

LJUSMALLEN INOMHUS

Rekommendationer för en enhetlig
redovisning av belysningsarmaturer
och belysningsberäkningar

Information från

BELYSNINGSBRANSCHEN

INLEDNING

För att man ska kunna jämföra olika armaturer och belysningsberäkningar på ett riktigt och rättvist sätt är det viktigt att relevanta armaturdata och belysningsberäkningar redovisas enhetligt. Detta gäller både mekaniska egenskaper och ljus tekniska data.

Sedan 1980 har därför Belysningsbranschen rekommendationer, fastlagda i Ljusamallen, för hur olika armaturegenskaper, ljus tekniska data och belysningsberäkningar ska redovisas. Definitionerna baseras på internationella produktstandarder och belysningsstandarder när sådana finns, i förhoppningen att alla armaturtillverkare ska redovisa sina armaturer enligt Ljusamallen.

Ljusamallen revideras regelbundet av Belysningsbranschens Tekniska Kommitté och speglar den senaste tekniska utvecklingen. Vid den senaste revideringen gjordes också en uppdelning av Ljusamallen i en *inomhusdel* och en *utomhusdel*. Detta därför att framför allt de belysningstekniska kraven skiljer sig markant.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

DEL 1.

KONVENTIONELLA ARMATURER

Allmän teknisk beskrivning

Ljusteknisk redovisning

DEL 2.

LED-ARMATURER

Allmän teknisk beskrivning

Ljusteknisk redovisning

DEL 3.

BELYSNINGSBERÄKNINGAR, REDOVISNING OCH KONTROLL

Energieffektivitet i belysningsanläggningar

Kompletterande ljusmätningar

Belysningskontroll – visuell utvärdering

Ekonomisk utvärdering

DEL 1.

KONVENTIONELLA ARMATURER

Allmänt

Del 1 innehåller minimikrav för redovisning av armaturer, för konventionella ljuskällor, mekaniskt och ljustekniskt, som krävs för korrekta jämförelser av armaturer. Rekommendationen baseras på relevanta produktstandarder.

Allmän teknisk beskrivning

Kapslingsklass:

IP XX, IK YY (om relevant)

Montage:

Tak/vägg. Pendel, lina eller konsol.
Rekommenderad montagehöjd.

Anslutning:

Införingsöppningar – antal och dimensioner.
Strypnipllar, tätningshylsor, anslutningsledning,
kabelförskruvning, dimensioner.

Kopplingsplintar:

Antal och kapacitet.
Typ – insticksplint eller skruvanslutning.

Elektriska data:

Märkspänning, frekvens, tändsystem och effektfaktor.

Ljuskälla:

ILCOS-beteckning. Antal, typ, effekt och sockel.

Utförande**Armaturstomme:**

Material och ytbehandling.

Glas/kupor:

Material och form.

Reflektor:

Material och ytbehandling.

Mått:

Måttskiss. Yttermått, fästhålsavstånd
och införingsöppningar.

Vikt:

Komplett armaturs vikt.

Ljusteknisk redovisning

Ljusteknisk redovisning anges enligt nedan där så
erfordras och i den utsträckning som erfordras.

All ljusmätning skall följa gällande CIE/CEN-standarder.
Presentation av fotometrisk data: ska ske enligt gällande
CIE/CEN standarder. Ljuskällans nominella värde vid
en omgivningstemperatur av 25°C skall gälla.

Om olika typer av ljuskällor kan användas i armaturen
ska det ur fotometriska data framgå vilken typ av ljus-
källa som använts vid ljusmätningen.

DEL 2.

LED-ARMATURER

Allmänt

Del 2 innehåller de rekommenderade minimikraven för redovisning av LED-armaturer, mekaniskt och ljus-tekniskt, som krävs för korrekta jämförelser av armaturer. Rekommendationerna är baserade på dokumentet "Guide to Reliable Planning with LED Lighting", utgivet av ZVEI. Dokumentet stöds av de internationella produktstandarderna IEC 62722-2-1 – LED luminaires for general lighting och IEC 62717 – LED modules for general lighting.

Allmän teknisk beskrivning

Kapslingsklass:

IP XX

Montage:

Tak/vägg – Ytmonterad eller infälld.
Pendel, lina eller konsol.

