

P

PLANERINGSGUIDEN

Huvudsakliga förändringar som införts i den nya utgåvan av SS-EN 12464-1:2011 och som har införts i Planeringsguiden för tillämpning.

- **Energikrav för belysning** – Hänvisning till SS-EN 15193 LENI (kWh/m<sup>2</sup>,år) Se svenska rekommendationer i kapitel 6 och 10.
- **Yttre omgivningen** – Arbetsområdet har nu kompletterats med ett nytt beräkningsområde den s.k yttre omgivningen.  
Arbetsområde – omedelbara – och yttre omgivningen, se kapitel 7.
- **Belysningsstyrkans jämnhet** – För arbetsområden i olika applikationer i reviderat kapitel 9, samt generella värden för arbetsområdets omedelbara och yttre omgivning i kapitel 7 och 8.
- **Minimum krav för belysningsstyrkor på rumsytor** – Exempelvis för väggar och tak, se kapitel 7 och 8.
- **Minimum krav på cylindriska medelbelysningsstyrkor** – Se kapitel 7 och 8.
- **Modelleringsindex** – Informativa värden, se kapitel 7.
- **Beräkningspunkter** – Antal punkter för kontroll av medelbelysningsstyrka & jämnhet, se kapitel 7.
- **Luminansbegränsningar** – För armaturer som kan reflekteras i bildskärmar har ändrats, se kapitel 7.
- **Ljus och hälsa** – Allmänna anvisningar om ljusets påverkan på människan, se kapitel 1.
- **Dagsljus** – Generella anvisningar om att utnyttja dagsljus för belysningen, se kapitel 7 och 8.

## PLANERINGSGUIDEN

En belysningsplaneringsprocess är ofta ett omfattande arbete med många olika krav och önskemål som ska uppfyllas från beställare, användare och andra parter. Därför har Belysningsbranschen tagit fram Planeringsguiden, ett verktyg som fokuserar på belysningen av arbetsplatser inomhus och som steg för steg lotsar dig genom processens alla moment. Planeringsguiden är tänkt dels som ett hjälpmedel för dig som är planeringsansvarig för en belysningsanläggning och dels som en tolkning av och ett komplement till gällande standarder och rekommendationer för belysning inomhus. Men oavsett vilken roll du har i belysningsplaneringen kan du ha stor nytta av Planeringsguiden som stöd i ditt arbete.

### SÅ HÄR ANVÄNDER DU PLANERINGSGUIDEN

Det finns flera skäl till varför det är bra för dig som är planeringsansvarig att strukturera ditt arbete med hjälp av Planeringsguiden. Du får bättre kontroll och tydligare överblick över hela planeringsprocessen. Du kan lättare bedöma om kraven och önskemålen från alla intressenter är uppfyllda – och att de går att jämka ihop. Du har större möjlighet att göra rätt från början och kan på så sätt minimera risken för kostsamma kompletteringar eller ändringar i slutet av processen. Dessutom blir samordningen med andra deltagare i projektet enklare. Planeringsguiden är indelad i olika huvudmoment som du kan se i flödesschemat på nästa sida. På följande uppslag hittar du ett mer detaljerat flödesschema och en checklista för de olika momenten i planeringsprocessen. I kapitlen därefter beskrivs varje moment och checklistan utförligare. Följ momenten steg för steg, stäm av med beställaren och dokumentera ändringar och beslut under hela processen. Då får du kontroll över din planering och det blir lättare att utvärdera om förutsättningarna för och resultatet av planeringen stämmer överens med de mål som satts upp för belysningsanläggningen.

Dessutom får du en stor del av arbetet med underhållsplanen förberett på köpet. På så sätt kan du bidra till en belysningsanläggning och en ljusmiljö som är funktionell, estetiskt tilltalande och kostnadseffektiv genom hela sin livscykel.

I Planeringsguiden finns fyra symboler som ger dig mer information eller hänvisar vidare.



**FÖRDJUPNING**

Ger dig fördjupad information om det som beskrivs i texten.



**LÄS MER**

Hänvisar till andra sidor i boken, där du hittar mer information kring samma ämne.



**BRA ATT VETA**

Förklarar ett begrepp som förekommer i texten.



**SNABEL-A**

Hänvisar till information på internet.

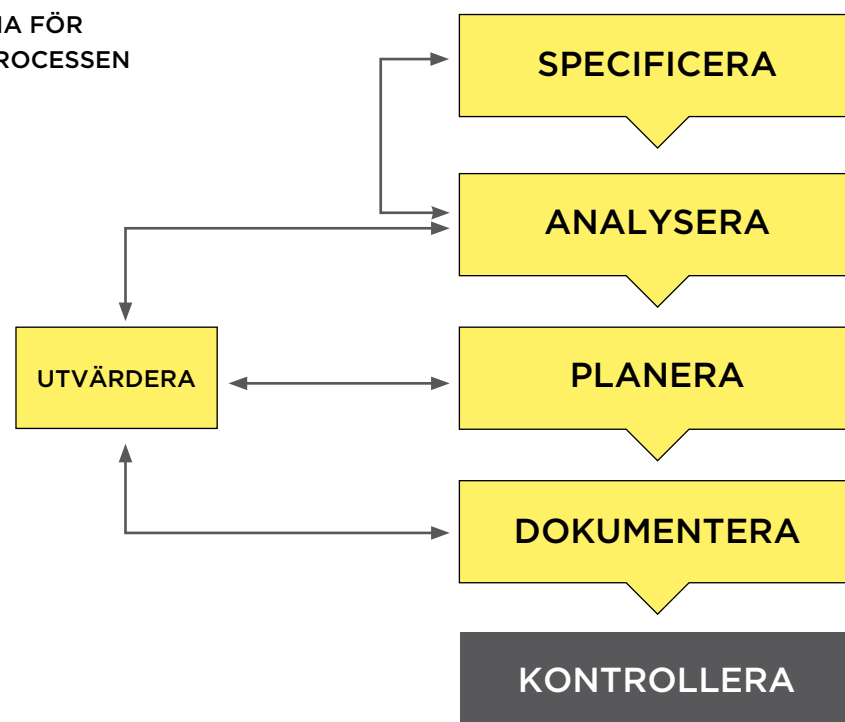
## VEM GÖR VAD I PLANERINGSPROCESSEN?

De två huvudansvariga i planeringsprocessen är beställaren och den planeringsansvarige. Beställaren kan till exempel vara en byggherre, en kommun, en fastighetsägare eller ett företag. Den planeringsansvarige kan vara en belysningskonsult, ljusdesigner eller någon annan sakkunnig. Beställaren är ansvarig för att tillsammans med belysningsplaneraren specificera mål och krav för belysningsanläggningen. I den planeringsansvariges ansvar ingår att analysera förutsättningarna för dessa mål och krav, planera belysningsanläggningen och utvärdera om resultatet av entreprenaden stämmer överens med planeringen. Föreslaget material bör dokumenteras och godkännas av beställaren. På så sätt undviker man att hamna i

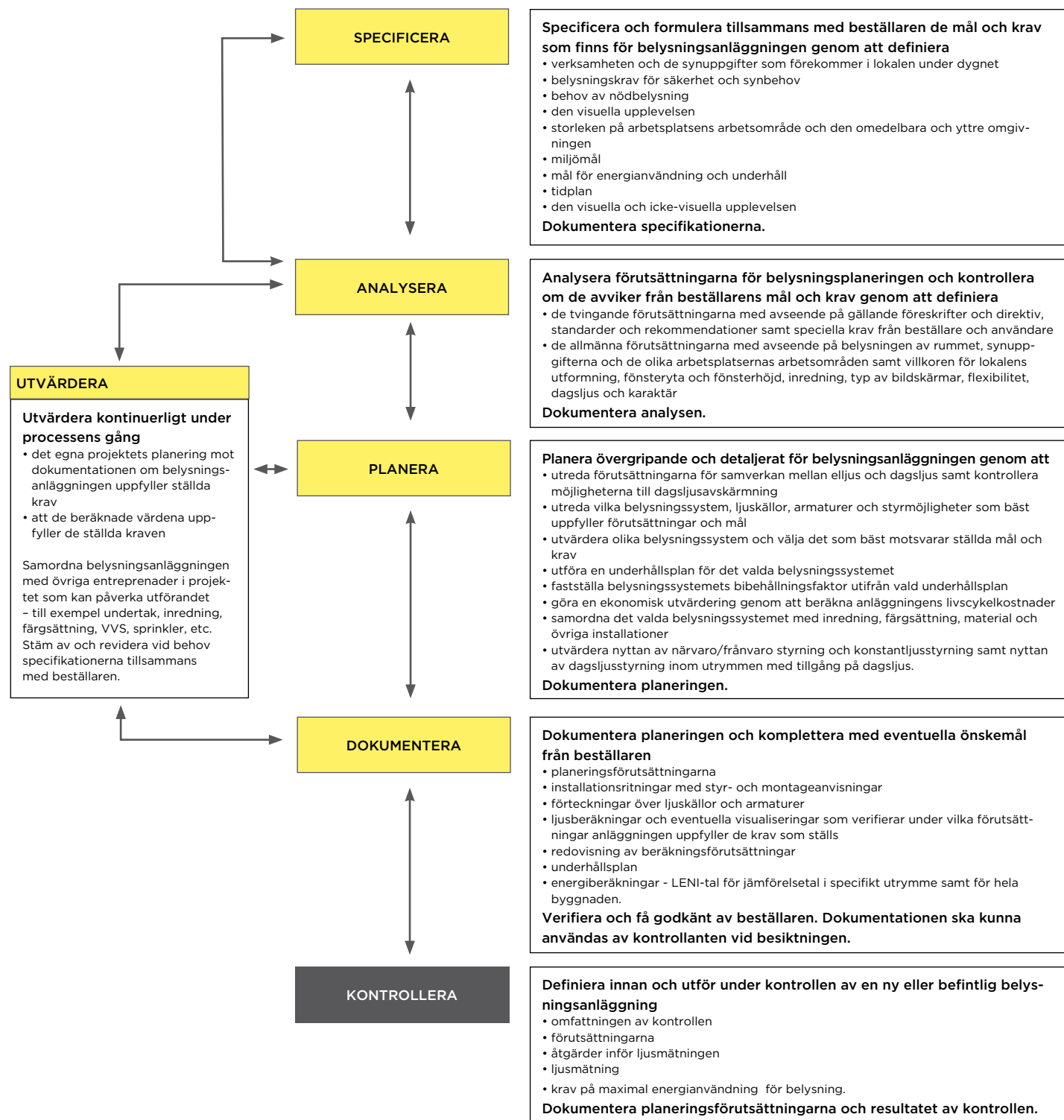
tvistemål om planeringsresultaten avviker från beställarens ursprungliga mål och krav. Belysningsplaneraren ska dessutom samordna belysningsplaneringen med alla de aktörer som är delaktiga – arkitekter, belysningskonsulter, elkonsulter och användare för att bara nämna några. Att hålla kontakt och rådgöra med övriga deltagare i byggprocessen ligger också inom den planeringsansvariges ansvarsområde. I avsnittet Belysningsplanering – en kreativ process med människan i centrum på sidan 4 kan du läsa mer om vilka aktörer som deltar i planeringsprocessen och deras olika roller.

Praktiska exempel på och mallar för hur du planerar belysning finns på Ljuskulturs hemsida [www.ljuskultur.se](http://www.ljuskultur.se). Där hittar du Ljusa-mallen, ett hjälpmedel för att redovisa armaturer allmänt och ljustekniskt.

## FLÖDESSCHEMA FÖR PLANERINGSPROCESSEN



Praktiska exempel på och mallar för hur du planerar belysning finns på Ljuskulturs hemsida [www.ljuskultur.se](http://www.ljuskultur.se). Där hittar du Ljusa-mallen, ett hjälpmedel för att redovisa armaturer allmänt och ljustekniskt.



## PLANERINGSGUIDEN - KAPITELÖVERSIKT

### Att tänka på i planeringsprocessen

#### 7:1 SPECIFICERA

##### Synuppgifter:

- Vilka synuppgifter förekommer i lokalen och i vilka plan förekommer de?
- Hur ska synobjektet belysas för bästa synbarhet?

##### Krav på säkerhet:

- Vilka riskzoner måste belysas?
- Vilka riskzoner och utrymningsvägar måste förses med nödbelysning?
- Kan stroboskopeffekter skapa risker i arbetet?

#### 7:2 ANALYSERA

##### TVINGANDE FÖRUTSÄTTNINGAR

##### Lagkrav:

- Vilka lagkrav finns för installationerna?

##### Ekonomiska krav:

- Vilka är de ekonomiska förutsättningarna för investerings-, drift- och underhållskostnader?

##### Fysiska krav:

- Ställer omgivningen speciella krav på materialvalet?
- Förekommer onormalt höga eller låga omgivningstemperaturer?
- Kan elektriska och magnetiska fält orsaka problem?
- Förekommer restriktioner för montage - infälldjup eller begränsningar i armaturstorlek?

##### Historiska krav:

- Är valet av utrustning beroende av befintliga installationer?

##### ALLMÄNNA FÖRUTSÄTTNINGAR

##### Kravspecifikation:

- Vilka krav och rekommendationer gäller för belysningsplaneringen?
- Hur styrande är kraven?

### Kravspecifikationens innehåll:

- Innehåller kravspecifikationen alla relevanta parametrar - belysningsstyrkans driftvärden, belysningsstyrkans jämnhet, förhållandet mellan belysningsstyrkan i arbetsområdet och dess omgivning, rumsytornas reflektionsegenskaper och reflektanser och färger, ljuskällornas färgtemperatur och färgåtergivningsindex, luminansbegränsningar, luminansförhållanden inom synfältet, krav på avbländning?

### Krav på energieffektivitet:

Har krav på energieffektiviseringen genom att använda nyttan av belysningsstyrning utvärderats, (se kapitel 6 och 10).

### Kvalitetskrav:

- Har du tillgodosett estetiska och arkitektoniska aspekter?

#### 7:3 PLANERA

##### ÖVERGRIPANDE PLANERING

##### Dagsljus och elljus:

- Vilka förutsättningar finns för att utnyttja dagsljuset?
- Går det att utnyttja styrutrustning för att höja belysningskomforten och spara energi?

##### Solavskärmning:

- Är fönsterna utformade för att förebygga solljus och strålningsvärme?
- Har fönsterväggen lämpliga reflektansvärden?

##### Val av belysningsystem:

- Vilket belysningsystem är lämpligast?
- Finns hinder för lokaliserat belysningsystem?

##### Val av ljuskälla och armatur:

- Uppfyller ljuskällan krav på ljusutbyte, färgåtergivningsegenskaper, ljusnedgång, livslängd, tid, upptändning och återstart?
- Är valet av ljuskälla och armatur lämpligt för applikationen?

- Uppfyller armaturen gällande säkerhetskrav?
- Uppfyller armaturen kraven ljus tekniskt och visuellt?
- Är armaturen ljusmätt och provad enligt gällande standard och föreskrifter?
- Finns fotometriska ljusdata tillgängliga?

#### Underhåll:

- Har du fastställt en underhållsplan?
- Har du baserat bibehållningsfaktorn på ett fastlagt underhållsschema?
- Har du tagit hänsyn till driftsförhållanden som nedsmutsning och annan påverkan?
- Är utrustningen lätt åtkomlig för service och underhåll?

#### Styrsystem:

- Kan elljuset styras och regleras beroende på mängden infallande dagsljus?
- Kan frånvaro-, närvaro-, konstantljussensorer utnyttjas för att spara energi?
- Är reglerbar styrning önskvärt?
- Finns det behov av individuell ljusreglering?
- Är det installerade styrsystemet lätt att förstå?

#### Samordning med övriga installationer:

- Hur påverkar belysningsinstallationerna övriga installationer, t ex el, VVS, VA och sprinkler?
- Ska belysningsanläggningens driftdata överföras till ett separat system för fastighetsövervakning?

#### DETALJERAD PLANERING

##### Montageritningar:

- Överensstämmer installationsritningarna med planeringsmålen och de byggnadstekniska förutsättningarna?
- Har du samordnat installationerna med övriga installationer?
- Har du tagit hänsyn till reflexbländning?
- Uppfyller belysningen de ställda kraven på belysningsnivå, jämnhet, bländfrihet och luminansbegränsning vid bildskärmsarbete?

##### Montage och installation:

- Är montageanvisningarna fullständiga?
- Stämmer armaturens och installationens utförande med gällande föreskrifter?

##### Beräkningar:

- Har ljusberäkningarna utförts enligt de förutsättningar som finns för rum och inredning?
- Har du beräknat obehagsbländning?
- Har du använt aktuella fotometriska data för ljuskällor och armaturer i beräkningarna?
- Har ett underhållsschema fastställts och godkänts av beställaren?
- Har du beräknat och redovisat byggnadens eller de specifika utrymmenas årliga energianvändning (LENI-tal, se kapitel 6 och 10).

