrav.

Derudover skal man være opmærksom på, at lysstrømmen fra de lyskilder, der anvendes er den samme. Hvis lyskildens lysstrøm i det armatur, der konverteres til, er lavere end lysstrømmen i det oprindelige armatur, vil lysmængden i hele belysningsanlægget også være lavere. Her kan en løsning være at kompensere for dette ved at øge antallet af armaturer.

Endelig kan der være væsentlige forhold vedr. installation, pladsforhold, varmekorhold, robusthed, levetid eller andet, der bevirker, at et konverteret belysningsanlæg ikke lever op til bygherrens krav.

Ved konvertering af armaturer er det derfor altid en god idé at få lavet en beregning af det nye belysningsanlæg.

Rådgivning i forbindelse med udførelse

Rådgivning i forbindelse med udførelse omfatter byggeledelse, projektopfølgning, fagtilsyn, mangelgennemgang og deltagelse i aflevering.

Byggelederen styrer bygge- og anlægsaktiviteterne i forhold til tid, kvalitet og økonomi og varetager kontakten til myndighederne vedr. færdigmelding, tilladelse til ibrugtagning mv. Byggelederen koordinerer desuden det samlede fagtilsyn og sørger for at kommunikere med bygherren og eventuelle brugere, som er påvirket af byggesagen.

Rådgiveren står for løbende kontrol i form af tilsyn. Her kontrolleres det, at arbejdet udføres i overensstemmelse med projektet og entrepriseaftalerne, herunder at kvaliteten af det udførte arbejde er i orden. Rådgiveren deltager desuden i justering og indregulering af belysningsanlæg.

AFPRØVNING

Afprøvning af en belysningsløsning sikrer, at specifikationer og krav til belysningen er opfyldt. Det gælder både tekniske og visuelle krav.

Udover at dokumentere en belysningsløsning vha. beregninger, er det altid en god idé at afprøve løsningen i en model, f.eks. en mock up eller en model udført i mindre skala. Det gælder både [dagslys](#), [kunstlys](#) og [lysstyring](#). Afprøvning giver den projekterende mulighed for at justere uhensigtsmæssigheder og afhjælpe eventuelle gener, som ville være svære at rette op på, hvis de først er udført i det færdige byggeri. Endvidere giver afprøvningen mulighed for at kommunikere belysningsforslagene på en lettere forståelig måde til bygheren.



Afprøvning af erstatningslyskilde med LED i arbejdslampe ved kontorarbejdsplads. På skrivebordet er markeret et læsefelt på 30 x 42 cm placeret 5 cm fra kant af bordet. Arbejdslamperne stilles eller monteres på bordet, så læsefeltet belyses bedst muligt uden at skygge for skærmen. Vurderinger foretages med tændt almenbelysning uden tilskud af dagslys. Foto: Steen Traberg-Borup.

Mock up

Når man skal planlægge den kunstige belysning i et rum, en bygning eller et udendørs område er det en god ide at rekvirere prøver af de lyskilder og armaturer man påtænker at anvende, gerne i en mockup af en del af det færdige byggeri (1:1 opstilling). Det gælder ikke mindst i lyset af det teknologiskift, der sker på belysningsområdet med mange nye [lyskilder](#) og kvaliteter.

Ved at afprøve en belysningsløsning i en mock up, sikrer man sig, at belysningen lever op til de specifikationer og krav, som bygherren stiller. En afprøvning vil desuden vise, om der er noget, der skal justeres, f.eks. i forhold til armaturernes placering, regelmæssighed, [blænding](#) og [afskærmning](#).

En prøvebelysning bør udformes så realistisk som muligt i overensstemmelse med den påtænkte anvendelse, hvilket giver mulighed for både objektiv og subjektiv vurdering af både lyset og armaturet.

Også ved planlægning af dagslysforholdene i et byggeri kan det være en god idé at afprøve løsninger omkring [vinduesudformninger](#) mv. i en mock up. I den forbindelse er det afgørende, at mock up'en er orienteret rigtigt i forhold til verdenshjørnerne, og at omgivelserne svarer til dem, der vil omgive bygningen.