Anslutning:

Införingsöppningar – antal och dimensioner.
Stryppnipplar, tätningshylsor, anslutningsledning, kabel-förskruvning och överkopplingsledning: dimensioner.

Kopplingsplintar:

Antal och kapacitet.
Typ – insticksplint eller skruvanslutning.

Ljuskälla:

ILCOS-beteckning. Antal, typ, effekt och sockel.

Utförande

Armaturstomme:

Material och ytbehandling

Bländskydd:

Typ av bländskydd

Reflektor:

Material och ytbehandling

Mått:

Måttskiss. Yttermått, fästhållsavstånd, infällningsmått och införingsöppningar.

Elektriska och fotometriska data:

Rekommenderad armaturdokumentation är i grunden baserad på standarden IEC 62722 – LED luminaires for general lighting, som även innehåller relevanta mätmetoder.

Armatureffekt

(Rated input power)

- Anges i watt (W) och avser den totala systemeffekten inklusive driftdon. För armaturer med separata driftdon anges värdena för det driftdon som används vid ljusmätningen.
- För armaturer med teknik för konstant ljusflöde (CLO) anges den effektiva medeleffekten under livslängden.
- Det rekommenderas att även driftdonets effektfaktor (power factor) redovisas. Anledningen är att branschen rekommenderar LED-driftdon med hög effektfaktor, $\geq 0,9$, av energieffektivitetsskäl.

Armaturljusflöde

(Rated Luminaire Luminous Flux, ϕ_v)

- Det totala ljusflödet i lumen (lm) som armaturen avger vid omgivningstemperaturen 25°C, om inget annat anges.

Armaturljusutbyte

(LED Luminaire Efficacy, η_v)

- Definieras som kvoten mellan armaturljusflöde och armatureffekt och anges i lumen per watt (lm/W). Denna parameter ersätter armaturverkningsgraden för LED-armaturer då den är en bättre indikator på armatureffektiviteten.
- Armaturljusutbytet är inte tillräckligt för att jämföra olika armaturers effektivitet då även ljusfördelningen inverkar.

Armaturens ljusfördelning

(Luminous Intensity Distribution)

- Mäts och redovisas enligt gällande CEN-standard och anges i cd/1 000 lm.

Korrelerad färgtemperatur

(Correlated Colour Temperature)

- Anges som CCT i kelvin (K) avrundat till närmaste 100 K.
- Varmvitt ljus < 3 300 K, vitt ljus > 3 300 K – 5 300 K och dagsljus > 5 300 K.

Färgåtergivningsex

(Colour Rendering Index, CRI)

- anges som ett R_a -värde initialt. Den metod som föreskrivs i produktstandarderna är ett R_a -värde baserat på 8 testfärger.

Färgtolerans

(Chromaticity tolerance)

- är ett mått på spridningen i ljusfärg och anges som SDCM i storleken MacAdam-ellipsen.
- anges som ett SDCM-värde, dels initialt dels efter det antal brinntimmar som motsvarar 25 % av livslängden, dock max 6 000 timmar.

Nominell omgivningstemperatur

(Rated ambient temperature, t_a)

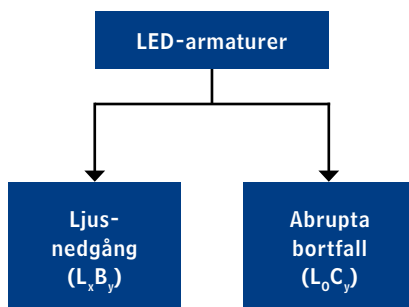
- Den högsta tillåtna omgivningstemperatur för armaturen. Om t_a är 25° C krävs ingen märkning på armaturen.
- För andra omgivningstemperaturer, t_q , kan armaturprestanda anges. Det är möjligt att ange flera t_q -temperaturer.

OBS! Det är viktigt att t_q är i överensstämmelse med omgivningstemperaturen i aktuella applikationer för att armaturspecifikationen ska gälla.

Nominell livslängd

(Useful life)

- definieras som antalet brinntimmar (h), vid t_a 25°C, efter vilka en given procent av initialljusflödet (x) återstår för en procentuell population (y) som underskrider detta värde. Betecknas L_x respektive B_y .
- Typiska värden som anges är L_{70} och B_{50} . Andra kombinationer L_x och B_y kan förekomma som komplement, exempelvis B_{10} kan förekomma som komplement.
- Rekommendationen är att man använder ordningen L_x/B_y /timmar då det skrivs.