## 7:4 DOKUMENTERA

- Uppfyller belysningsanläggningen de krav som ställts?
- Ligger kostnaderna för investering, drift och underhåll inom ramarna?
- Uppfyller anläggningen kraven på energieffektivitet?
- Byggnadens eller de specifika utrymmenas typ av styrning och beräknade LENI-tal.

## 7:5 KONTROLLERA

##### Åtgärder före ljusmätning:

- Gasurladdningslampor av högtrycks- och lågtryckstyp (exempelvis natrium- och metallhalogenlampor, lysrör och kompaktlysör) och LED ska vara tända cirka 30 minuter innan du börjar ljusmätningen
- Kontrollera att samtliga armaturer är i funktion, att alla ljuskällor är tända och att de varit tända under tillräckligt lång tid
- Ljusmätaren kan behöva nollställas om temperaturförhållandena ändras och vissa ljusmätare kan behöva exponeras i ljus cirka 5 minuter före mätning
- Kalibrera ljusmätaren vid behov (normalt efter 2-3 år)

##### Dokumentation vid mättillfället:

- Datum/tidpunkt/plats/rum
- Om det uppmätta värdet ska betraktas som nyvärde eller driftvärde
- Mätpunkter på plan-/sektionsritning
- Mätområdenas storlek – arbetsområde/omedelbar omgivning/yttre omgivning
- Mätområden – väggar och tak
- Mätområden – Cylindrisk belysning (Gäller normalt inom arbetsområdet vid allmänbelysning i exempelvis skolsalar, se övre bild på klassrum under avsnitt om Antal beräkningspunkter. Vid lokaliserade belysningsystem inom exempelvis kontor, beräknas den dock normalt inom arbetsområde och omedelbara omgivningen, se nedre bild på cellkontor under avsnitt om Antal beräkningspunkter. )

- Ev förekomst av bildskärmar och deras kvalitetsklass
- Mätning och mätplan
- Armaturtyper inklusive placering/montage
- Typ av ljuskällor och brinnläge
- Nätspänning för utgående grupper
- Slocknade ljuskällor/defekta armaturer
- Nedsmutsning av armaturer och rumsytor
- Omgivningstemperatur kring armaturen
- Eventuellt dagsljustillskott
- Mätvinkel/mätyta vid luminansmätning
- Typ av ljusmätare
- Senaste kalibrering
- Beräkna byggnadens eller de specifika utrymmenas LENI-tal, utifrån verkliga installerade effekter, förutsatta utnyttningstider, typ av styrning och specifika rumsdata, se kapitel 6.

*DU HITTA MER INFORMATION OM HUR DU TOLKAR RESPEKTIVE PUNKT I KAPITLEN 7:1-7:5*

## 7:1

## SPECIFICERA

Innan planeringsarbetet påbörjas, ska du som är belysningsplanerare tillsammans med beställaren formulera och dokumentera målen för belysningsanläggningen och vad lagtexten säger om säkerhets- och synbehovskrav för den verksamhet och de synuppgifter planeringsprocessen gäller.

## VERKSAMHETEN

Specificera vad lokalen ska användas till, vilka synuppgifter som förekommer under dygnet, arbetsplatsernas antal och placering samt vad lagen kräver för den typen av verksamhet och synuppgifter.

## KRAV PÅ SÄKERHET

Hur ett nödbelysningsystem ska utföras finns specificerat i standarden SS-EN 1838. Om du planerar en anläggning efter denna standard, kommer den att motsvara de krav som finns i Boverkets, Räddningsverkets och Arbetsmiljöverkets föreskrifter. Kraven varierar för till exempel utrymningsvägar, anti-panikbelysning och belysning av högriskområden. Nödbelysningsystemen består oftast av en kombination av så kallade hänvisningsskyltar och allmänna armaturer som försetts med nödljusfunktion. För hänvisningsarmaturer gäller speciella regler och föreskrifter. I produktstandardEN 60598-2-22 finns elsäkerhetskraven specificerade och piktogrammens utformning finns angivet i ISO 3864.

## SYNUPPGIFTERNA

Det är viktigt att noggrant specificera vilka synuppgifter som förekommer i lokalen och i vilka plan de förekommer – horisontellt, vertikalt eller vinklat – och hur arbetsobjektet, arbetsområdet och omgivningen ska belysas för att åstadkomma bästa synbarhet. Du måste också utreda om synförutsättningarna avviker från de normala för att du ska kunna planera belysningen på bästa sätt.



Läs mer om arbetsområdet och hur det definieras på sidan 94.

## ARBETSOMRÅDET

De krav på lägsta belysningsstyrka och jämnhet i drift som anges i den svenska standardens tabellverk (SS-EN 12464-1:2011) gäller bara för själva arbetsområdet och inte normalt för hela rummet. Är arbetsområdet inte definierat, gäller belysningskraven för hela rummet. Det kan betyda ökad miljöbelastning och kostnader i form av fler installationer, högre energiförbrukning och mer underhåll. Du ska anpassa belysningen utanför arbetsområdet till de förutsättningar som gäller inom arbetsområdet.

## RUMSUPPLEVELSEN

Specificera hur beställaren vill att lokalen ska upplevas visuellt såväl som icke-visuellt och hur belysningen ska samspela med och framhäva lokals inredning, färger och material.

## MILJÖN OCH ENERGIANVÄNDNINGEN

Specificera beställarens miljömål för belysningsanläggningen. Belysningsanläggningen ska vara så energieffektiv som möjligt utan att du behöver göra avkall på belysningskraven eller den visuella upplevelsen. Tänk på att energianvändningen beror på hur du utnyttjar den installerade effekten. Genom olika ljusstyrningssystem kan du reglera energianvändningen på ett rationellt sätt.

## EKONOMIN OCH DRIFTEN

Specificera målsättningen för installationskostnader, energianvändning, styrningsmöjligheter och drift av belysningsanläggningen med avseende på kostnadseffektivitet.

## TIDPLAN

När ska de olika momenten i belysningsprojektet – analys av förutsättningar, planering av belysningsanläggningen, utvärdering av planeringsresultat, dokumentation, upphandling och installation – vara klara?



SS-EN 12464-1:2011 Ljus och belysning  
- belysning av arbetsplatser.  
DEL 1 Arbetsplatser inomhus.



Läs mer om hur du arbetar med de visuella förhållandena och rumsupplevelsen i kapitel Visuella förhållanden.



Läs mer i kapitlet Miljöpåverkan samt i Energiberäkning.



Utförligare information kring ekonomi och drift hittar du i kapitlet Ekonomi och underhåll.

## 7:2

## ANALYSERA

När du som är planeringsansvarig specificerat målsättningen för belysningen tillsammans med beställaren, ska du analysera förutsättningarna för att den ska gå att genomföra. Du går steg för steg igenom vilka tvingande och allmänna förutsättningar som finns, jämför med specifikationerna och dokumenterar din analys. Därefter redovisar du analysen för beställaren och reviderar, om det behövs, specifikationerna tillsammans med beställaren. I det här kapitlet får du information och fakta som hjälper dig att analysera förutsättningarna för belysningsplaneringen på ett strukturerat sätt.



## Analysera de tvingande förutsättningarna för belysningsplaneringen

Definiera vilka tvingande lagmässiga, fysiska, ekonomiska och historiska förutsättningar som gäller. Jämför dem med de specifikationer du har gjort tillsammans med beställaren.

### LAGKRAV

Det finns lagar och föreskrifter för belysningsinstallationerna som du måste ta hänsyn till, se kapitel Belysningen i praktiken.

### EKONOMISKA KRAV

Vilka ekonomiska ramar gäller för belysningsanläggningen? Vilka förutsättningar gäller för investeringskostnaden respektive drift- och underhållskostnaderna? Beställaren har en budget för belysningsanläggningen. Hur förhåller sig de olika kostnaderna till varandra – konsultarvodena, investeringen, installationerna, driften och underhållet?

### FYSISKA KRAV

Beroende på den verksamhet som bedrivs i lokalen, kan det ställas speciella krav på materialvalet i armaturer och elinstallationer. I en gjuteriindustri kan det vara både varmt och smutsigt, i ett kylrum kallt och fuktigt. Elektriska och magnetiska fält kan orsaka problem. Det kan också finnas restriktioner vad gäller montage – måste armaturerna vara infällda eller nedpendlade av ventilationstekniska skäl eller är armaturernas infälldnadsdjup begränsat av byggtkniska skäl?

### HISTORISKA KRAV

Det kan finnas installationer i lokalen som måste användas till den nya utrustningen och som kan begränsa urvalet. Är valet av armaturer och installationer beroende av byggnadstypen eller befintliga installationers utformning?

## Analysera de allmänna förutsättningarna för belysningsplaneringen

Undersök vilka allmänna förutsättningar som gäller för lokalens utformning. För att kunna definiera belysningskraven måste du fastställa storleken på det delområde på arbetsplatsen som utgör själva arbetsområdet där den visuella arbetsuppgiften utförs och även storleken på den omedelbara omgivningen kring arbetsområdet samt den yttre omgivningen. För platser där storleken och/eller läget för arbetsområdet är okänd ska området där uppgiften kan tänkas utföras betraktas som arbetsområdet. Utred också vilka förutsättningar som gäller för lokalens utformning, flexibilitet, dagsljusförhållanden, inredning, karaktär och vilken typ av bildskärmar som eventuellt förekommer. Bestäm vilken belysningsprincip du ska följa (se under kapitlet Belysningen i praktiken). Jämför resultaten med de specifikationer du har gjort tillsammans med beställaren.

### KRAVSPECIFIKATIONEN

När du planerar belysningen måste du ta hänsyn till bland annat beställarens krav och önskemål, lagkrav och belysningsrekommendationer. Du måste också ta ställning till hur styrande kraven är.

### KRAVSPECIFIKATIONENS INNEHÅLL

En kravspecifikation bör innehålla alla relevanta parametrar för att du ska kunna utföra belysningsplaneringen. Exempel på parametrar är belysningsstyrkornas driftvärden, belysningsstyrkans jämnhet, förhållandet i belysningsstyrka mellan arbetsområdet, dess omedelbara och yttre omgivning, belysningsstyrka väggar och tak, cylindrisk belysningsstyrka, rumsytornas reflektanser och färger, storlek och läge samt typ av fönsterytor, ljuskällornas färgtemperatur och färgåtergivningindex, luminansbegränsningar, luminansförhållanden inom synfältet och krav på avbländning. Krav på maximal årlig energianvändning.

### KVALITETSKRAV

Det finns kvalitetskrav som inte kan kvantifieras, till exempel estetiska och arkitektoniska aspekter. Det är viktigt att kunna tillgodose dessa krav i största möjliga utsträckning.



När belysningsstyrkan är för låg är det svårt att urskilja detaljer.



Med tillräcklig belysningsstyrka framträder kontrasterna, så att detaljer blir tydliga.



Belysningsstyrkan definieras som det ljusflöde som träffar en yta (ljusflöde per m<sup>2</sup>). Betecknas med storheten E och mäts i lux.



Belysningsstyrkorna kan justeras stegvis om synförutsättningarna avviker från de normala enligt följande skala: 20-30-50-75-150-200-300-500-750-1 000-1 500-2 000-3 000-5 000 lux

I din analys av de tvingande och allmänna förutsättningarna för belysningsplaneringen ingår bland annat frågeställningar kring arbetsplatsens och omgivningens belysning, luminansbegränsningar och luminansfördelning, bländning och ljuskällornas ljuskvalitet. Avsnitten som följer ger dig information och fakta i dessa ämnen, som kan göra din analys enklare och komplettare.

### ARBETSPLATSENS BELYSNING

Värdena i tabellverket i kapitel 9, som överensstämmer med SS EN 12464-1:2011, anger den lägsta medelbelysningsstyrkan och jämnhet i drift inom den del av arbetsplatsen som utgör det definierade arbetsområdet. Belysningsstyrkorna i tabellverket är avsedda för arbete under normala förutsättningar och för personer med normal syn. Om det förekommer personer med nedsatt synförmåga, måste du ta hänsyn till det i belysningsplaneringen.

Vid arbetsplatser med kontinuerligt arbete, i praktiken där arbete bedrivs i mer än två timmar, får belysningsstyrkan i drift inte vara mindre än 200 lux.

Du bör höja belysningsstyrkorna i drift om

- svåra arbetsförhållanden råder
- arbetet kräver hög noggrannhet och produktivitet
- synförmågan hos den som arbetar är nedsatt
- arbetsobjektet består av små detaljer eller har dålig kontrast
- synarbetet pågår under lång tid
- ökat krav på visuell kommunikation och välbefinnande förekommer

Du kan sänka belysningsstyrkorna i drift om

- arbetsobjektet är stort eller om kontrasten är god
- synarbetet pågår under ovanligt kort tid



Det finns flera skäl till varför det är bra för dig som är planeringsansvarig att strukturera ditt arbete med hjälp av Planeringsguiden. Du får bättre kontroll och tydligare överblick över hela planeringsprocessen.



På [www.ljuskultur.se](http://www.ljuskultur.se) hittar du exempel på lösningar i olika lokaler.



Om du ska planera för en kontorsarbetsplats men inte känner till arbetsområdets storlek, kan du räkna med att det enligt tidigare praxis är 60 x 60 cm och placerat 5 cm från den främre bordskanten

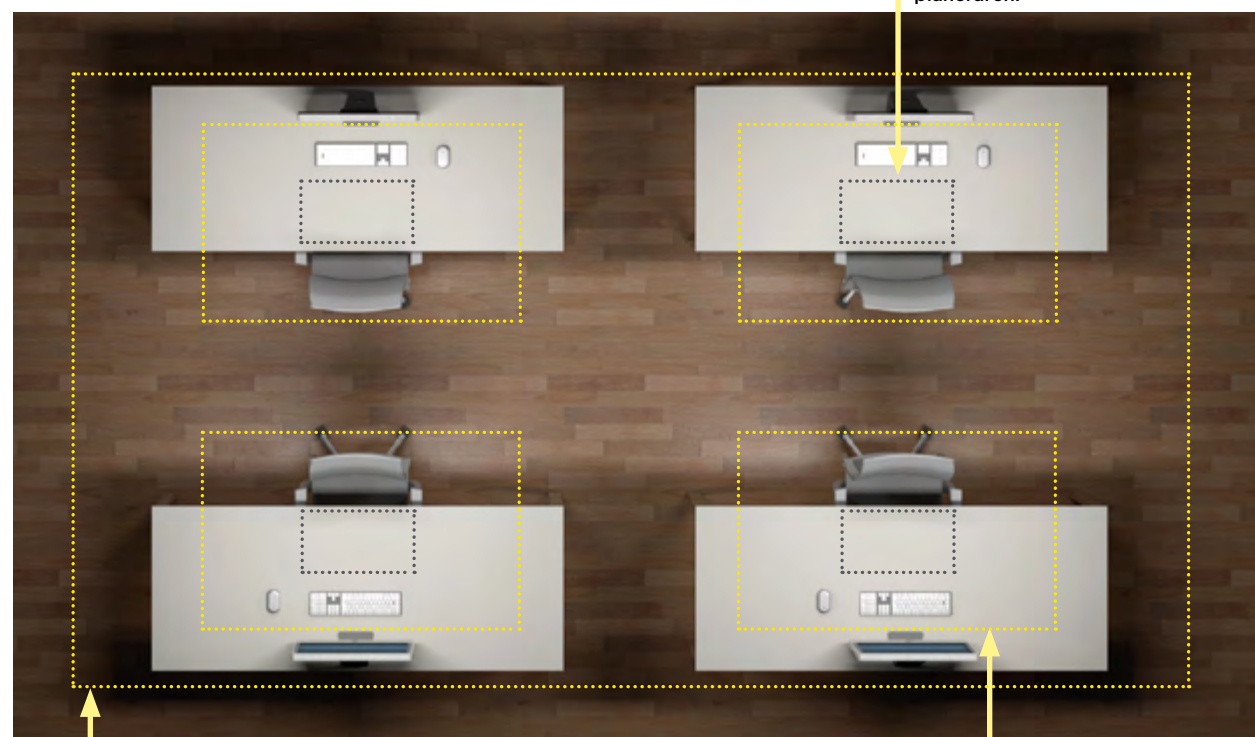


Belysningsstyrkan mäts på arbetsplanet. Arbetsplanets läge är beroende av arbetsuppgiften och kan därför antingen vara vertikalt, horisontellt eller i annan vinkel.

## BELYSNING AV ARBETSOMRÅDET

Enligt den svenska standarden för belysning av inomhus arbetsplatser, SS-EN 12464-1:2011, definieras arbetsområdet som det delområde på arbetsplatsen där den visuella arbetsuppgiften utförs. För platser där storleken och/eller läget för arbetsområdet är okänt, ska området där uppgifter kan utföras betraktas som arbetsområdet. Till arbetsområdet räknas oftast inte hela arbetsplatsen. Storleken kan variera beroende på arbetsuppgifterna. Fastställ i samråd med beställaren storleken på och placeringen av arbetsområdet vid arbetsplatserna. Det är bra om du får detta dokumenterat, eftersom storleken och placeringen i hög grad påverkar din belysningsplanering. Arbetsområdet vid en kontorsarbetsplats

### Exempel på definition av beräkningsområden för en kontorsarbetsplats



Arbetsområdet (500 lux). Det delområde av arbetsområdet där den visuella synuppgiften utförs. Storleken på arbetsområdet definieras av planeraren.