Hvis det ikke er muligt at afprøve dagslysforholdene i en 1:1 opstilling, kan modelstudier i et dagslyslaboratorium, med en kunstig himmel, være et godt alternativ.

Jo tidligere i projekteringsprocessen, man har mulighed for at afprøve både kunstlys og dagslys, jo bedre er mulighederne for at justere på eventuelle uhensigtsmæssige detaljer.



Prøvebelysning: Tunnelbelysning med LED i Albertslund Kommune. Foto: Steen Traberg-Borup.

Vurdering af lyskilder

Ved vurdering af lyskilder må man tage stilling til både målbare og ikke målbare forhold. De målbare forhold fremgår af lyskildens specifikationer og omfatter [lysstrøm](#), [farveegenskaber](#) (farvetemperatur og farvegengivelse), [levetid](#), [energieffektivitet](#) mv.

Vurderingen bør imidlertid også omfatte oplevelsen af lyset. I forbindelse med en visuel vurdering af lyset fra en lyskilde er følgende forhold relevante:

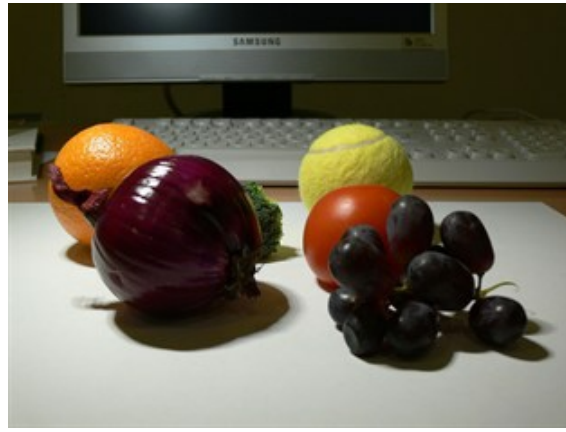
- Virker lyset fra lyskilden behageligt?
- Svarer lysets fordeling fra lyskilden til det ønskede?
- Virker lyset farvet?
- Varierer lysets farve henover det belyste område?
- Virker lyset koldt eller varmt?
- Hvordan gengiver lyset forskellige farver?
- [Flimrer](#) lyset?
- Svarer lysets [formtegning](#) til det ønskede?
- Svarer lysets skyggetegning til det ønskede?
- Hvordan er [kontrastgengivelsen](#) ved læsning, skrivning el. andet synsarbejde?



Foto: ColorChecker-farvekort fra GretagMacbeth

En hurtig afprøvning af lysets farvegengivende egenskaber er at undersøge, om ens hånd fremtræder med naturlige farver. En anden mulighed er at anvende et farvekort.

For nogle typer lyskilder kan det desuden være relevant at tage stilling til om lyskilden eller lyset giver anledning til gener i form af støj eller varme.



Tv. Lyset fra LED-lyskilder kan give anledning til multiple skygger. Foto: Steen Traberg-Borup.
 Th. Frugt, grøntsager og f.eks. en tennisbold kan bruges til vurdering af både farver, formtegning, skygger og kontraster. Foto: Steen Traberg-Borup.

Vurdering af armaturer

Ved vurdering af et armatur må man tage stilling til både visuelle og praktiske forhold. Et armatur bør altid vurderes med den lyskilde der tænkes anvendt i det endelige belysningsprojekt. I forbindelse med vurdering af et armatur vil følgende forhold være relevante:

- Virker lyset fra armaturet behageligt?
- Svarer armaturets [lysfordeling](#) til det ønskede?
- Lever lysets regelmæssighed op til det ønskede?
- Giver belysningen den ønskede tryghed og sikkerhed (primært relevant for udendørs belysning)?
- Virker lyset fra armaturet farvet?
- Varierer lysets farve henover det belyste område?
- Svarer lysets formtegning til det ønskede?
- Hvordan er kontrastgengivelsen ved læsning, skrivning el. andet synsarbejde?
- Giver lyset fra armaturet anledning til gener i form af blænding?
- Giver lyset fra armaturet anledning til reflekser i bord, skærm, tastatur eller andet?
- Er det nemt at justere armaturets position?
- Hvordan er kvaliteten af en eventuel afbryder?
- Hvordan fungerer eventuel lysdæmpning eller farveskift?
- Svarer armaturets stil og design til det ønskede?
- Hvordan er samspillet mellem armaturenes design og omgivelserne?
- Hvordan fungerer belysningsanlæggets samlede arkitektoniske udtryk?
- Hvordan fungerer belysningsanlægget i byrummet i dagslys (udendørs belysning)?
- Lever armaturet op til de funktionelle krav der stilles?
- Kan armaturet monteres i de påtænkte omgivelser (pladsforhold, varmekonforhold, tæthed, aggressive omgivelser mv.)
- Er det nemt at installere armaturet?
- Er det nemt at vedligeholde armaturet, herunder rengøre det og skifte lyskilde?
- Er armaturet tilstrækkelig robust?
- Er energiforbruget og driftsomkostningerne fornuftige set i forhold til anlæggets funktion og øvrige kvaliteter?

Ved afprøvning af udendørs belysning kan det være relevant at tage stilling til om lyspunktshøjden eller afstanden mellem armaturerne skal justeres.



Prøvebelysning: Stibelysning med LED i Albertslund Kommune. Foto: Steen Traberg-Borup.

Vurdering af dagslysforhold

I forbindelse med vurdering af dagslysforhold bør man altid være opmærksom på, under hvilke vejræssige forhold dagslyset vurderes og notere dato og tidspunkt for vurderingen. Følgende forhold være relevante i forbindelse med vurdering af dagslysforholdene i en bygning:

- Virker dagslyset behageligt?
- Svarer dagslysets fordeling til det ønskede?
- Lever dagslysets regelmæssighed op til det ønskede?
- Hvordan virker dagslysåbningernes placering, størrelse og udformning
- Hvordan harmonerer lysfarverne i hhv. dagslyset og kunstlyset?
- Hvordan tegner dagslyset rummet og tingene i rummet?
- Giver dagslyset anledning til gener i form af blænding?
- Giver dagslyset anledning til reflekser i bord, skærm, tastatur eller andet?
- Hvordan fungerer en eventuel [dagslysafskærmning](#)?
- Er dagslysafskærmningen nem at justere?
- Kan der være refleksproblemer fra omgivelserne (eks. nabobygning) som skal behandles særskilt?

Vurdering af styrings og reguleringsløsninger

Ved vurdering af styringsløsninger er det væsentligt at tage stilling til forhold vedr. både funktion og [visuel komfort](#). I den forbindelse vil følgende forhold være relevante:

- Virker [zoneinddelingen](#) passende?
- Fungerer styringen som planlagt?
- Giver styringen anledning til gener?
- Virker de valgte sensorer (bevægelsemelder, dagslys) efter hensigten?
- Er styringen nem at forstå og betjene (manuel styring)
- Virker de valgte betjeningsenheder efter hensigten (manuel styring)?

ENTREPRISE- OG SAMARBEJDSFORMER

Alt efter hvilken entrepriseform der anvendes kan samarbejdet mellem parterne i en bygge- eller anlægsproces forløbe forskelligt, ligesom de forskellige parterers indflydelse på beslutningsprocesser kan variere.

De fysiske rammers understøttelse af funktionerne i en bygning eller et område opstår som et samspil mellem mange faktorer, herunder forhold vedr. belysning. Inden for byggeri har man i dag fokus på intelligente bygninger og her spiller det tværfaglige samarbejde en central og afgørende rolle.

I det følgende findes korte beskrivelser af de typiske samarbejds- og entrepriseformer, der anvendes i forbindelse med bygge- og anlægsopgaver i Danmark.