FIGUR 1. Figuren visar de element som ingår i livslängdsredovisningen av LED-armaturer. Drift-donsbortfall ingår ej.

Ljusflödesbibehållning

(Lumen maintenance – L_x)

- armaturljusflödet initialt sätts till 100 %. Ljusflödet efter det antal brinntimmar som motsvarar 25 % av livslängden, dock max 6 000 timmar, beräknas och anges i procent av initialljusflödet.
- Ljusflödesbibehållningen kan även anges som en ljusflödesbibehållningskod (LMC) där > 90 % är kod 9, > 80 % är kod 8 och > 70 % är kod 7.

Abrupta bortfall

(Abrupt Failures, C_y)

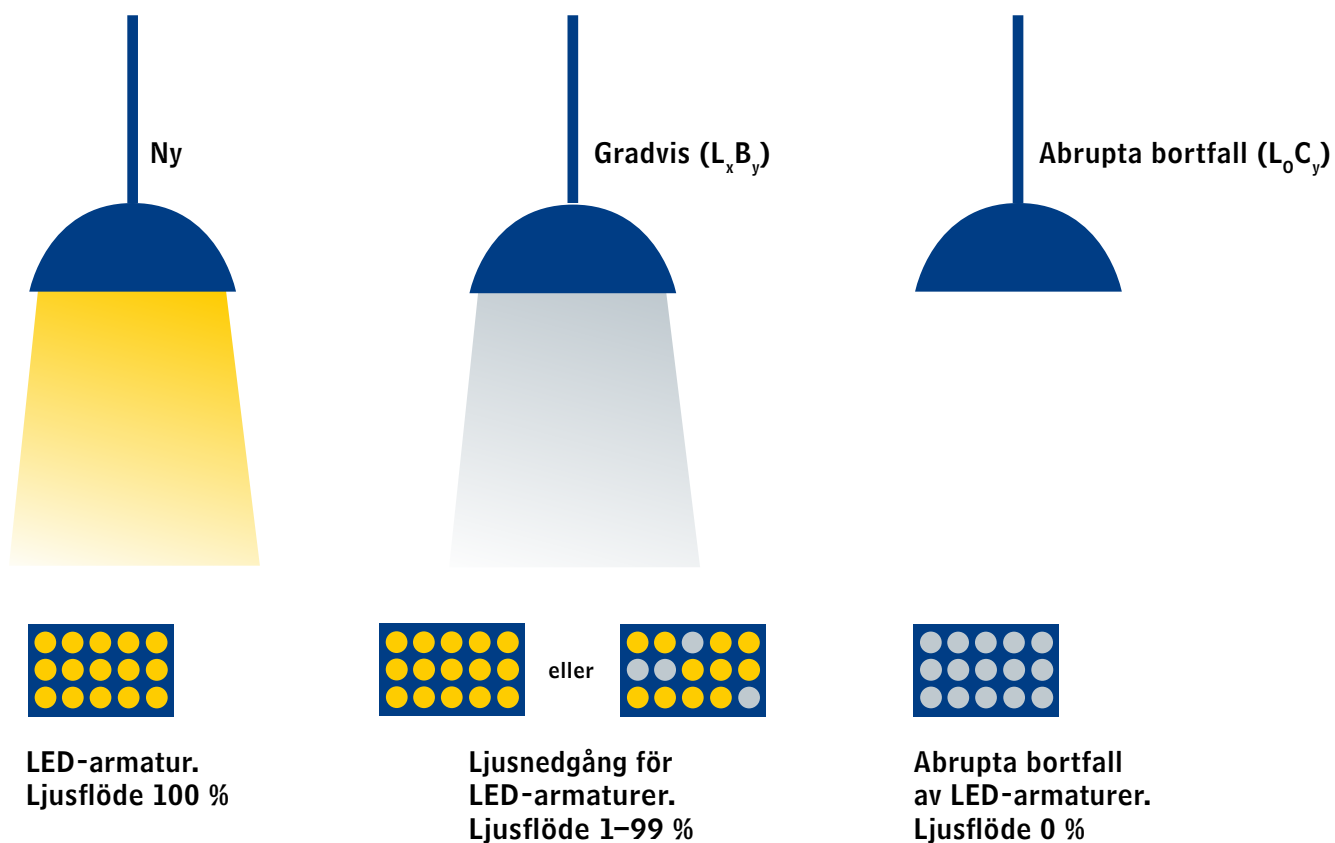
- definieras som antalet armaturer, i procent av en population, som slocknat helt vid slutet av den nominella livslängden. (Felade komponenter/driftdon ingår inte i detta värde.)