Yttre omgivning (min 100 lux). Ett område utanför den omedelbara omgivningen och fram till en gränsszon 0,5 m från rummets väggar.

Omedelbara omgivningen (300 lux). Ett band som är minst 0,5 m runt arbetsområdet. Storleken på omedelbara omgivningen definieras av planeraren.

är oftast en mindre yta för läs- och skrivarbete. Att arbeta vid bildskärm och tangentbord kräver normalt en lägre belysningsstyrka än för annat läs- och skrivarbete. Belysningsstyrkan bör gå att anpassa till omgivningsljuset. På ett kontor där det förekommer ritarbete kan hela arbetsbordet räknas som arbetsområde.

Inom industrin kan ett arbetsområde röra sig om allt från precisionsarbete med mikroelektronik vid ett bord till montering av bilar vid en produktionslinje.

Då den exakta storleken av arbetsområdet är okänd kan detta normalt för en kontorsarbetsplats antas uppta en yta av storleken 0,60 x 0,60m. Arbetsområdet förutsätts i detta fall vara placerat rakt framför personens normala position och i framkanten av arbetsbordet. Belysningsstyrkans variation, d.v.s. kvoten mellan den lägsta belysningsstyrkan i förhållande till medelbelysningsstyrkan inom arbetsområdet, skall vid normalt kontorsarbete ej understiga 0,6.

I tabellverket SS-EN 12464-1:2011, se kapitel 9, redovisas kraven på jämnhet separat för varje typ av arbetsuppgift eller aktivitet.

Belysningsstyrka inom arbetsområdet, lux	Belysningsstyrka inom den omedelbara omgivningen, lux	Belysningsstyrka inom den yttre omgivningen, lux
≥750	500	1/3 av omedelbara omgivningen
500	300	1/3 av omedelbara omgivningen
300	200	1/3 av omedelbara omgivningen
200	150	1/3 av omedelbara omgivningen
150	$E_{\text{arbetsområde}}$	1/3 av omedelbara omgivningen
100	$E_{\text{arbetsområde}}$	1/3 av omedelbara omgivningen
≥ 50	$E_{\text{arbetsområde}}$	1/3 av omedelbara omgivningen

#### ANM: TABELLVÄRDENA AVSER DRIFTMEDELVÄRDEN INOM BERÄKNINGSOMRÅDET

Jämnhet inom arbetsområdet är beroende på synuppgift och aktivitet. Kravet på jämnhet för de olika arbetsområdena finns redovisade i kapitel 9.

Jämnhet inom den omedelbara omgivningen  $E_{\text{min}}/E_{\text{med}}$  skall ej understiga 0,4. Jämnhet inom den yttre omgivningen  $E_{\text{min}}/E_{\text{med}}$  skall ej understiga 0,1, som lägsta krav enligt standard. Högre krav på jämnhet inom den yttre omgivningen kan förekomma inom arbetslokaler med fler arbetsområden, exempelvis kontor.

Se anvisningar i kapitel 8 Rummet och Arbetsplatsen med förhöjda svenska rekommendationer.

Antalet mätpunkter som krävs för att fastställa jämnheten inom arbetsområdet finns angivet på sidan 103.

## BERÄKNINGSOMRÅDEN

Storlek och läge på arbetsområde/omedelbara och yttre omgivningen definieras av planeraren.

Vid belysningslösningar med enbart direktverkande armaturer beräknas väggytan upp till armaturens montagehöjd, i exempelvis industrilokaler.

I exempelvis cellkontor börjar väggytan att beräknas i samma höjd över golv som arbetsområdet, då det annars troligen hamnar under skrivbord och beräknas på ytor som inte syns i det normala synfältet.

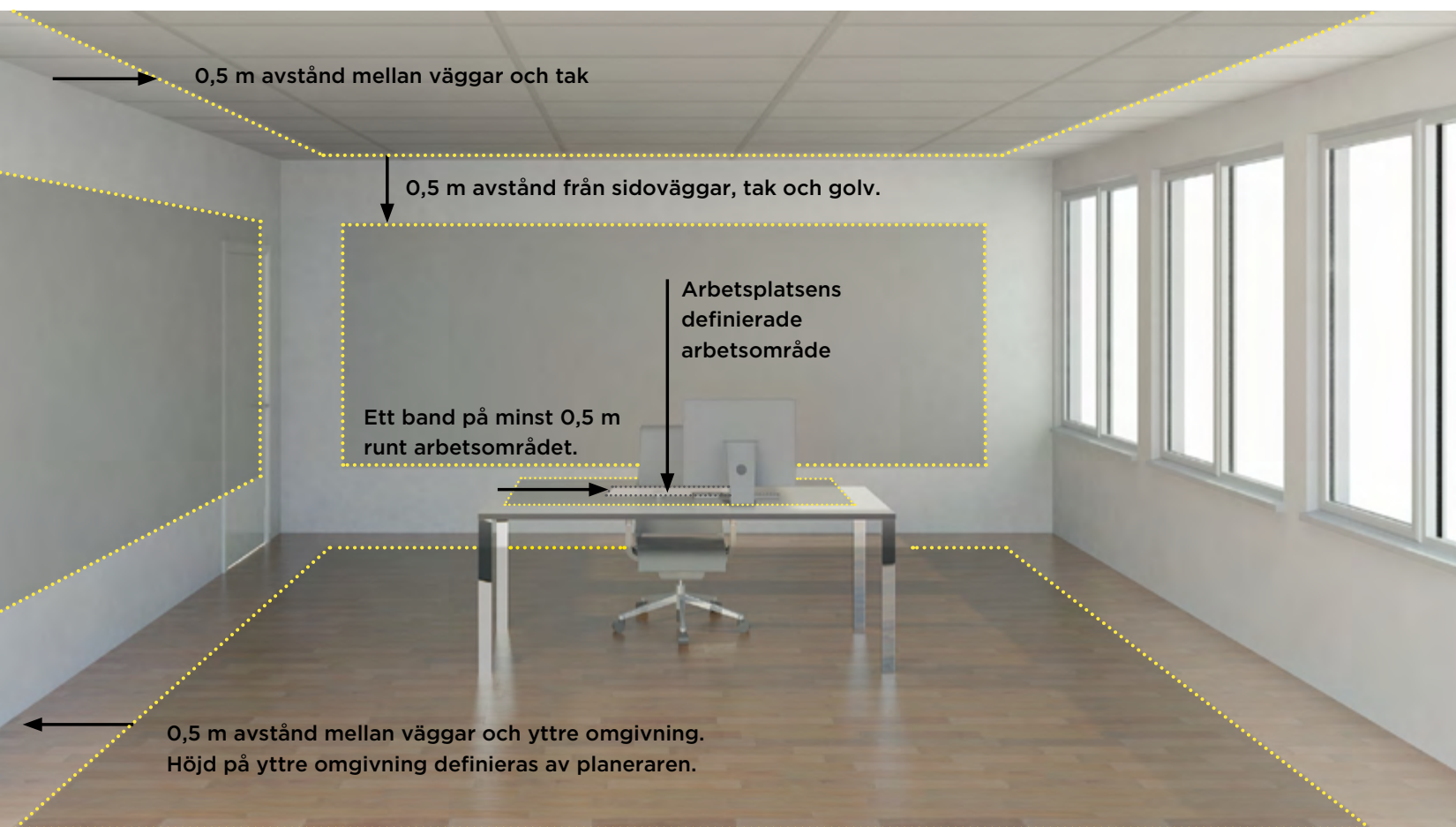
## BELYSNING AV DEN OMEDELBARA OMGIVNINGEN

Den omedelbara omgivningen kring arbetsområdet definieras enligt den svenska standarden för inomhus arbetsplatser, SS-EN 12464-1:2011, som ett band med en bredd av minst 0,5 meter som omger arbetsområdet inom synfältet. Medelbelysningsstyrkan inom den omedelbara omgivningen ska beräknas exklusive ljusvärdena inom arbetsområdet.

Belysning av den omedelbara omgivningen skall relateras till belysningsnivån inom arbetsområdet och skall dessutom skapa förutsättningar för en välbalanserad luminansfördelning inom det normala synfältet. Alltför stora förändringar av belysningsnivån kring arbetsområdet kan ge upphov till visuell stress och obehag. Den omedelbara omgivningen definieras som ett band runt arbetsområdet med en bredd av minst 0,5 meter. Storleken på den omedelbara omgivningen skall bestämmas av planeraren och kan vid vissa typer av arbetsplatser behöva utökas till en större bredd än 0,5 meter.

Storleken på den omedelbara omgivningen kan ökas:

- Då arbetsrådets storlek är litet.



- Om en hög belysningsstyrka förekommer inom arbetsområdet.

- Vid rörligt arbete.

Belysningsstyrkan i den omedelbara omgivningen kan vara lägre än inom arbetsområdet men bör som medelvärde inte understiga de värden som anges i tabellen på sidan 95.

Belysningsstyrkans variation, d.v.s. kvoten mellan den lägsta belysningsstyrkan i förhållande till medelbelysningsstyrkan inom den omedelbara omgivningen skall ej understiga 0,4.

## BELYSNINGEN AV DEN YTTRE OMGIVNINGEN

Definierade krav på belysningsstyrka inom den yttre omgivningen, d.v.s. området utanför den omedelbara omgivningen redovisas i tabellen på sidan 95. Detta område kan sägas begränsas av den omedelbara omgivningen och en zon 0,5 meter från rummets väggar, eller till ett band runt den omedelbara omgivningen med en bredd av minst 3 m. Belysningsstyrkan inom den yttre omgivningen ska vara minst en tredjedel av belysningsstyrkan inom den omedelbara omgivningen. Storleken och läget på den yttre omgivningen ska specificeras och dokumenteras.

Belysningsstyrkans variation, d.v.s. skillnaden mellan den lägsta belysningsstyrkan och medelbelysningsstyrkan inom den yttre omgivningen skall vara så liten som möjligt. Jämnheten d.v.s. förhållandet mellan  $E_{min}/E_{med}$  skall ej understiga 0,1, som lägsta krav enligt standard. Högre krav på jämnhet inom den yttre omgivningen kan förekomma inom arbetslokaler med fler arbetsområden, exempelvis kontor med lokaliserad belysning. Se anvisningar i kapitel 8, Rummet och Arbetsplatsen.

Om exempelvis kravet på belysningsstyrkan inom arbetsområdet är 500 lux inom en arbetslokal och 300 lux för den omedelbara omgivningen ska således belysningsstyrkan i den yttre omgivningen inte understiga 100 lux som minsta värde. Den lägsta belysningsstyrkan skall beräknas inom en zon utanför den omedelbara omgivningen till en halv meter från rummets väggar eller till ett band runt den omedelbara omgivningen med en bredd av minst 3 m. Belysningen kring arbetsområdet skall bidra till en god adaptationsluminans i enlighet med vad som beskrivits under avsnittet Luminansfördelning och begränsning av luminanser.

Inom en arbetslokal med ljusa väggar bör därför som regel förhållandet mellan belysningsstyrkan inom arbetsområdet och medelbelysningsstyrkan på rummets väggar inom normala synriktningar inte vara för stora. Se anvisningar i kapitel 8, Rummet och Arbetsplatsen.



Belysningsstyrkans jämnhet ( $E_{min}/E_{med}$ ) definieras som kvoten mellan den lägsta belysningsstyrkan och medelbelysningsstyrkan över en yta. Kvoten mellan lägsta och högsta belysningsstyrka kan också användas, men ska då tydligt anges för att undvika förväxling.

### BELYSNINGSSTYRKA PÅ YTOR

På alla betydande ytor inom alla inneslutna områden skall den bibehållna belysningsstyrkan ha följande lägsta värden:

$\dot{E}_m > 50 \text{ lx}$  med  $U_o \geq 0,10$  på väggar

$\dot{E}_m > 30 \text{ lx}$  med  $U_o \geq 0,10$  på tak.

**Anm 1.** Det är känt, att inom vissa utrymmen såsom hyllförsedda lagerlokaler, stålverk, tågterminaler etc är det svårt att praktiskt uppnå önskade belysningsnivåer pga storlek, komplexitet och restriktioner i handhavandet. I dessa utrymmen accepteras lägre belysningsstyrkor än de rekommenderade.

**Anm 2** I vissa inneslutna rum såsom kontor, utbildningslokaler, hälsovård och allmänna ytor för entréer, korridorer, trappor etc, måste väggar och tak vara ljusa. I dessa rum rekommenderas följande värden på den bibehållna belysningsstyrkan:  $\dot{E}_m > 75 \text{ lx}$  där  $U_o \geq 0,10$  på väggar och  $\dot{E}_m > 50 \text{ lx}$  där  $U_o \geq 0,10$  på tak.

Ovanstående avser lägsta krav på belysningsstyrkor för belysning av arbetsplatsers rumsytor. För att erhålla en god visuell komfort rekommenderas normalt högre nivåer. Högre krav på jämnhet inom den yttre omgivningen kan förekomma inom arbetslokaler med fler arbetsområden, exempelvis inom skola, vård och kontor. Se anvisningar i kapitel 8, Rummet och Arbetsplatsen samt under rubriken Luminansfördelning i detta kapitel. Här anges svenska rekommendationer gällande förhöjda värden för väggar och tak i förhållande till arbetsområdet.

För exempelvis kontor och klassrum bör förhållandet mellan väggar och arbetsområde vara cirka 1:2, men dock helst överstiga 250 lux vid 500 lux på arbetsområdet.

### KRAV PÅ CYLINDRISK BELYSNINGSSTYRKA

God visuell kommunikation och igenkännande kräver tillräcklig ljushet på objekt och framförallt på människors ansikten. Därför måste ytan och ”rymden” där människor rör sig eller arbetar vara tillräckligt belyst. För att uppfylla detta önskemål är kravet på belysningsstyrkans jämnhet i arbetsplanet inte tillräcklig, speciellt för armaturer med smalstrålande ljusfördelning. Se illustration sidan 100.

Detta önskemål kan uppfyllas genom att tillräckliga nivåer för den cylindriska medelbelysningsstyrkan uppnås. För aktivitetsytor inomhus ska den cylindriska medelbelysningsstyrkan vara minst 50 lux och jämnheten  $E_{\min}/E_{\text{med}}$  skall ej understiga 0,1 beräknat 1,2 meter över golv för sittande respektive 1,6 meter över golv för stående personer.

För ytor där kravet på visuell kommunikation är extra viktigt exempelvis i kontor, mötesrum och undervisningslokaler bör den bibehållna cylindriska medelbelysningsstyrkan inte vara lägre än 150 lux och jämnheten  $E_{\min}/E_{\text{med}}$  skall ej understiga 0,1.

Högre krav på jämnhet för den cylindriska belysningsstyrkan kan förekomma inom lokaler med ökade krav på visuell kommunikation. Se anvisningar i kapitel 8, Rummet och Arbetsplatsen. Förhöjda svenska rekommendationer om krav på jämnhet anges till minst 0,3.

### MODELLERING

Modellering är balansen mellan diffust och riktat ljus och är en egenskap hos ljuset att få ett belyst föremål att se naturligt ut så det varken blir för utslätat eller för hårt eller skarpt belyst. Det allmänna utseendet för en interiör förstärks när dess strukturdrag samt människor och föremål inom rummet belyses så att form och textur visas klart och behagligt.