Samarbejdsformer

Projektering af et byggeri kræver et tværfagligt samarbejde mellem specialister fra forskellige fagområder gennem hele projekteringsarbejdet. Bygnings- og indeklimamæssige faktorer påvirker hinanden og en ændring af én faktor vil påvirke en del af de øvrige. En fastlåsning af én af faktorerne vil delvis begrænse mulighederne for at nå den optimale løsning.

Belysningen indpasses i det almindelige projekteringsforløb. For at sikre optimale belysnings- og dagslysforhold, bør der tages hånd om disse forhold i en tidlig projekteringsfase som beskrevet i afsnittet om [Samarbejde og projektforsløb](#).

Det er vigtigt, at bygherren involveres i alle afgørende projekteringsfaser, så vedkommende kan godkende de beslutninger, der træffes. Det er lige så vigtigt, at der holdes løbende kontakt mellem de rådgivere, der repræsenterer de forskellige fag.

Det er ligeledes vigtigt, at forhold vedr. belysning, både [dagslys](#) og [kunstlys](#), behandles på lige fod med forhold vedr. andre fagspecifikke forhold fra projektets begyndelse. På denne måde undgår man, at en tidlig fastlæggelse af forskellige bygningsdele mv. resulterer i en mindre heldig belysningsløsning.

Partnering er en relativt ny samarbejdsform, hvor både planlægnings- og udførelsesprocessen foregår i åbenhed mellem de involverede parter. Derved opnår parterne en fælles forståelse for projektet og alle parter tager ejerskab. Partnering kræver tæt dialog, mange møder og en god koordinering mellem de involverede. Tanken bag partnering er at optimere både processen og resultatet gennem dialog, tillid og åbenhed.

OPP (Offentlig-privat partnerskab) er en variant af partnering. Her indgår et privat konsortium samarbejde med det offentlige om finansiering, udførelse og vedligeholdelse. Det private konsortium vil typisk bestå af tre aktører: en ansvarlig for projektering og opførelse af byggeriet, en med ansvar for den efterfølgende drift og vedligehold samt en part, der er ansvarlig for den finansielle del.

Entrepriseformer

De gængse entrepriseformer er fagentreprisen, hovedentreprisen og totalentreprisen.

I en fagentreprise er alle fag ligestillede og ligeværdige. Bygherren har det overordnede ansvar for alle led i byggeriet men får typisk hjælp af en central bygherrerådgiver. Rådgiveren vil typisk være en arkitekt eller ingeniør, og varetager styring og koordinering af byggearbejderne. Indhentning af byggetilladelser, økonomistyring og kontraktforhandlinger med håndværkerne påhviler typisk bygherren. Ved uenighed skal bygherren forhandle med mange parter, og placering af ansvar kan være vanskelig.

I en hovedentreprise koordineres alle fag af en enkelt hovedentreprenør, der har ansvaret for opførelsen af det samlede byggeri eller anlæg. Fordelen ved denne konstruktion er, at bygherren i tilfælde af uoverensstemmelser kun skal forhandle med en enkelt part, nemlig hovedentreprenøren.

I en totalentreprise påtager en totalentreprenør sig at levere en færdigt byggeri til en fast pris inden for en given tidsfrist. Totalentreprenøren varetager alle planlægnings- og styringsopgaver lige fra projektering, kontakt til myndigheder samt projekt- og byggeledelse. Dette fritager bygherren for en del ansvar og administration i forhold til både fag- og hovedentreprise, men bygherren får herved også mindre indflydelse på arkitektur, kvalitet og økonomi. Bygherren vil i denne konstruktion ofte lade sig vejlede af en uafhængig bygherrerådgiver. Belysningen har ofte trange kår i en totalentreprise, hvilket skyldes, at belysningen sædvanligvis først indgår i slutningen af et byggeforløb, hvor de økonomiske ressourcer allerede er afsat til andre formål.