I praktiken är detta bortfall så gott som försumbart och kan bortses från vid belysningsberäkningar. Detta gäller i synnerhet då slocknade armaturer snarast byts ut.

Driftdonsbortfall

(Failure fraction)

- Driftdonsbortfall ingår ej i den standardiserade redovisningen av LED-armaturers livslängd. Det rekommenderas dock att förväntat bortfall under livslängden redovisas då det är en kvalitetsparameter.
- För driftdon anges bortfallet som procent per 1 000 drifttimmar (Informationen visar att enstaka driftdon kan gå sönder utan att det för den skull inte behöver betraktas som en produktreklamation.)



FIGUR 2.

Figuren visar de parametrar som ingår i redovisningen av LED-armaturers livslängd. Abrupta bortfall (C_y) kan betraktas som försumbara i praktiken vid belysningsberäkningar.

DEL 3.

BELYSNINGSBERÄKNINGAR OCH KONTROLL

Allmänt

Del 3 innehåller information om hur man kan göra enhetliga belysningsberäkningar för jämförelser av olika belysningslösningar. För de fall där alla förutsättningar inte är kända finns förslag på bl a generella bibehållningsfaktorer och livslängder. Innehållet i Del 3 ansluter till standarden SS-EN 12464-1:2011 – Belysning av arbetsplatser inomhus och skriften LJUS & RUM. I de fall där alla förutsättningar är kända rekommenderas att aktuella data används i belysningsberäkningarna.

Allmän information – ljusberäkning

LYSRÖR MED OCH UTAN AMALGAMTILLSATS

Eftersom det idag på marknaden förekommer lysrör och andra ljuskällor som avger olika ljusflöde beroende på omgivningstemperaturen är det av stor vikt att ljusberäkning utförs med den ljuskälla som armaturen uppmätts tillsammans med. Inte minst gäller detta för T5-lysrör med och utan amalgam som avviker vid 25°C.

Vid nyprojektering skall därför den som utför beräkningen kontrollera med armaturtillverkaren att armaturen är uppmätt med den ljuskälla som är tänkt att användas i beräkningen. För att kunna använda amalgamlysrörets nominella ljusflöde i beräkningen förutsätts att armaturen är uppmätt med samma typ av ljuskälla.

Om exempelvis det nominella ljusflödet för ett T5-amalgamlysrör används i beräkningen för en armatur kan avvikelsen från det beräknade värdet avvika nedåt med upp till 10–15 %. Detta gäller främst för armaturer där omgivningstemperaturen kring lysröret avviker kraftigt från 35°C där det normala T5-lysrör har sitt ljusmaximum.

Vid utbyte i befintliga armaturer kan å andra sidan ljusflödet stiga om omgivningstemperaturen avviker kraftigt från det normala T5-lysrörets ljusmaximum. Vid nödljusdrift måste man beakta att amalgamlysrör tar längre tid för att uppnå fullt ljusflöde.

HÖGTRYCKSLAMPOR MED OLIKA OPTISKT CENTRUM

För vissa typer av klara högtryckslampor kan brännarens utformning variera. Detta kan orsaka avvikelser i armaturens ljusfördelning beroende på vilken typ av ljuskälla som används vid ljusmätningen.

Vid nyprojektering skall därför den som utför beräkningen kontrollera med armaturtillverkaren att den tänkta ljuskällan används vid ljusmätningen.

Vid utbyte i befintliga armaturer är det därför väsentligt att den nya ljuskällans utformning överensstämmer med den befintliga.

Kompletterande ljusberäkningar och ljusmätningar

Ansvarig belysningsplanerare avgör omfattningen av kompletterande ljusmätningar och beräkningar. Kompletterande ljusmätning/redovisning kan ske i form av separata ljusmätningar i typ- eller provrum, alternativt genom databeräkning.

I samtliga redovisningar skall de faktorer som påverkat ljusmätningen redovisas. Exempel på data som skall redovisas:

Armaturdata:

Typ, bestyckning, ljuskällor, montage etc.