Den cylindriska belysningsstyrkan, definieras som det totala ljusflödet mot en böjd yta av en mycket liten cylinder placerad på en specificerad punkt dividerat med ytan av cylindern (enhet: lx) Den vertikala cylindriska belysningsstyrkan (i en punkt, för en riktning),  $E_{v,z}$ , definieras genom formeln;

$$E_{v,z} = 1/\pi \int_{4\pi} L_v \sin \epsilon \, d\omega$$

$d\omega$  = är rymdvinkeln för varje elementarstråle som passerar genom den givna punkten

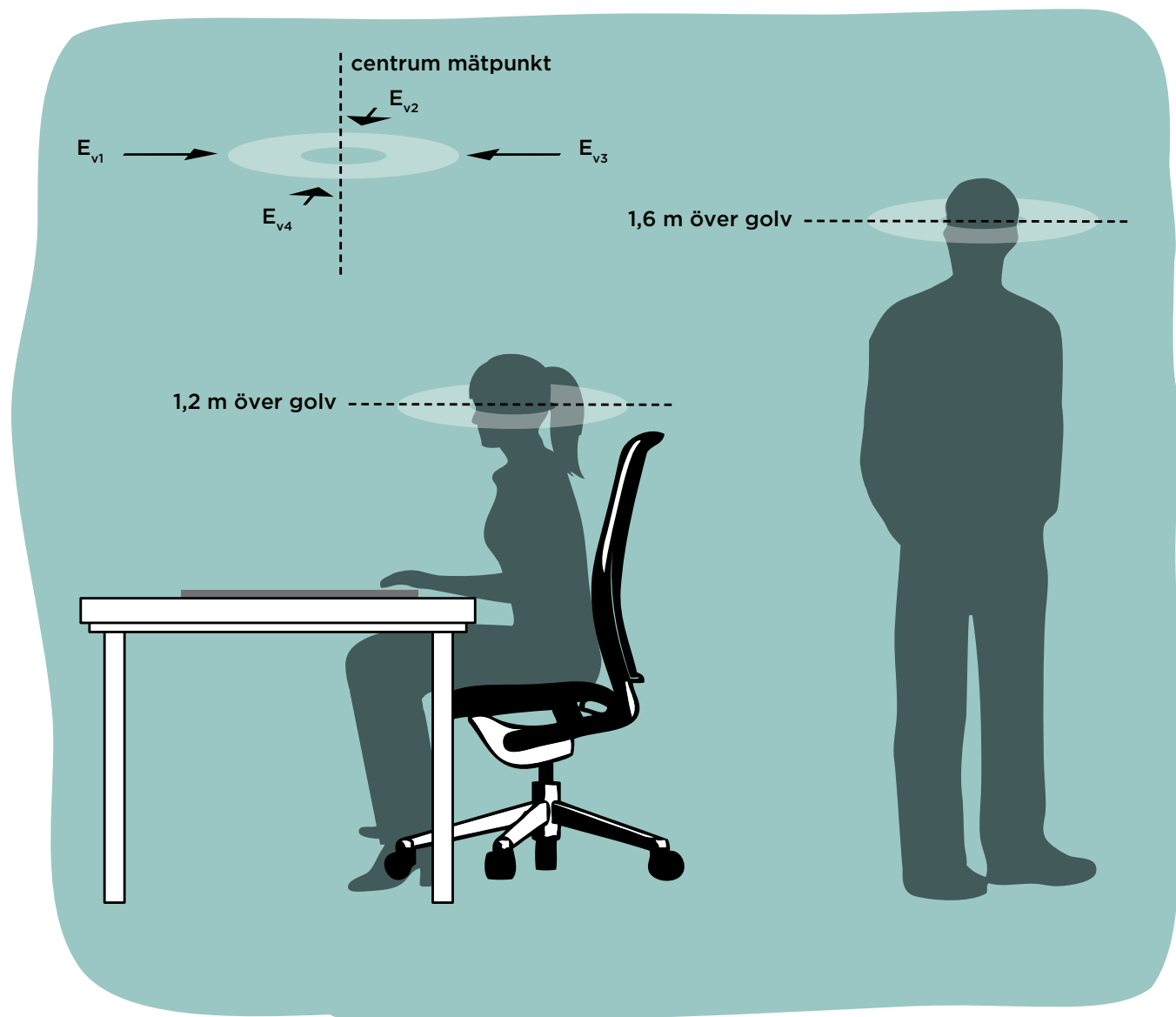
$L_v$  = är dess luminans vid denna punkt

$\epsilon$  = är vinkeln mellan den och den givna riktningen; om inget annat sägs är den riktningen vertikal.

enhet: lx

Krav på den cylindriska belysningsstyrkans medelvärde inom aktivitetsområdet Bra visuell kommunikation och möjlighet att känna igen föremål inom ett utrymme kräver att rummets volym där personer rör sig eller arbetar ska vara belyst. Detta uppnås genom att tillhandahålla fullgott medelvärde på den cylindriska belysningsstyrkan,  $E_z$ , i utrymmet.

Den bibehållna cylindriska belysningsstyrkans medelvärde,  $E_z$ , i vertikalplanet inom aktivitetsutrymmet skall beräknas i ett horisontellt plan vid en specifik höjd, exempelvis 1,2 m för sittande personer och 1,6 m ovan golv för stående personer.



Den cylindriska belysningsstyrkan kan i praktiken uppmätas och beräknas enligt:

$$E_{v,z} = (E_{v1} + E_{v2} + E_{v3} + E_{v4}) / 4$$

Detta sker när ljuset huvudsakligen kommer från en riktning, skuggorna som är nödvändiga för god modellering formas då utan förvirring.

Belysningen bör normalt inte vara för riktad eftersom den då kan ge upphov till för skarpa och hårda skuggor. Den ska heller inte vara för diffus eftersom föremålen och rummet då upplevs alltför tråkiga och utslätade och det blir svårt att uppfatta rummet och dess detaljer.

För att uppnå ett bra resultat för modellering bör förhållandet mellan cylindrisk och horisontell belysningsstyrka i referensplanet kontrolleras. Ett värde mellan 0,3-0,6 ger en fingervisning om god modellering.

Värdena för de cylindriska och horisontella belysningsstyrkorna ska beräknas och kontrolleras i samma mätpunkter.

### BELYSNINGSSTYRKANS JÄMNHET

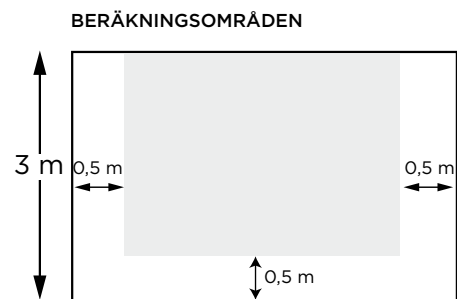
Belysningsstyrkans jämnhet avser skillnaden mellan den lägsta belysningsstyrkan och medelbelysningsstyrkan inom beräkningsområdet,  $E_{\min}/E_{\text{med}}$ .

- Inom arbetsområdet ska belysningsstyrkans jämnhet ( $U_o$ ) inte vara mindre än de lägsta värden som anges i tabellverket i kapitel 9.
- Inom den omedelbara omgivningen  $U_o \geq 0,40$ ;
- Inom den yttre omgivningen  $U_o \geq 0,10$  som lägsta krav enligt standard. Se anvisningar i kapitel 8, Rummet och Arbetsplatsen gällande förhöjda svenska rekommendationer.

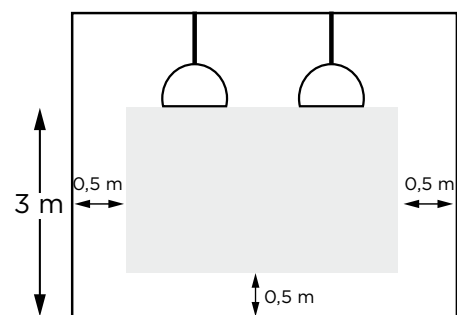
### ANTAL BERÄKNINGSPUNKTER

Ett rutnät med beräkningspunkter ska skapas för att beräkna och kunna kontrollera medelbelysningsstyrkan och belysningsstyrkans jämnhet inom arbetsområdet, den omedelbara omgivningen samt den yttre omgivningen.

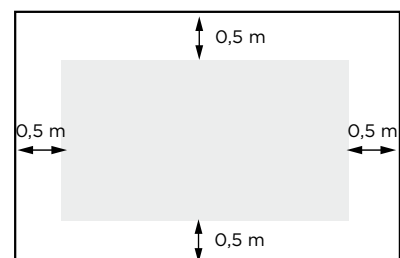
Det lägsta antalet beräkningspunkter som skall användas skall beräknas enligt formel på nästa sida. Notera att beräkningspunkternas avstånd och placering inte ska sammanfalla med avståndet mellan armaturerna i rummet. Rutnät som närmar sig formen av en ruta eller kvadrat är att föredra och förhållandet mellan avstånd i längd och bredd för rutnätet bör hållas inom 0,5 till 2.



Vägg



Vägg - armatur med huvudsakligen direkt ljusfördelning



Tak

Följande formel för maximalt avstånd mellan beräkningspunkter i rutnätet:  
 $P = 0,2 \times 5^{\log d}$   
 Där  $p < 10$   
 $d$  - är den längre sträckan för ytan  
 $p$  - är maximala avståndet mellan beräkningspunkterna

Ett band på 0,5 meter från respektive yttervägg kan undantas i beräkningen utom när ett arbetsområde förekommer inom denna zon. På liknande sätt beräknas även storleken på rutnät för tak och även här får ett band på 0,5m undantas. För väggar begränsas beräkningsområdet av ett band 0,5m från golv och respektive 0,5m från väggytans vertikala hörn. I ett cellkontor börjar väggytans beräkningsområde på fondväggen i samma höjd över golv som arbetsplanets höjd. För exempelvis industri-lokaler och andra utrymmen, där armaturer med huvudsakligen direkt ljusfördelning används, så beräknas värdet på väggar enbart upp till armaturernas montagehöjd.

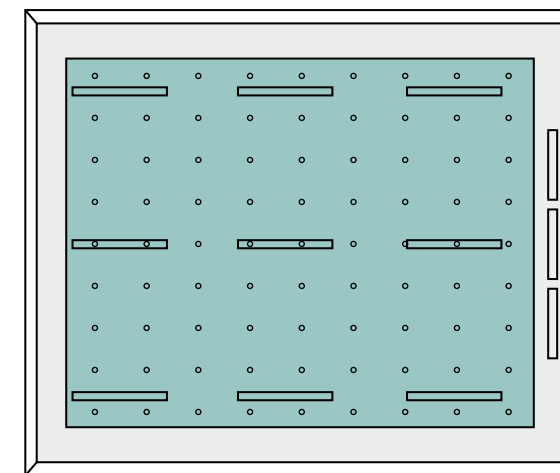
Nedan följer en lista med exempel på maximala avstånd mellan beräkningspunkter enligt ovanstående formel baserad på storleken och längden på arbetsområdet.

Längd på ytan (m)	Maximalt avstånd mellan beräkningspunkter (m)
0,40	0,15 m eller minst 3 punkter
0,60	0,20 m eller minst 3 punkter
1,00	0,20 m eller minst 5 punkter
2,00	0,30 m eller minst 6 punkter
5,00	0,60 m eller minst 8 punkter
10,00	1,00 m eller minst 10 punkter
25,00	2,00 m eller minst 12 punkter
50,00	3,00 m eller minst 17 punkter
100,00	5,00 m eller minst 20 punkter

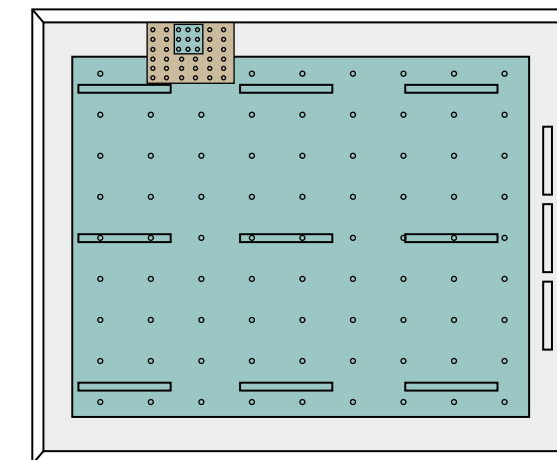
### FÖRTYDLIGANDE TILL BERÄKNINGSOMRÅDEN

Undantag görs för rum mindre än 5 m<sup>2</sup>, samt för rum där ena sidan understiger 2 m. I dessa fall används istället 0,1 m från lokalens väggar.

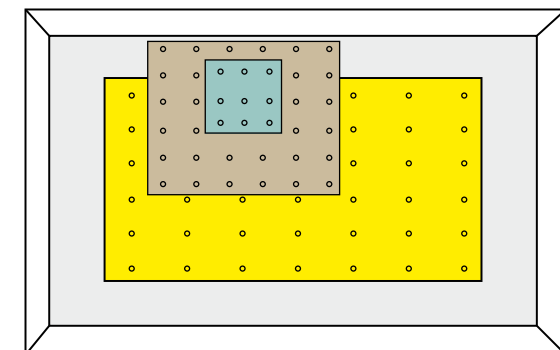
Exempel inom klassrum och kontorsarbetsplats på antal beräkningspunkter för kontroll av belysningsstyrkor och jämnhet.



Arbetsområde inom ett standardklassrum utan arbetsplatser vid väggar.



Tillägg med separat arbetsområde inom väggzonen. Arbetsområde och omedelbar omgivning kontrolleras.



- Arbetsområdet
- Omedelbara omgivningen
- Yttre omgivningen

Definierat arbetsområde på 0,6 m inom ett cellkontor med omedelbar omgivning som ett band runt arbetsområdet med en bredd av minst 0,5 m. Samt en yttre omgivning som ett band runt den omedelbara omgivningen om minst 3 m men där yttre omgivningen tangerar vägg begränsas området för den yttre omgivningen av en zon 0,5 m från rummets väggar.



Läs om krav på luminansbegränsningar vid bildskärmsarbete på sidan 107.



Luminans är ett mått på hur ljus en yta är och mäts i candela per kvadratmeter ( $\text{cd}/\text{m}^2$ ).



Läs om bländning i kapitel 2, Visuella förhållanden.



Luminansjämnhet ( $L_{\text{min}}/L_{\text{med}}$ ) definieras som kvoten mellan lägsta luminans och medelluminansen. Kvoten mellan lägsta och högsta luminans kan också användas, men bör då tydligt anges för att undvika förväxling.



Reflektans ( $\rho$ ) definieras enligt standarden som kvoten mellan reflekterat strålnings- eller ljusflöde och infallande flöde under givna förhållanden. Termen reflexionsfaktor som ibland används för reflektans bör undvikas.



För att uppnå så god synkomfort som möjligt bör du undvika

- för höga luminanser, som kan ge upphov till bländning
- för stor luminanskontrast, som orsakar syntrötthet, eftersom ögonen ständigt måste adaptera
- för låg luminanskontrast, som gör omgivningen otydlig och ostimulerande

## BELYSNING AV ARBETSPLATSER MED BILDSKÄRMAR

Vid en arbetsplats för bildskärmsarbete förekommer många olika arbetsuppgifter, till exempel läsning på och arbete mot bildskärmen, tangentarbete, allmänt skrivarbete och läsning av manus. Därför måste du anpassa belysningen efter det och för arbetsområdet, synuppgiften och rumsförutsättningarna i överensstämmelse med de belysningsrekommendationer som finns i standarden. Den vertikala belysningsstyrkan mot bildskärmar med mörk bakgrund bör inte vara högre än 400 lux. Inom lokaler med bildskärmsarbete finns det enligt svensk standard även krav på luminansbegränsningar för ljusarmaturer som kan avteckna sig i bildskärmen (se även sidan 107).

## LUMINANSFÖRDELNING

Ljusheternas fördelning kring arbetsplatsen och inom rummet har stor betydelse för seendet och rumsupplevelsen. Luminansfördelningen inom det normala synfältet kontrollerar helt ögonens adaptation, det vill säga deras förmåga att anpassa sig till olika ljusheter. En väl balanserad adaptationsluminans är nödvändig för att öka

- den visuella tydligheten
- kontrastkänsligheten, det vill säga förmågan att upptäcka små luminansskillnader
- effektiviteten i ögats okulära funktioner, exempelvis ackommodation, konvergens, pupillförändringar, ögats rörelser

Alla ytors luminans bestäms av ytans form, struktur och reflektansegenskaper, riktningen på det infallande ljuset, synriktningen och belysningsstyrkan på ytan. För att belysningen inte ska upplevas som störande, behöver du ibland begränsa luminansövergångar och -skillnader. I lokaler med bildskärmar ska armaturernas luminanser begränsas i synriktningen för att förebygga störande reflexer i bildskärmarna. (Se tabell sidan 107)

Följande luminansförhållanden rekommenderas vid en arbetsplats:

- arbetsområdet – omedelbara omgivningen 3:1
- arbetsområdet – yttre omgivningen 5:1
- arbetsområdet – perifera omgivningen 10:1

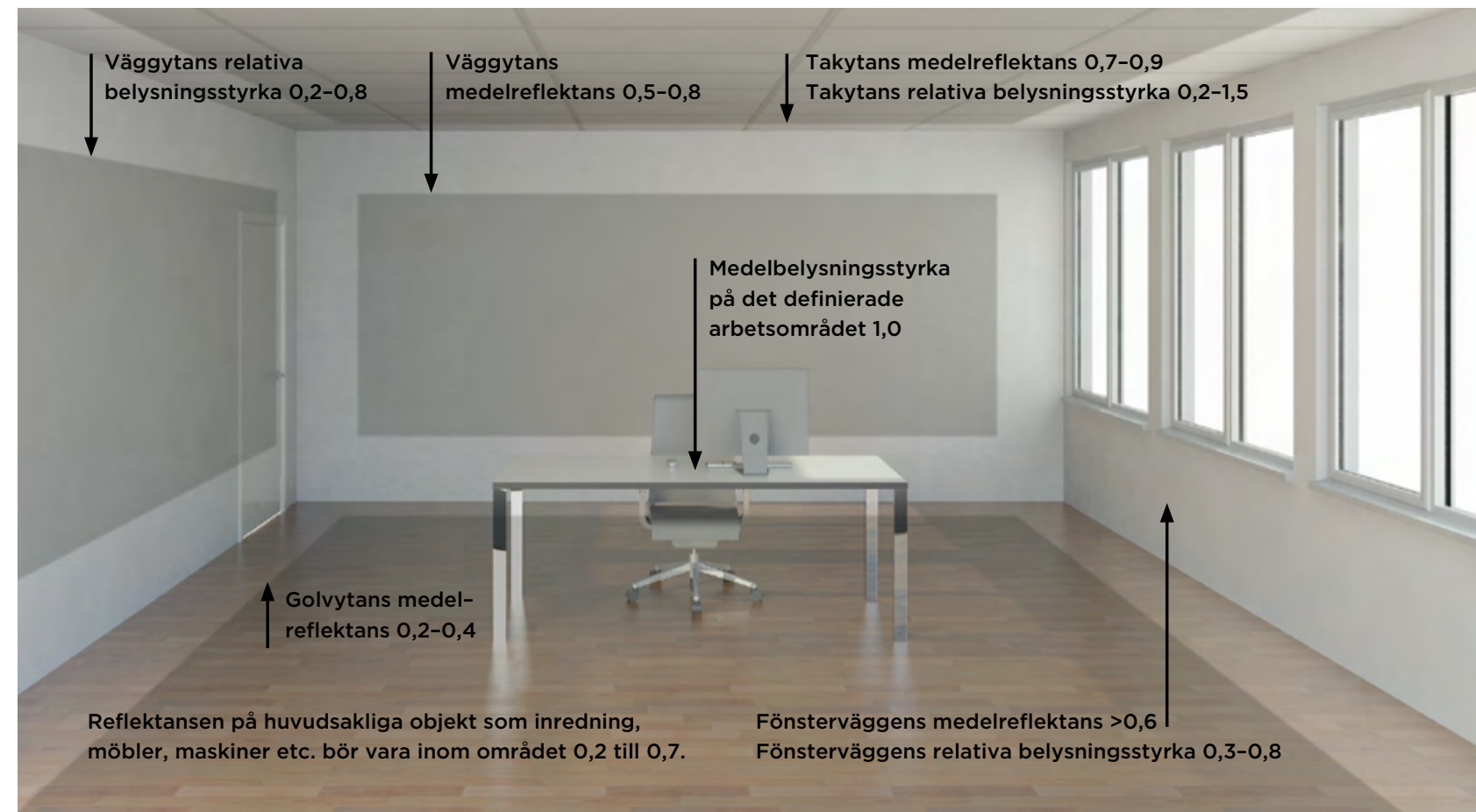
För att förutsättningar för en god visuell komfort i en arbetslokal ska uppfyllas, bör medelluminansen på rummets väggytor inte vara lägre än  $30 \text{ cd}/\text{m}^2$ . I praktiken innebär det att medelbelysningsstyrkan på rummets väggytor inte bör vara lägre än 150 lux om väggarna är ljusa. Vid

kontinuerligt arbete inom exempelvis skolor och kontor bör vid 500 lux, i horisontell belysningsstyrka, väggytans medelluminans vara cirka  $50 \text{ cd}/\text{m}^2$  vilket innebär att en medelbelysningsstyrka på 250 lux är lämplig. Alla ytors luminans är av betydelse. De flesta databaserade beräkningsprogram för belysning kan redovisa rumsytornas luminansfördelning. Eftersom belysningsstyrkor används som riktvärde i belysningsplaneringen, är det praxis att översätta luminansförhållanden till relativ belysningsstyrka. Tabellen här nedanför visar ett rekommenderat belysningsförhållande mellan den horisontella medelbelysningsstyrkan på arbetsbordet och medelbelysningsstyrkan på övriga rumsytor inom det normala fältet i en arbetslokal.

Rumsyta	Rekommenderat reflektansområde	Relativ belysningsstyrka
Tak	0,7-0,9	0,2-1,5
Väggar	0,5-0,8	0,2-0,8
Fönstervägg	>0,6	0,3-0,8 <sup>1)</sup>
Arbetsytor	0,2-0,7	1,0-
Golv	0,2-0,4	

1) Värdena gäller vid dagsljus – utan dagsljus bör den relativa belysningsstyrkan ej överstiga 0,2 under förutsättning att fönstertyrna saknar ljusa gardiner.

Rekommenderade medelreflektanser och relativa belysningsstyrkor inom en arbetslokal för att skapa lämpliga luminansförhållanden.







Luminansjämnhet ( $L_{\min}/L_{\text{med}}$ ) definieras som kvoten mellan lägsta luminans och medelluminansen. Kvoten mellan lägsta och högsta luminans kan också användas, men ska då tydligt anges för att undvika förväxling.



Luminanser anges stegvis enligt följande skala: 5-10-20-30-50-75- 150-200-300-500-750-1 000- 1 500- 2 000-3 000-5 000 cd/m<sup>2</sup>

## Begränsning av luminanser

### INDIREKT BELYSNING

I taket bör den maximala luminansen inte vara högre än 1 500 cd/m<sup>2</sup>. Medelluminansen, som beräknas som ett medelvärde över hela takytan, bör inte vara högre än 500 cd/m<sup>2</sup>. För att belysningen inte ska upplevas som störande och ojämn bör luminansövergången inte vara skarp. Luminansjämnheten ( $L_{\min}/L_{\text{med}}$ ) bör inte vara större än 1:10.

### FÖRTYDLIGANDE TILL "INDIREKT BELYSNING"

Kraven för luminansbegränsning i tak vid indirekt belysning gäller ej för armaturer i tak med direkt ljusfördelning – dvs. armaturer med större andel nedåtriktat ljus än 90 % (definition enligt SS-EN 13032).

### FONDLJUS PÅ VÄGGAR

Maximal luminans bör inte vara högre än 1 000 cd/m<sup>2</sup>. Väggytans medelluminans bör normalt inte vara högre än 500 cd/m<sup>2</sup>.

### BEGRÄNSNING AV ARMATURLUMINANSER VID BILDSKÄRMSARBETE

I lokaler där det förekommer bildskärmsarbete ska belysningen vara anpassad för alla arbetsuppgifter som kan förekomma vid arbetsplatsen. För de armaturer som kan reflekteras i bildskärmarna ska medelluminansen begränsas för att förebygga sådana störande reflexer. Tabellen här nedanför anger de tillåtna gränserna för en armaturs medelluminans vid elevationsvinklar 65°, 70°, 75°, 80° och 85° och räknat från lodlinjen, radiellt runt armaturer för arbetsplatser där bildskärmar som är vertikala eller har en lutningsvinkel upp till 15° används, se även sidan 134, Beräkning av armaturluminansen.

### LJUSARMATURERS MEDELLUMINANS, SOM KAN REFLEKTERAS I PLATTA BILDSKÄRMAR

Bildskärmens luminansstatus	Högluminanta bildskärmar $L > 200 \text{ cd/m}^2$	Medelluminanta bildskärmar $L \leq 200 \text{ cd/m}^2$
Typ A (positiv polaritet och normala krav avseende färg och detaljer i den visade informationen, som förekommer på kontor, vid utbildning etc.)	$\leq 3\,000 \text{ cd/m}^2$	$\leq 1\,500 \text{ cd/m}^2$
Typ B (negativ polaritet och/eller högre krav avseende färg och detaljer i den visade informationen, som förekommer vid CAD-arbete etc.)	$\leq 1\,500 \text{ cd/m}^2$	$\leq 1\,000 \text{ cd/m}^2$

Anm. Bildskärmens luminansstatus (se EN ISO 9241-302) beskriver den maximala luminansen på bildskärmens vita bakgrund. Detta värde kan erhållas från bildskärmstillverkaren.

Om en högluminant bildskärm avses att användas vid luminanser under 200 cd/m<sup>2</sup> ska kraven för en medel luminans skärm tas i beaktande.

Vissa uppgifter, aktiviteter eller bildskärmsteknologier, särskilt högblanka skärmar, kräver en annan ljusbehandling (exempelvis lägre luminansgränser, speciell avskärmning, individuell dimning etc.)

På områden där industriaktiviteter och hantverk utförs är bildskärmar ofta skyddade med ett extra glas. Oönskade reflexer på dessa skyddsglas måste minskas med lämpliga metoder (såsom t ex antireflexbehandling, lutning av skyddsglas eller fönsterluckor).

## BELYSNING AV SYNOBJEKTET

Huvudprincipen vid belysning av arbetsytor och arbetsstycken är att ljuset faller in på ett sådant sätt att största möjliga kontrast uppkommer på arbetsobjektet. I normala fall uppstår störst kontrast om ljuset faller in snett bakifrån. Ett arbetsobjekt kan ha ett horisontellt eller vertikalt läge eller en position med viss lutning. Det kan även vara av olika struktur – matt, blankt eller ha olika kombinationer av ytegenskaper. Normalt utgår man ofta från att arbetsobjekten är av matt struktur, men i realiteten förekommer ofta olika typer av reflektionsegenskaper inom alla typer av arbetsplatser.

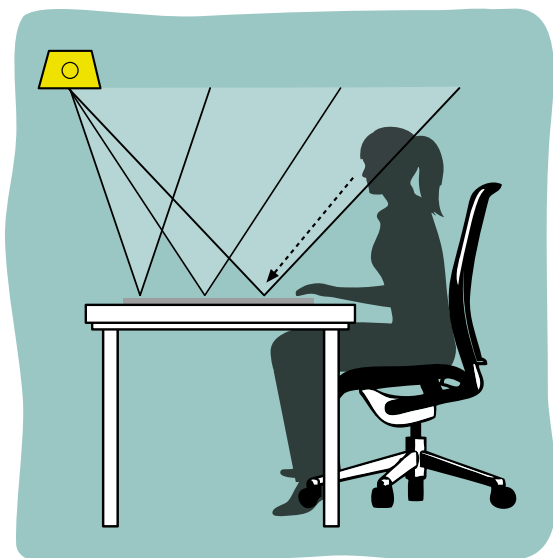
En grundläggande förutsättning för god synkomfort vid arbetsplatsen är att arbetsobjektets läge och form i förhållande till ljusriktningen inte orsakar obehagsbländning eller synnedsättande bländning från armaturer eller genom reflexer.



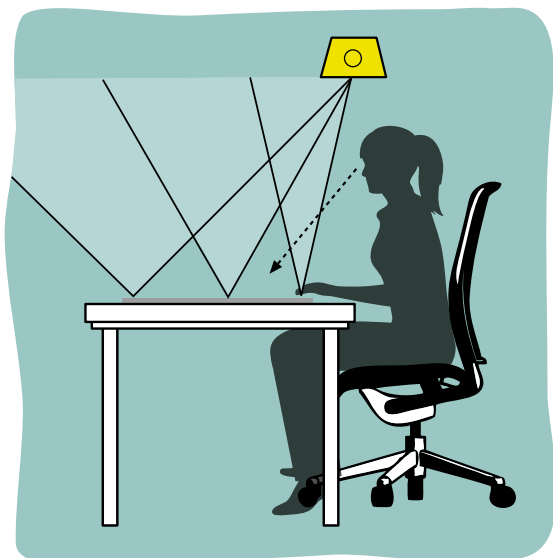
Läs om bländning och reflexbländning på sidorna 107-111.

### Spegeltest

Genom att lägga en spegel på arbetsområdet eller föra en spegel över det, kan du kontrollera om du ser någon starkt lysande yta i spegeln. I så fall finns det risk för besvärande reflexer.



Det finns risk för synnedsättande bländning eller obehagsbländning om ljuset är felriktat i förhållande till synriktningen.



När ljuset riktas i rätt riktning, uppstår inga reflexer i arbetsytan.

## BLÄNDNING

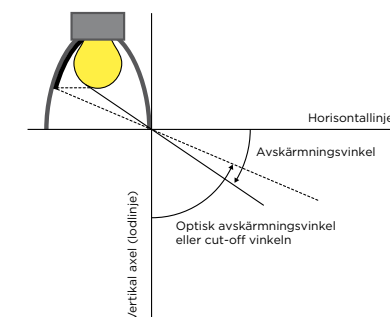
Bländning uppstår när någon armatur eller yta i lokalen är märkbart ljusare än rummets omgivning. Ögat utsätts då för ett starkare ljus än det är adapterat för. Äldre människor är känsligare för bländning på grund av att linsen grumlas med åldern och adaptationsförmågan minskar. För att begränsa bländningen kan ögats pupillöppning hos äldre personer endast justeras från 6-4 mm medan yngre kan justera pupillöppning från 8-2 mm. Även ljusets spektrala fördelning och färgtemperatur kan påverka graden av bländning. Bländning indelas i två olika typer som kan förekomma samtidigt eller separat – synnedsättande bländning och obehagsbländning. Vi kan således uppleva en synnedsättande bländning utan att uppleva något obehag men vi kan också uppleva obehag från en ljuskälla/armatur utan att den skapar en synnedsättning.

Det kan även förekomma bländning från direkta och indirekta högluminanta ljusheter som orsakar så kallad reflexbländning inom synfältet. Denna form av bländning som orsakas av reflexer i synobjektet eller dess omgivning har inte att göra med felaktig ljusadaptation utan orsakas av slöjluminanser i ögat som kan vara helt synnedsättande.

### SYNNEDSÄTTANDE BLÄNDNING

Direkt eller reflekterat ljus från solen, från ett fönster eller från dåligt avskärmade ljuskällor kan vara orsak till synnedsättande bländning.

Synnedsättande bländning kan uppstå om ett objekt i närheten av synriktningen har en väsentligt högre luminans än vanligt inom synfältet. Om ögat utsätts för ett starkt störande ljus kan adaptationen påverkas negativt och försämra synbarheten. Starkt infallande reflekterat ljus kan även orsaka kontrastreduktion och göra detaljer osynliga, så att synarbetet försvåras (så kallad reflexbländning).



**Avskärningsvinkel**  
- definieras enligt SS-EN 12464-1 som vinkeln mellan horisontallinjen och den första siktlinjen vid vilken lysande delar av ljuskällor i ljusarmaturen är direkt synliga.

**OBS!** Får ej förväxlas med optisk avskärningsvinkel (cut-off-vinkeln för en ljusarmatur) som, enligt SS-EN 12665, definieras som vinkeln, mätt uppåt från lodlinjen till där ljuskällorna och ytor med hög luminans inte är synliga.

### AVSKÄRMNING MOT BLÄNDNING

Ljuskällans luminans (kcd/m <sup>2</sup> )	Minsta avskärningsvinkel
20 till < 50	15°
50 till < 500	20°
≥ 500	30°

Tabellens värden innefattar inte armaturer med uteslutande indirekt ljus eller armaturer som är monterade under normal ögonhöjd.



Ett exempel på obehagsbländning är när högre luminanta lysande ytor finns i betraktarens normala synriktning.



Personen som sitter mitt emot barnen kan här utsättas för synnedläggande bländning från solljuset som faller in genom fönstret.

Du kan förebygga bländning genom att avskärma ljuskällor eller avskärma starkt solljus med gardiner. Tabellen på föregående sida anger de minsta tillåtna avskärningsvinklarna för de specificerade ljuskällor. Om den bländande ljuskällan är direkt i siktlinjen, kan efterbilder uppstå när man tittar bort från ljuskällan.

### OBEHAGSBLÄNDNING FRÅN ELLJUS

Obehagsbländning uppstår – antingen direkt eller först efter en längre tid – om ljuskällor och ljusarmaturer har högre luminans än vad ögat är adapterat för. Ju närmare ögat den lysande ytan befinner sig i blickriktningen, desto större är risken för störande bländning.

En hög luminans omedelbart ovanifrån kan också orsaka obehag, även om den inte förekommer inom det normala synfältet. Orsaken till obehagsbländning eller reflexbländning kan här orsakas av störande reflektioner från glasögon, ögonbryn och ansiktsdrag.