Rumsdata:

Dimensioner, inredning, reflektansfaktorer, etc.

Mätdata:

Mätplan, mätavstånd, mätyta, mätpunkter, nyvärde/driftvärde, etc.

Mätinstrument:

Mätvinkel, kalibreringsintervall etc.

KOMPLETTERANDE DATABERÄKNING

För att kunna jämföra olika anläggningar mot varandra ljus tekniskt kompletteras anbudet ofta med en databeräknad redovisning av belysningsanläggningen. För att kunna jämföra olika anläggningsförslag med varandra bör beräkningen vara utförd efter likartade förutsättningar. Behovet av en "Ljusamall" som underlag för beräkningen är därför stor. I normala fall rekommenderas att beräkningarna baseras på 50 000 h och 3 års rengöringsintervall, för att kunna jämföra belysningsystem.

Observera att mallen för kompletterande databeräkning endast utgör underlag för jämförelse mellan olika armaturlösningar. Mallen är således inte underlag för beräkning av exakta driftvärden.

Nedan ges förslag till gemensamma förutsättningar för beräkningen.

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 nedan angivna formel. 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.

Följande formel för maximalt avstånd mellan beräkningspunkter i rutnätet:

$$P = 0,2 \times 5^{\log d}$$

$$\text{Där } p < 10$$

d – är den längre sträckan för ytan, om förhållandet mellan den längre och kortare sträckan är större än 2 så blir istället **d** den kortare sträckan

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 väggar och tak och även här får ett band på 0,5 m undantas från respektive ytterkant.

Undantag görs för rum mindre än 5 m², samt för rum där en av sidorna är kortare än 2 m. I dessa fall används istället 0,1 m från lokalens väggar.

Nedan följer en lista med exempel på maximala avstånd mellan beräkningspunkter enligt ovanstående formel baserad på storleken och längden på arbetsområdet. Se även exemplen för ett antal vanligt förekommande lokaltyper.

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

För sport finns exakt antal beräkningspunkter och storlek på spelyta definierade i EN 12193 för olika typer av idrottsaktiviteter.

REFLEKTANSER TAK/VÄGG/GOLV

Om man inte känner till de exakta värdena, bör följande standardvärden användas i beräkningen:

Kontor 80/60/30

Sjukhus 80/60/30

Skolor 80/60/30

Modebutiker/fashion 80/30/30

Industri 50/30/20

Varuhus 50/30/20

Hotell 80/60/30

Teknikutrymmen 50/30/20

Restaurang 80/60/30

Kommunikationsytor 80/60/30

Sporthallar 50/30/20

Allmänna utrymmen 80/60/30

BIBEHÅLLNINGSAKTOR

Bibehållningsfaktorn (MF) är produkten av ljusnedgång (LLMF), lambortfall (LSF), armaturnedsmutsning (LMF) och rumsnedsmutsning (RSMF). D vs:

$$MF = LLMF \times LSF \times LMF \times RSMF$$

I Dialux, och andra beräkningsprogram, finner man guider för denna beräkningsprocess baserade på relevant CIE-standard samt SS-EN 12464.

LJUSNEDGÅNG (LLMF) OCH LAMPBORTFALL (LSF)

Ljuskällors ljusnedgångsfaktorer går inte att sammanfatta i en tabell då skillnader mellan olika fabrikat kan vara stor. Tillvägagångssättet är att gå in på ljuskällafabrikanternas hemsidor och ta fram uppgifter för aktuella ljuskällor. (Ekodesignförordningen kräver idag att fabrikanterna redovisar både ljusnedgång (LLMF) och lampbortfall (LSF) på ett detaljerat sätt.)

Om dessa uppgifter saknas kan tabell 4 användas. LSF kan sättas till 1, då man normalt byter en helt slocknad armatur direkt med dagens belysningsssystem.

LED-moduler med konstantljusfunktion (CLO) bibehåller 100 % ljusflöde men man måste ändå korrigera för viss nedsmutsning.

OBS! Vid energiberäkningar ska medeleffekten för LED-modulen användas.

Formeln för att beräkna denna är:

$$P_m = P_{n \text{ nyvärde}} + P_{n \text{ sluteffekt}} / 2$$

där P_m är medeleffekten och P_n systemeffekten vid nyvärde respektive vid slutet av angiven livslängd.