Graden av obehagsbländning beror på luminansen och storleken på bländkällan, på bakgrundsluminansen mot vilken bländkällan betraktas och på bländkällans läge i förhållande till synriktningen. Därför bör du alltid sätta armaturens luminans i relation till bakgrundsluminansen. I öppna armaturer, speciellt sådana för kompakta och intensiva ljuskällor med stort ljusflöde, är det ofta ljuskällan själv eller en spegelbild av den som bländar. Du kan reducera obehagsbländning genom att använda matta reflektorer och armaturer med större lysande yta. Du kan också reducera obehagsbländning genom att öka ljusheten på rummets väggar och tak på följande sätt

- använd armaturer med uppljus
- belys väggen separat eller öka ljusheten med en högre väggreflektans
- armaturerna monteras närmare väggarna
- använd ljuskällor med lämplig spektralfördelning och färgtemperatur

### BERÄKNING AV OBEHAGSBLÄNDNING

För att göra en värdering av obehagsbländningen direkt från ljusarmaturerna i en belysningsinstallation inomhus ska du använda CIE:s tabulerade UGR-metod som är baserad på formeln

$$UGR = 8 \log_{10} \left( \frac{0,25}{L_b} \sum \frac{L^2 \omega}{p^2} \right)$$

Armaturtillverkaren ska tillhandahålla underlag eller tabelldata, så att du på ett enkelt sätt kan fastställa belysningsystemets medelbländtal. Variationerna i UGR inom rummet kan du beräkna genom att använda formeln (eller den omfattande tabellen) för olika observatörspositioner. Alla antaganden gjorda vid beräkningen av UGR (Unified Glare Rating) ska anges i projektdokumentationen. UGR-värdet för belysningsinstallationen ska inte vara högre än värdet i tabellverket i kapitel 9. Den tabulerade UGR metoden, som i sin helhet finns beskriven i CIE:s publikation nr 117, förutsätter dock att belysningsystemet är baserat på allmänbelysning med symmetriskt placerade ljusarmaturer med symmetrisk ljusfördelning såväl längs som tvärs ljusarmaturen. Dessutom förutsätter tabellmetoden att endast en och samma armatur ingår i beräkningen av rummets bländtal. Om det beräknade maximala högsta UGR-värdet inom rummet är högre än UGR-gränsmedelvärdet som anges i tabellverket kan information om lämpliga placeringar av arbetsplatser inom rummet behövas för att förebygga bländningsrisk i dessa positioner.

### OBEHAGSBLÄNDNING FRÅN FÖNSTER

När du ser ut genom ett fönster i riktning mot solen eller när direkt solljus faller mot ljusa ytor i ditt synfält kan svår obehagsbländning uppstå. Därför krävs solavskärmning i de flesta byggnader. Solavskärmning åstadkoms bland annat genom byggnadens utformning eller placering, utvändigt avskärmning eller lågtransmitterande fönsterglas. Ibland är det nödvändigt att komplettera med invändiga persienner eller gardiner. Obehagsbländning kan också uppstå från en diffus himmel som betraktas genom ett fönster. Sådan bländning kan undvikas genom att välja ljusa fönsterväggar eller genom att öka fönsterväggens ljus med separat belysning.

$L_b$  = bakgrundsluminansen i cd x m<sup>2</sup>, beräknad som  $E_{ind}/\pi$ , är den vertikala indirekta belysningsstyrkan mot observatörens öga

$L$  = luminansen hos de lysande delarna av varje armatur i riktningen mot observatörens öga i cd x m<sup>2</sup>

$\omega$  = rymdvinkeln (steradian) för de lysandedelarna hos varje armatur vid observatörens öga

$p$  = Guths positionsindex för varje individuell armaturs placering relaterad till avvikelser från betraktelsesriktningen



CIE, Commission Internationale de l'Eclairage, är en internationell organisation som verkar för samarbete och informationsutbyte mellan medlemsländerna kring ljusvetenskap och ljusdesign.



Bländtal anges i en skala från 13 till 28, där det högsta bländtalet anger den kraftigaste bländningen. Den lägsta märkbara skillnaden mellan bländtalen är 3.



Dåligt avskärmade armaturer kan orsaka reflexer i bildskärmar.

## REFLEXBLÄNDNING

Även om det inte förekommer någon direkt bländning från armaturer eller andra lysande ytor inom det normala synfältet kan du bli bländad av indirekt bländning eller av högluminanta ljusheter, det vill säga reflexer från synobjektet eller dess omgivning. Denna form av bländning har inte att göra med felaktig ljusadaptation utan orsakas av slöjluminanser i ögat som kan vara helt synnedsättande. Dessa negativa effekter av slöjluminanser som sprids genom ögats lins ökar med åldern på grund av förändringar i linsen.

Högluminanta ljuskällor eller reflexer från armaturer med blanka reflektorer bör därför undvikas inom synfältet. Dessutom bör lokaler inte inredas med blanka eller speglande material. Om blanka ytor måste användas är det bättre att ytorna är ljusa än att de är mörka.

Du kan förebygga reflexer i speglande material eller reflexbländning genom att välja

- rätt placering av armaturen
- lågluminanta armaturer med effektiv avskärmning
- matta ytbeläggningar
- storytiga armaturer
- ljusa tak och väggar



Reflexer upplevs som mer störande i en bildskärm med mörk bakgrund och ljus text (negativ) än i en med ljus bakgrund och mörk text (positiv).

Obehagsbländning kan komma från fönster utan gardiner eller annan avskärmning.



## KRAV PÅ GOD FÄRGÅTERGIVNING

För den visuella upplevelsen och för att kunna utföra en synuppgift samt bedöma färger på bästa sätt är det av stor vikt att färgerna i miljön på ytor, objekt och mänsklig hud återges på ett naturligt och korrekt sätt. Detta påverkar också säkerheten samt vårt välbefinnande. Krav på nivåer för färgåtergivning så kallat Ra-index finns angivet för varje typ av arbetsuppgift enligt SS-EN 12464-1:2011 i tabellen för belysningskrav.

## VARIATION AV LJUSETS INTENSITET OCH FÄRGTEMPERATUR ÖVER DAGEN

Genom forskning vet vi att ljuset påverkar oss inte enbart visuellt utan även biologiskt och emotionellt. Ljuset är viktigt för vår hälsa och välbefinnande och påverkar vår vakenhet. Det kan också anpassa och stimulera vår biologiska klocka samt vårt psykiska tillstånd. Variationer i ljusförhållanden över tid med avseende på intensitet, belysningsnivåer, fördelning, omfältsljus och färgtemperatur kan stimulera människors vakenhet och välmående på ett positivt sätt. De rekommenderade nivåerna för dessa variationer är under utvärdering.

## FÄRGKARAKTÄR

En ljuskällas färgkaraktär refererar till den skenbara ljusfärgen (kromaticitet) hos det utsända ljuset. Det kvantifieras av dess korrelerade färgtemperatur ( $T_{CP}$ ).

Dagsljusets färgkaraktär varierar över dagen. Färgkaraktär för artificiell belysning kan också beskrivas enligt tabell nedan.

Färgkaraktär	Korrelerad färgtemperatur $T_{CP}$
varm	under 3 300 K
neutral	3 300 till 5 300 K
kall	över 5 300 K

Valet av färgkaraktär är en fråga om psykologi, estetik och om vad som anses vara naturligt. Valet kan bero på belysningsnivå, färg på rum och möbler, omgivande klimat och applikation. I varma klimat föredras generellt en kallare färgkaraktär medan en varmare färgkaraktär föredras i kallt klimat. Anvisningar om lämplig färgtemperatur ges för vissa specifika utrymmen i tabellverket i kapitel 9.



Ljuskällor i arbetslokaler bör ha ett  $R_a$ -index på minst 80. I arbetslokaler med speciellt höga krav på korrekt färgåtergivning ska  $R_a$ -index vara minst 90. Säkerhetsfärger enligt ISO 3864 ska alltid gå att urskilja.



Du kan undvika flimmer och stroboskopeffekter genom att använda högfrekvensdrift för lysrör och elektroniska driftdon för urladdningslampor. Vid pulsbreddsmodellering (PWM) av LED bör låga nivåer undvikas vid ljusreglering.

## FÄRGÅTERGIVNING

För synprestationen och känslan av komfort och välbefinnande, ska färger i miljön, hos föremål och i mänsklig hud återges naturligt, korrekt så att människor ser attraktiva och friska ut.

För att erbjuda en objektiv indikation på färgåtergivningsegenskaperna hos en ljuskälla ska det generella färgåtergivningsindexet  $R_a$  användas. Högsta värde på  $R_a$  är 100.

Lägsta värden på färgåtergivningsindex för bestämda interiörtyper (ytor), arbetsuppgifter eller aktiviteter ges i tabellverket i kapitel 9.

Det går inte att bilda sig en fullständig uppfattning om en ljuskällas färgåtergivningsförmåga enbart med  $R_a$ -index. En tumregel är att ( $R_a > 90$ ) innebär minimal risk för färgförvrängningar och att ( $R_a < 80$ ) innebär uppenbar risk för färgförvrängningar.

## FLIMMER OCH STROBOSKOPEFFEKTER

Belysningsanläggningar ska planeras så att det inte finns risk för flimmer och stroboskopeffekter. Flimmer skapar obehag och kan orsaka till exempel huvudvärk. Det kan även leda till fara genom en förändrad uppfattning av roterande eller rörliga moment hos maskiner.



Ljuskällans förmåga att återge färger är avgörande för hur till exempel olika grönsaker upplevs.

## 7:3

## PLANERA

När du har specificerat mål och krav för belysningsanläggningen tillsammans med beställaren och analyserat förutsättningarna, kommer du till det moment där du ska planera för anläggningen. Du utreder ljusförhållandena i lokalen och vilka belysningsystem, ljuskällor, armaturer och styrsystem som passar bäst. Du gör ljusberäkningar, energiberäkningar samordnar med design och övriga installationer, gör en ekonomisk utvärdering av belysningsprojektet och sammanställer en underhållsplan.



Utnyttja dagsljusets fördelar genom att planera för utrustning och styrsystem som samverkar med belysningen i rummet.

## ÖVERGRIPANDE PLANERING

Gör en övergripande planering som avser ljusförhållanden, val av belysningsystem, ljuskällor, armaturer och styrsystem. Samordna med övriga installationer.

## LJUSFÖRHÅLLANDEN

Utred förutsättningarna för samverkan mellan elljus och dagsljus. Kontrollera möjligheterna till dagsljusavskärmning och möjligheterna att utnyttja styrsystem. Det du bör tänka på är vilka förutsättningar som gäller för att kunna utnyttja dagsljuset och om fönstren är utformade för att förebygga synnedställande solljus och strålningsvärme. Du bör också titta på om fönsterväggen har lämplig ljusreflektion och om elljuset kan styras beroende på mängden infallande dagsljus.

## BELYSNINGSPRINCIPER

Utred vilken belysningsprincip som bäst uppfyller mål och förutsättningar samt om det förekommer hinder mot att tillämpa ett lokaliserat belysningsystem.

## LJUSKÄLLOR OCH ARMATURER

Utred vilka ljuskällor och armaturer som bäst uppfyller mål och förutsättningar. Du bör kontrollera om ljuskällan uppfyller eventuella krav på ljusutbyte, färgåtergivningsegenskaper, ljusnedgång, livslängd och tid för upptändning och återstart. Ljuskällan och armaturen ska vara lämpliga för applikationen. Om armaturen ska placeras i en lokal med extrema förhållanden, till exempel en biltvätt eller ett kylrum, kan det finnas säkerhetskrav som du måste ta hänsyn till. Den ska uppfylla de ljus tekniska och visuella krav som ställts samt vara ljusmätt och provad enligt de föreskrifter som finns. Relevanta fotometriska ljusdata ska vara tillgängliga.

■ mycket bra

■ bra

□ mindre bra

1) Beroende på ljuskälletyp

2) Flimmerfritt ljus med elektroniska don

	Lysrör	Kompakt-lysrör	Halogen-lampor	Urladdnings-lampor	LED
Energieffektivitet	■	■	□	■ ■ <sup>1)</sup>	■
Färgtemperatur	■	■	■	■ ■ <sup>1)</sup>	■
Färgåtergivning	■	■	■	■ ■ □ <sup>1)</sup>	■ ■
Livslängd	■	■	□	□ ■	■
Flimmerfritt ljus	■	■	■	■ □ <sup>1)</sup>	■
Styrning	■	■	■	□	■
Underhåll	■	■	□	■ ■ <sup>1)</sup>	■

Belysningstekniskt kan dagsljuset vara en komplicerad faktor att hantera. Men om lokalen har dagsljus, kan du använda det som en del i belysningslösningen.



## STYRSYSTEM

Utred styrmöjligheterna av belysningen för ökad komfort och bättre energianvändning. I vissa lokaler kan närvaro- och frånvarosensorer utnyttjas för att spara energi. Du bör också kontrollera om det är lämpligt att använda reglerbar ljusstyrning. Det kan finnas behov av individuell ljusreglering, till exempel om samma arbetsplats används av personer med olika synbehov. Det ljusregleringssystem du väljer ska vara lätt att förstå och enkelt att använda.

## MANUELL STYRNING OCH TIDSSTYRNING

Den allra enklaste formen av styrning är att tända och släcka ljuset manuellt eller med hjälp av tidsstyrning. Nackdelen med sådana lösningar är att ljuset ofta är tätt och belyser tomma lokaler i onödan. Ett smidigt sätt att komma runt problemet är att utnyttja närvarodetektorer. Tänk på att närvarodetektorn för belysning bör vara känsligare än detektorn för larmet. Styrutrustningen ska vara försedd med någon typ av fördröjning så att ljuset hålls tätt utan avbrott. Det är en viktig komfort- och säkerhetsaspekt för användaren, samtidigt som det ger den bästa livslängden på ljuskällorna. I applikationer med många och korta tändningar kan det vara intressant att reglera ner ljuset i stället för att släcka det helt.

## DAGSLJUSKONTROLL

Belysningstekniskt kan dagsljuset vara en komplicerad faktor att hantera. Men om lokalen har dagsljus, kan du använda det som en del i belysningslösningen. Ett enkelt sätt är att ha armaturer med ljusreglering i den del av lokalen som har dagsljus från fönster. Med dagsljuskontroll balanseras dagsljus och elljus så att det alltid finns en arbetsplatsbelysning som uppfyller kraven. Om du väljer en sådan lösning måste du ta hänsyn till att dagsljus från fönster har en helt annan riktning än elljuset har och vidta åtgärder så att luminansfördelningen alltid är acceptabel.

## LJUSSÄTTNING FÖR OLIKA ARBETSUPPGIFTER

I dag utför de flesta människor flera olika arbetsuppgifter som var och en kräver sin egen belysningslösning. Om du tillämpar de begränsningar av den installerade effekten som förekommer i form av  $W/m^2$  blir resultatet en kompromiss som inte ger optimal belysning för någon av arbetsuppgifterna.

En lösning är att i stället bortse från den installerade effekten genom att välja de armaturer som krävs för god belysning av de olika arbetsuppgifterna och komplettera med ett styrsystem programmerat för idealiska ljussättningar. Då får du fullgod arbetsbelysning kombinerat med effektiv energianvändning mätt i  $kWh/m^2$ , år.

## DIGITAL BELYSNINGSTYRNING

Belysningsbranschen har verkat för en gemensam standard för digital belysningsstyrning (DALI). Med DALI-standard öppnas nya möjligheter att kombinera styrkomponenter och driftdon från olika fabrikat. Det går även att länka samman belysningsstyrningen med annan teknik.

## SAMORDNING

I ett byggprojekt förekommer installationer för bland annat el, data, tele, VVS och sprinklersystem. Du ska samordna installationen av belysningsanläggningen med övriga installationer. Det kan innebära både ekonomiska, praktiska och tidsmässiga fördelar.

Om byggnaden har ett styrsystem för fastighetsövervakning, kan det vara lämpligt att belysningsanläggningens driftdata ingår i detta styrsystem. Lokalens inredning och färgsättning har också betydelse för din planering. Därför ska du alltid samordna din planering med arkitekter, inredare och beställare eller andra aktörer som kan vara delaktiga i utformningen av rummet och arbetsplatsen



### DETALJERAD PLANERING

Gör en detaljerad planering som avser val av belysningsystem, ekonomi och underhåll, samordning och dokumentation.

### PLANRITNINGEN

Se till att installationsritningarna stämmer överens med planeringsmålen och de byggnadstekniska förutsättningarna samt att installationerna har samordnats med övriga installationer som undertak, inredning, ventilationsdon, sprinklers, VVS-kanaler och rör. Kontrollera även att belysningsanläggningen uppfyller ställda krav på belysningsstyrkor, belysningsstyrkans jämnhet, bländfrihet och lämplig luminansfördelning i rummet. I lokaler med bildskärmsarbete ska du kontrollera att armaturluminansen inte är högre än vissa gränsvärden för de armaturer som kan reflekteras i skärmen.


### INSTALLATION OCH MONTAGE

Kontrollera att montageanvisningarna är kompletta och att armaturernas och installationens utförande stämmer med gällande säkerhetsföreskrifter.

### BERÄKNINGAR

Beställaren ska godkänna en underhållsplan, så att du kan räkna fram en lämplig bibehållningsfaktor. De ljusberäkningar du gör ska utföras enligt lokalens, arbetsplatsens och inredningens förutsättningar. Du ska också genomföra en beräkning av obehagsbländning. När du gör beräkningarna ska du använda aktuella fotometriska data för ljuskällor och armaturer.

Har ljusberäkningarna utförts i överensstämmelse med gällande rums- och inredningsförutsättningar? Har belysningsstyrkan beräknats inom det aktuella området och dess omedelbara omgivning? Har belysningsstyrkans jämnhet beräknats inom dessa områden? Har den lägsta belysningsstyrkan beräknats inom den yttre omgivningen? Har belysningsstyrkor och jämnhet beräknats för rummets väggar och tak samt för den cylindriska belysningen? Har beräkning av obehagsbländning genomförts? Har medelluminansen beräknats och kontrollerats mot ställda krav för de armaturer som kan reflekteras i bildskärmar? Har luminansfördelningen inom det normala synfältet beräknats? Har aktuella fotometriska data för ljuskällor och armaturer använts i beräkningarna? Har ett av beställaren godkänt underhållsschema fastställts? Har bibehållningsfaktorn baserats på det planerade underhållet?



Genom forskning vet vi att ljuset påverkar oss inte enbart visuellt utan även biologiskt och emotionellt. Ljuset är viktigt för vår hälsa och välbefinnande och påverkar vår vakenhet.



#### Underhållsplan.

På [www.ljuskultur.se](http://www.ljuskultur.se) hittar du mallar och några exempel på hur en underhållsplan kan se ut och kan skrivas.



På [www.ljuskultur.se](http://www.ljuskultur.se) hittar du mallar för hur du kan beräkna en anläggnings bibehållningsfaktor. Här kan du också jämföra olika belysningsystem med varandra ur drift- och underhållsynpunkt.



Bibehållningsfaktor definieras enligt standarden som kvoten mellan belysningsstyrkan på ytan efter en viss användningstid för belysningsinstallationen och belysningsstyrkan under samma förhållanden då installationen normalt anses vara ny. Ljusförlusterna beaktar ansamling av smuts på armaturer och rumsytor samt ljuskällornas åldrande.

## ÖVRIGA BERÄKNINGAR/DOKUMENTATION

Belysningsanläggningen ska uppfylla beställarens krav, lagmässiga krav och krav på energieffektivitet. Kostnaderna för investering, drift och underhåll ska inte överskrida ramarna. Dokumentera LENI-tal för jämförelse tal av specifika utrymmen samt för ett överslag för hela byggnaden. Kan utföras enligt lathund i kapitlet Energiberäkning och riktlinjer.

## VAL AV BELYSNINGSPRINCIP

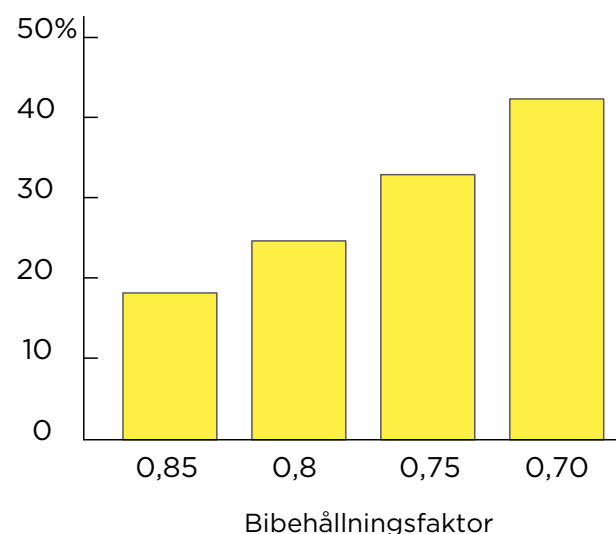
Utvärdera olika belysningsprinciper ljustekniskt, visuellt och ekonomiskt. Välj det som bäst uppfyller ställda mål och krav.

## EKONOMI OCH UNDERHÅLL

Gör en underhållsplan för det valda belysningsystemet. En underhållsplan ska innehålla en tidplan för hur ofta ljuskällorna ska bytas, när och hur armaturer och lokaler ska underhållas och rengöras.

Fastställ systemets optimala bibehållningsfaktor med hänsyn till underhållsförutsättningarna. Utför ekonomisk utvärdering genom att beräkna livscykelkostnaderna för investering, drift och underhåll.

Så här kan valet av bibehållningsfaktor öka energikostnaden



## BIBEHÅLLNINGSAKTOR

Du ska fastställa och redovisa den bibehållningsfaktor du använt för ljusberäkningarna. Den bibehållningsfaktor du väljer får en direkt inverkan på belysningsanläggningens energianvändning. För att kunna välja ett högt värde på bibehållningsfaktorn måste du vara noga när du väljer ljuskällor, armaturer och andra installationer.

Belysningsanläggningen ska utformas med en beräknad generell bibehållningsfaktor för den valda belysningsutrustningen, miljön och det specificerade underhållsprogrammet. I tabellverket anges belysningsstyrkorna för varje uppgift som en lägsta bibehållningsstyrka i drift. Bibehållningsfaktorn beror på bibehållningsegenskaperna hos ljuskällorna, driftdonen, ljusarmaturerna, miljön och underhållsprogrammet.

### De faktorer som direkt påverkar storleken på bibehållningsfaktorn:

- ljuskällans mortalitet ljuskällans ljusnedgång i tiden
- armaturens minskade funktion på grund av nedsmutsning
- rumsytornas minskade reflektansegenskaper på grund av nedsmutsning

Den beräknade bibehållningsfaktorn ligger till grund för de utbytes- och rengöringsintervaller som ska gälla för underhållsplanen.

## UTVÄRDERING

När du planerat belysningsanläggningen övergripande och i detalj, gjort planritningar och underhållsplan, är det dags att stämma av ditt arbete med beställaren och få det godkänt.

## 7:4

## DOKUMENTERA

När planeringen av belysningsanläggningen, planritningarna och underhållsplanen är godkända av beställaren, ska du sammanställa dokumentationen. Den ska vara så komplett att besiktningskontrollanten ska kunna använda den vid sin utvärdering. Även den slutgiltiga dokumentationen ska godkännas av beställaren.

**DOKUMENTATIONENS OMFATTNING**

Dokumentera planeringen och komplettera med eventuella nya önskemål från beställaren.

**Dokumentationen ska innefatta**

**Planritning för belysningsanläggningen med installations-, styr- och montageanvisningar samt förteckning över ljuskällor och armaturer.**

**Ljusberäkningar och eventuella visualiseringar som verifierar under vilka förutsättningar installationerna uppfyller ställda krav på exempelvis**

- belysningsstyrkan i drift inom det aktuella arbetsområdet och dess omedelbara omgivning och belysningsstyrkans jämnhet
- lägsta belysningsstyrka inom den yttre omgivningen
- UGR-bländtalen (beträffande UGR-beräkningar se [www.ljuskultur.se](http://www.ljuskultur.se))
- medelluminans för armaturer som på grund av sin placering kan reflekteras i bildskärmen
- energiberäkningar – LENI-tal beräknade som en indikator på belysningens energianvändning. Se kapitel 6 och 10 med metoder för att erhålla jämförelsetal för specifika utrymmen och för hel byggnad.
- belysningsstyrkan i drift och dess jämnhet på rummets väggar och tak samt den cylindriska belysningen.

**Redovisning av beräkningsförutsättningar som**

- bibehållningsfaktorer
- rummets antagna ytretektanser
- beräkningsområden, beräkningsplan och beräkningsnivå
- antal beräkningspunkter och avståndet mellan dessa

Vid verifiering av beräkningsförutsättningarna ska mätpunkterna överensstämma med de beräkningspunkter eller -nät som använts vid planeringen. Vid en eventuell kontroll ska samma mätpunkter användas.

**Underhållsplan, som omfattar förslag till utbytesperioder för ljuskällor och rengöringsterminer för ljusarmaturer och i förekommande fall rumsytor.**

**Ekonomisk analys över livscykelkostnaden (LCC), det vill säga den totala nuvärdeskostnaden för investering, energi, ljuskällor och underhåll över den uppskattade brukstiden.**

Du ska vid verifiering av belysningsstyrkan ta hänsyn till använda ljusmätarens kalibrering, till ljuskällornas och ljusarmaturernas överensstämmelse med publicerade fotometriska data och till de planeringsantaganden som gjorts beträffande ytretektanser och liknande, jämfört med de verkliga värdena.

Medelbelysningsstyrkan och belysningsstyrkans jämnhet ska vara beräknad och inte i drift understiga de värden som angivits i tabellverket.

Den slutliga dokumentationen ska vara så komplett att kontrollanten ska kunna använda den vid kontrollbesiktning av belysningsanläggningen.

7:5

# KONTROLLERA

Det finns flera olika skäl till att kontrollera en belysningsanläggning. En nyinstallerad anläggning ska besiktigas för att fastställa att den uppfyller de krav som gällde vid planeringstillfället. En befintlig anläggning bör undersökas för att kontrollera om den uppfyller kraven på god belysning. Det kan vara nödvändigt att förbättra anläggningen, trots att den uppfyller kraven på belysningsnivåer, för att den ger upphov till obehagsbländning eller synnedsättande bländning. Om det inte finns någon underhållsplan bör en utvärdering göras för att fastställa lämpliga perioder för lampbyten, rengöring och underhåll av anläggningen.

Beroende på syftet kan kontrollen vara mer eller mindre omfattande. En ny belysningsanläggning kräver en noggrannare undersökning. I enklare fall räcker det att göra en visuell kontroll och mäta belysningsstyrkan samt luminansförhållandena inom arbetsområdet och i omgivningen.

## Flödesschema för kontroll av en belysningsanläggning

### OMFATTNING

- Vad ska kontrollen omfatta? Elbelysningen, nödbelysningen, dagsljusförhållandena, installationen, funktionen, styrningen och övervakningen, underhållet/underhållsplanen, energieffektiviteten, elektriska och magnetiska fält?
- Vad ska kontrolleras? Krav eller överenskommelser som gällde vid planeringen (nyinstallation)? Driftförhållanden (befintlig installation)? Ska enbart en leverans- och funktionsbesiktning utföras?
- Omfattar kontrollen hela belysningsanläggningen, en del av anläggningen eller enbart en lokal funktion?
- Omfattar kontrollen belysningens energianvändning?

### FÖRUTSÄTTNINGAR

- Gäller kontrollen besiktning av nyanläggning utreds vilka krav som gällde vid planeringen.
- Avser kontrollen en utvärdering av befintliga driftförhållanden?
- Ska ljusmätningen/kontrollen utföras med eller utan dagsljus?
- Är de uppmätta värdena för belysningsanläggningen att betrakta som nyvärden eller driftvärden?

### ÅTGÄRDER FÖRE LJUSMÄTNINGEN

- Förbered mätprotokoll, markera mätpunkter och mätområden (se Ljusa-mallen).
- Intervjua vid behov personalen.
- Kontrollera armaturernas driftförutsättningar, funktion och placering.
- Kontrollera mätutrustningen med avseende på kalibrering etc.
- Har armaturer varit tända cirka 30 minuter innan ljusmätningen börjar.

### ÅTGÄRDER FÖRE LJUSMÄTNINGEN

- Redovisa medelbelysningsstyrkor och belysningsstyrkans jämnhet för arbetsområdet och den omedelbara omgivningen.
- Kontrollera den lägsta belysningsstyrkan inom den yttre omgivningen.
- Kontroll av armaturernas högsta medelluminanser i lokaler med bildskärmsarbete.
- Beräkna vid behov bländtalet för anläggningens obehagsbländning.
- Redovisa luminansförhållandena mellan arbetsytan, den omedelbara omgivningen, rummets väggar och tak, samt den cylindriska belysningsstyrkan.
- Mät takytans max- respektive medelluminans.
- Kontrollera om armaturens avskärmningsvinkel är anpassad till ljuskällans medelluminans.
- Kontrollera ljuskällornas färgåtergivningsindex och färgtemperatur.
- Gör en visuell utvärdering av belysningsanläggningen.
- Kontrollera om det finns störande flimmer och stroboskopeffekter.
- Gör en funktionskontroll och kontrollera styrningen av ljusanläggningen.
- Armaturplacering kontra inredning.

### DOKUMENTATION

- Redogör för utvärderingens omfattning, de fysiska förutsättningar som gällt vid mättillfället och för den mätutrustning du använt.
- Redovisa uppmätta, beräknade och kontrollerade värden samt funktioners överensstämmelse med gällande krav eller de överenskommelser som gällt vid planeringen.
- Redovisa resultatet av den visuella utvärderingen och eventuella synpunkter från personalen.
- Redovisa kontroll av energianvändningen genom LENI-tal.

## Att tänka på vid kontrollen

### ÅTGÄRDER FÖRE LJUSMÄTNINGEN

- Förbered mätprotokoll och markera samtliga mätpunkter
- Gasurladdningslampor av högtrycks- och lågtryckstyp (exempelvis natrium- och metallhalogenlampor, lysrör och kompaktlysrör) ska vara tända cirka 30 minuter innan du börjar ljusmätningen
- Kontrollera att samtliga armaturer är i funktion och att alla ljuskällor är tända och att de varit tända under tillräckligt lång tid
- Nollställ ljusmätaren
- Kalibrera ljusmätaren vid behov (normalt efter 2-3 år)

Obs! Ljusmätaren kan behöva nollställas om temperaturförhållandena ändras. Vissa ljusmätare kan behöva exponeras i ljus cirka 5 minuter före mätning.

### DOKUMENTATION VID MÄTTILLFÄLLET

- Datum/tidpunkt/plats/rum
- Är uppmätta värden att betrakta som nyvärde eller driftvärde?
- Mätpunkter på plan/sektionsriktning
- Mätområdenas storlek (arbetsområde/omedelbar omgivning/yttre omgivning), väggar och tak samt cylindrisk belysning.
- Ev förekomst av bildskärmar och deras bildskärmsklassning
- Mättriaktning och mätplan
- Armaturtyper inklusive placering/montage
- Typ av ljuskällor och brinnläge
- Nätspänning för utgående grupper
- Slocknade ljuskällor/defekta armaturer
- Nedsmutsning av armaturer och rumsytor
- Omgivningstemperatur kring armaturen
- Kontrollera eventuellt dagsljusstillskott
- Mätvinkel/mätyta vid luminansmätning
- Typ av ljusmätare
- Senaste kalibrering

På Ljuskulturs hemsida [www.ljuskultur.se](http://www.ljuskultur.se) hittar du Ljusa-mallen, ett hjälpmedel för att redovisa armaturer allmänt och ljustekniskt.

## OMFATTNING

Flödesschemat och checklistan på föregående uppslag visar hur en kontroll kan utföras i praktiken och vad du bör tänka på.

Innan du börjar kontrollen ska du fastställa omfattningen. Det kan vara en, flera eller alla installationer i en ny eller befintlig belysningsanläggning som ska kontrolleras, exempelvis elbelysningen, nödbelysningen, dagsljusförhållandena, installationen, funktionen, styrsystemen, underhållet eller energieffektiviteten. Det kan röra sig om att kontrollera krav eller överenskommelser som gällde vid planeringen av en nyinstallation eller driftförhållandena för en befintlig installation.

## FÖRUTSÄTTNINGAR

Oavsett vilken omfattning kontrollen har, så måste du först ta reda på vilka förutsättningar och krav som gällde vid planeringen av belysningsanläggningen. Oftast är det svenska standarder, föreskrifter och direktiv som ligger till grund för planeringen. Dessutom kan belysningsplaneraren och beställaren ha gjort vissa överenskommelser.

Om bländtal finns angivna, kan de endast kontrolleras genom beräkning enligt de förutsättningar som gällde vid projekteringen av anläggningen. Belysningsstyrkornas nivå och jämnhet ska beräknas enligt de förutsättningar som angivits i projekteringsunderlaget eller enligt de anvisningar som finns i Ljusa-mallen. Bländtal ska kontrolleras och beräknas från armatur- fabrikantens ljustekniska dokumentation.

Kontrollen av belysningsanläggningen ska vara både kvantitativ och kvalitativ, det vill säga innefatta både fysikaliska mätvärden och en visuell utvärdering. Du ska också ange om du har kontrollerat anläggningen med eller utan dagsljus samt om de uppmätta värdena är nyvärden eller driftvärden.

Det är viktigt att du dokumenterar de förhållanden som gällde för belysningsinstallationen

## ÅTGÄRDER FÖRE LJUSMÄTNINGEN

Förbered mätprotokoll, markera mätpunkter och mätområden enligt de anvisningar som finns i Ljusa-mallen. För att underlätta ditt arbete och redan från början vara klar över vilka problem som kan finnas i anläggningen, kan du börja med att intervjua dem som arbetar i lokalen.

Ta reda på vad som gäller för armaturernas driftsförutsättningar, deras funktion och placering. Kontrollera mätutrustningen, att alla armaturer och ljuskällor är tända samt att de varit tända under tillräckligt lång tid innan du börjar mäta.

## UTFÖRANDE AV/KONTROLL VID LJUSMÄTNINGEN

I kontrollen ingår bland annat ljusmätning, beräkningar, funktionskontroller och en visuell utvärdering. Här nedanför kan du läsa om hur du kan gå tillväga.

## MÄTNING AV BELYSNINGSSTYRKAN

Du mäter belysningsstyrkan med en luxmeter. Placera mätcellen, som kan vara inbyggd i eller ansluten via kabel till luxmetern, där belysningsstyrkan kan mätas och läs av mätvärdet. Skugga inte mätcellen, men om du mäter vid en arbetsplats i närheten av stående eller sittande personer bör cellen inte vara helt oavskärmd.

Den vertikala belysningen är viktig för många arbetsuppgifter, som till exempel i bibliotek, på butikshyllor, lager samt på skriv- och anslagstavlor. Där ska du även mäta den vertikala belysningsstyrkan.

Den angivna medelbelysningsstyrkan är alltid ett medelvärde av flera mätningar som är jämnt fördelade över ett bestämt mätområde. Även belysningsstyrkans variation inom mätområdet, det vill säga jämnheten, beräknas utifrån tätheten på mätvärdena.

Du mäter belysningen inom arbetsområdet och den omedelbara omgivningen på eller kring arbetsytan, i samma lutning som och vinkelrätt mot ytan.

Kraven i tabellverket avser den lägsta medelbelysningsstyrkan i drift inom arbetsområdet, men belysningsstyrkan ska, om arbetsområdet inte utgörs av hela lokalen, som regel alltid kontrolleras inom tre områden – arbetsområdet, den omedelbara omgivningen och den yttre omgivningen. Belysningsstyrkan inom de olika områdena ska vara relaterad till belysningsstyrkan inom arbetsområdet enligt de anvisningar som finns i avsnitten Specificera och Analysera.

Belysningsstyrkor på väggar och tak samt den cylindriska belysningsstyrkan ska också kontrolleras. Cylindriska värden mäts i ansiktshöjd normalt 1,2 m.ö.golv vid sittande arbete respektive 1,6 m.ö.golv för stående personer i exempelvis korridorer. Ett praktiskt sätt att kontrollera den



Läs om belysningsstyrkans jämnhet på sidan 101.



Du ska mäta, beräkna och dokumentera medelbelysningsstyrkan och dess jämnhet för respektive mätområde enligt de förutsättningar som finns i Ljusa-mallen. Där hittar du även hur många mätpunkter som behövs för att kunna beräkna medelbelysningsstyrkan inom mätområdet.



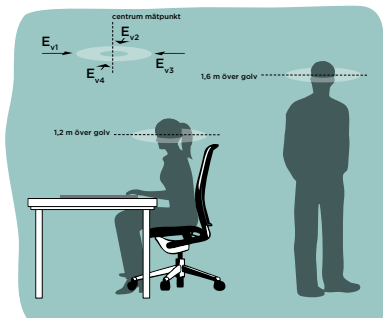
Allmänbelysningen ska mätas i ett horisontellt plan 0,85 meter över golvet, eller i vissa fall vid golvnivå.



Ljusa-mallen hittar du på [www.ljuskultur.se](http://www.ljuskultur.se)



Belysningsstyrkan inom arbetsområdet och den omedelbara samt yttre omgivningen mäts med en luxmeter.



$E_{v,z} = (E_{v1} + E_{v2} + E_{v3} + E_{v4}) / 4$   
Se större modell sidan 100

**i**  
 $L_{med}$  = armaturens medelluminans i en bestämd utstrålningsvinkel, ( $\gamma$ ) och riktning, c-plan  
 $I$  = armaturens ljusstyrka i en bestämd utstrålningsvinkel, ( $\gamma$ ) och riktning, c-plan  
 $A$  = armaturens lysande yta ( $m^2$ )

**i**  
Armaturens medelluminans ska beräknas och redovisas enligt standarden från uppmätt fotometrisk data i armaturens c-plan i intervaller på 15° med början i 0° och elevationsvinklar, ( $\gamma$ ) på 65°, 70°, 75°, 80° och 85°.

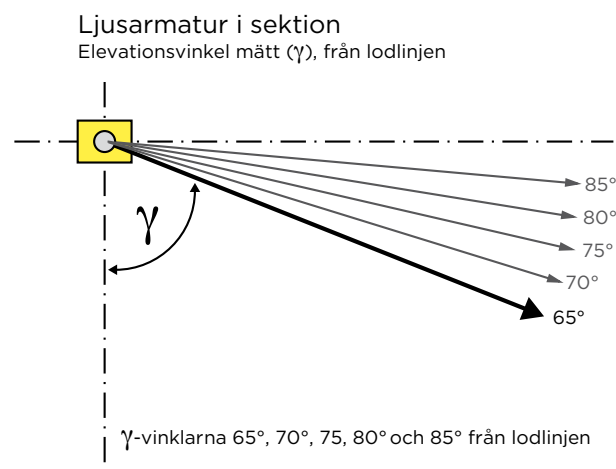
**i**  
Om luminansmätaren har en mätvinkel på 1° blir diametern på mätytan cirka 26 mm vid ett mätavstånd på 1,5 m. Om mätavståndet ökas till 3 m blir mätytan cirka 52 mm, vilket kan påverka mätresultatet.

cylindriska belysningsstyrkan är att mäta och beräkna medelvärdet av de vertikala belysningsstyrkorna i ansiktshöjd i fyra riktningar i 0, 90, 180, 270 grader. Den cylindriska belysningen ska kontrolleras i samma mät-punkter som den horisontella.

### BERÄKNING AV ARMATURLUMINANSEN

I lokaler där det förekommer bildskärmsarbete ska armaturernas medelluminans begränsas. Den maximala medelluminansen som gäller för en armatur i de bestämda utstrålningsvinklarna hittar du vanligtvis i leverantörens armaturdokumentation. Du kan själv beräkna medelluminansen för en specifik utstrålningsvinkel utifrån armaturens fotometriska data och armaturens projicerande lysande yta enligt formeln:

$$L_{med} = I_{\gamma} / A \times \cos \gamma$$



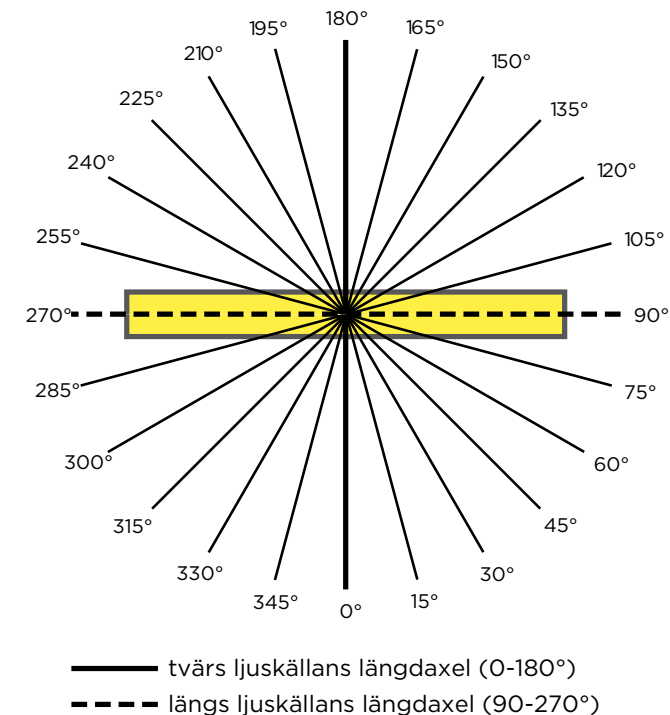
### MÄTNING AV YTLUMINANSEN

Ytluminansen mäts med en luminansmeter. Eftersom en luminansmeter mäter medelluminansen inom den uppmätta ytan, är det viktigt att denna yta definieras. Luminansmätaren används oftast för att kontrollera luminansfördelningen mellan olika lysande ytor inom synfältet.

### LUMINANSFÖRDELNING

Luminansskillnaderna inom synfältet får inte vara för stora, eftersom det påverkar synkomforten negativt. Du kan använda luminansmätaren för att få en uppfattning om luminansfördelningen ligger inom de ramar som rekommenderas i kapitlet Analysera under rubriken Luminansfördelning på sidan 104.

### Ljusarmatur i plan mätvinklar i c-planet radiellt runt armaturen



### MÄTNING AV KONTRASTER

De bästa måtten på en belysningsanläggnings kvalitet är luminansnivån, luminansförhållandena och luminanskontrasten.

Luminanskontrasten definieras som den relativa skillnaden mellan intilliggande ytor i synobjektet enligt formeln:  $K = 100 \times (L1-L2) / L1$ .

Med hjälp av formeln kan du beräkna kontrasten hos till exempel en text på ett papper genom att mäta textens respektive papperets luminans.

Ett sätt att bedöma kontrasten är att studera kontrastreduktionen, det vill säga beräkna hur mycket kontrasten minskar i jämförelse med största möjliga kontrast. Kontrastreduktionen definieras med formeln:  $R_k = 100 \times (1-K/K_{max})$ .

Du kan enkelt kontrollera förekomsten av kontrastreduktion genom att föra en spegel över arbetsområdet och studera om du ser någon starkt lysande yta, ljuskälla eller armatur i spegeln.

Med en luminansmeter kontrolleras både luminans och kontrast.



**i**  
Eftersom luminansmätaren oftast har 1° mätvinkel krävs flera mätpunkter för att beräkna medelluminansen inom de olika synfälten. Alternativt kan luminansmätare med större mätvinkel användas.

**i**  
 $K$  = kontrasten i procent  
 $L1$  = ljusare ytans luminans ( $cd/m^2$ )  
 $L2$  = mörkare ytans luminans ( $cd/m^2$ )

**i**  
 $R_k$  = kontrastreduktionen i procent  
 $K$  = uppmätt kontrast  
 $K_{max}$  = maximal kontrast

**i**  
Du kan kontrollera orsaken till reflexer genom att använda spegelmetoden, som beskrivs under Mätning av kontraster här intill.

### KONTROLL AV BLÄNDNING

Bländtal för obehagsbländning kan endast kontrolleras genom beräkning utifrån fotometriska data som armaturtillverkaren tillhandahåller samt de rums- och montageförutsättningar som gäller för belysningsanläggningen. De bländtal som finns angivna i tabellverket (i kapitel 9) avser medelbländtal för obehagsbländningen och ska beräknas enligt den tabulerade UGR-metoden (se kapitlet Analysera under rubriken Beräkna obehagsbländning på sidan 109).



Du kan kontrollera orsaken till reflexer genom att använda spegelmetoden, som beskrivs under Mätning av kontraster här ovanför.

### KONTROLL AV REFLEXER

Starka ljuskällor och olämpligt placerade armaturer kan ge reflexer som i sin tur orsakar kontrastreduktion eller synnedstättande bländning som försvårar synarbetet. Reflexer kan också resultera i felaktiga arbetsställningar.

### KONTROLL AV SKUGGBILDNING

Ljuset ska inte falla in mot arbetsplatsen så att kroppen, handen eller fasta föremål ger en störande slagskugga.

Du kan kontrollera skuggbildningen genom att placera en penna upprättstående på arbetsytan. En svag skugga bör då falla bort från betraktaren. Faller ingen skugga betyder det att pennan är diffust belyst, vilket i sin tur innebär att formuppfattningen och avståndsbedömningen försvåras.



Skuggan i det här pennprovet visar att arbetsbelysningen är rätt placerad, för läs- och skrivarbete, det vill säga ljuset kommer snett bakifrån.

### KONTROLL AV FÄRGTEMPERATUR OCH FÄRGÅTERGIVNING

Ljus från olika ljuskällor återger rummets och föremålens färger på olika sätt. Kontrollera att ljuskällornas färgtemperatur framhäver lokalens karaktär på det sätt som är tänkt. Se också till att kravet på ljuskällornas färgåtergivning är uppfyllt.

### VISUELL UTVÄRDERING

Ljusstrålningens inverkan på våra synupplevelser kan beskrivas med utgångspunkt från de sju begrepp som du kan läsa om i kapitlet Visuella förhållanden.

Vart och ett av de sju visuella begreppen kan hänföras till specifika fysikaliska faktorer, som alltid har med ljusförhållandena i omgivningen att göra men också med materialegenskaper som ljushet, färger och textur. De fysikaliska faktorer som inverkar på våra synupplevelser går inte alltid att mäta med instrument, men du kan göra en bedömning genom att värdera flera olika mätvärden mot varandra. Fysikaliska faktorer som är mätbara med instrument kan göra sambanden mellan det visuella och fysikaliska tydligare.

Du kan göra en utvärdering av lokalens och arbetsplatsens visuella och fysikaliska förhållanden med utgångspunkt från listan här bredvid.

LJUSNIVA	
<b>Visuella förhållanden</b>	<b>Fysikaliska förhållanden</b>
* Hur stort eller litet i rummet det är	* Ljusintensitet (lx)
<b>FÄRGÅTERGIVNING</b>	<b>Fysikaliska förhållanden</b>
<b>Visuella förhållanden</b>	<b>Fysikaliska förhållanden</b>
* Hur det ser ut i olika rum	* Färgtemperatur (K)
<b>SKUGGOR</b>	<b>Fysikaliska förhållanden</b>
<b>Visuella förhållanden</b>	<b>Fysikaliska förhållanden</b>
* Hur det ser ut i olika rum	* Ljusintensitet (lx)
<b>REFLEXER</b>	<b>Fysikaliska förhållanden</b>
<b>Visuella förhållanden</b>	<b>Fysikaliska förhållanden</b>
* Hur det ser ut i olika rum	* Ljusintensitet (lx)
<b>BLÄNDNING</b>	<b>Fysikaliska förhållanden</b>
<b>Visuella förhållanden</b>	<b>Fysikaliska förhållanden</b>
* Hur det ser ut i olika rum	* Ljusintensitet (lx)
<b>LJUSFÄRG</b>	<b>Fysikaliska förhållanden</b>
<b>Visuella förhållanden</b>	<b>Fysikaliska förhållanden</b>
* Hur det ser ut i olika rum	* Ljusintensitet (lx)
<b>FÄRGER</b>	<b>Fysikaliska förhållanden</b>
<b>Visuella förhållanden</b>	<b>Fysikaliska förhållanden</b>
* Hur det ser ut i olika rum	* Ljusintensitet (lx)

Se större tabell på nästa sida

### UTVÄRDERING ENERGIANVÄNDNING

Du bör följa upp och verifiera belysningens energianvändning. Kontrollera att rätt armaturer, ljuskällor och styrsystem är installerade samt styrsystemets funktion. Gör en dokumentation av LENI-tal för specifika utrymmen och byggnaden enligt anvisningar i kapitlen Energiberäkning och Riktlinjer. Energianvändningen kan även kontrolleras genom att den mäts kontinuerligt eller under en representativ period.

### DOKUMENTATION AV BELYSNINGSKONTROLLEN

Alla utvärderingar bör dokumenteras i ett protokoll som följer anvisningarna i det här kapitlet. Protokollet bör innehålla information om utvärderingens omfattning, de fysiska förutsättningar som gällt vid mättilfället och den mätutrustning du använt. Du ska redovisa uppmätta,



beräknade och kontrollerade värden samt funktioners överensstämmelse med gällande krav eller de överenskommelser som gällt vid planeringen. Du bör också redovisa resultatet av den visuella utvärderingen och eventuella synpunkter från brukaren.

LJUSNIVÅ	
<b>Visuella förhållanden</b> • hur ljusst eller mörkt i rummet det är	<b>Fysikaliska förhållanden</b> • rumsytornas reflektans • belysningsstyrka • luminansfördelning • ljusstrålningens färgtemperatur
LJUSFÖRDELNING	
<b>Visuella förhållanden</b> • var det är mörkare resp ljusare	<b>Fysikaliska förhållanden</b> • ljuskällornas placering och utformning • rumsytornas reflektans
SKUGGOR	
<b>Visuella förhållanden</b> • var de faller och deras karaktär	<b>Fysikaliska förhållanden</b> • ljuskällans lysande area (rymd vinkel) och avstånd i förhållande till skugggivande föremål • rummets ljusnivå • ljusstrålningens spektralfördelning
REFLEXER	
<b>Visuella förhållanden</b> • var de finns och deras karaktär	<b>Fysikaliska förhållanden</b> • ljuskällans lysande area • dess avstånd och riktning i förhållande till reflekterande yta • den reflekterande ytans glans och reflektans • ögats position
BLÄNDNING	
<b>Visuella förhållanden</b> • var den finns och hur märkbar den är	<b>Fysikaliska förhållanden</b> • den bländande ytans utbredning • dess läge i synfältet • omgivningens luminans • adaptationsluminans
LJUSFÄRG	
<b>Visuella förhållanden</b> • hur ljusets färgton uppfattas, varm/kall etc	<b>Fysikaliska förhållanden</b> • ljusets färgtemperatur • ljusnivå • ljusfördelning • bländning • färger på rumsytor och inredning
FÄRGER	
<b>Visuella förhållanden</b> • om de ser naturliga eller förvanskade ut	<b>Fysikaliska förhållanden</b> • färgens spektrala reflexions egenskaper • ljusets spektrala sammansättning • samverkan mellan olikfärgade ytor