$P_{n \text{ nyvärde}}$ och $P_{n \text{ sluteffekt}}$ erhålls från armaturtillverkaren/leverantören.

För några ljuskälletyper kan man med rimlig noggrannhet generalisera ljusnedgången. Tabell 1 ger exempel.

Livslängden för LED-armaturer definieras vanligen som antalet drifttimmar då 70 % av initialljusflödet återstår, L_{70} , för hälften av populationen, B_{50} . Ska hela livslängden utnyttjas blir ljusnedgångsfaktorn 0,70, vilket innebär en onödig överdimensionering av en anläggning. Armaturtillverkare rekommenderas att redovisa bibehållningsfaktorer för olika drifttidskombinationer. Om dessa uppgifter saknas kan tabell 2 (se nästa sida) användas med rimlig noggrannhet.

ARMATURNEDSMUTSNING (LMF)

Del av bibehållningsfaktorn (MF) som motsvaras av nedsmutsningen av armatur (LMF) med hänsyn tagen till armaturtyp, omgivningen och rengöringsintervall framgår av tabell 3 (se nästa sida).

TABELL 1.

Exempel på ljuskällor	Ljusnedgångsfaktor (LLMF vid LSF 90 %)
Raka lysrör med spärrskikt för låg ljusnedgång och högtrycksnatriumlampor	0,90
Övriga lysrör, kompaktlysör och bästa metallhalogenlampor	0,85
Metallhalogenlampor övriga	0,75
LED *	Beroende på L-värde

*) Saknas korrekta L-värden kan faktor 0,85 användas. Detta bör endast ske i undantagsfall då L-värden ska redovisas av armaturtillverkaren.

TABELL 2.

Vid dimensionering av belysningsanläggningar är en hög bibehållningsfaktor viktig. Livslängdsdata med L70 efter 50 000 timmar medför en kraftig överdimensionering. För att ta fram mer relevanta relevanta data kan tabellen ovan användas användas med rimlig noggrannhet om armaturfabrikanten inte redovisar exakta data. För jämförelser används normalt 50000h, om inget annat anges.

LED-livslängd		Drifttid 1 000 timmar											
		1	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
L90	50 000 h	LLMF	1	0,98	0,96	0,94	0,92	0,90	0,88	0,86	0,84	0,82	0,80
		LSF	1	1	1	1	1	1	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
L90	100 000 h	LLMF	1	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90
		LSF	1	1	1	1	1	1	1	1	0,99	0,99	0,99
L80	50 000 h	LLMF	1	0,96	0,92	0,88	0,84	0,80	0,76	0,72	0,68	0,64	0,60
		LSF	1	1	1	1	1	1	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98
L80	100 000 h	LLMF	1	0,98	0,96	0,94	0,92	0,90	0,88	0,86	0,84	0,82	0,80
		LSF	1	1	1	1	1	1	1	0,99	0,99	0,99	0,99
L70	50 000 h	LLMF	0,99	0,94	0,88	0,82	0,76	0,70	0,64	0,58	0,52	0,46	0,40
		LSF	1	1	1	1	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98
L70	100 000 h	LLMF	1	0,97	0,94	0,91	0,88	0,85	0,82	0,79	0,76	0,73	0,70
		LSF	1	1	1	1	1	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99

TABELL 3. Del av bibehållningsfaktorn (LMF) som motsvarar nedsmutsning av armatur med hänsyn tagen till armaturtyp, omgivningen och rengöringsintervall.

Antal år mellan grupprensningarna	2 år			3 år			4 år			5 år		
	Omgivning			Omgivning			Omgivning			Omgivning		
	ren	normal	smutsig	ren	normal	smutsig	ren	normal	smutsig	ren	normal	smutsig
Öppen armatur – LMF	0,96	0,93	0,85	0,94	0,90	0,77	0,92	0,88	0,72	0,90	0,85	0,66
Sluten armatur – LMF	0,98	0,94	0,87	0,96	0,92	0,84	0,94	0,90	0,78	0,92	0,88	0,71
Uppljusarmatur – LMF	0,91	0,80	0,68	0,84	0,75	0,54	0,77	0,70	0,40	0,71	0,60	0,29

Tabell 3 är en anpassning av CIE 97:2005 2nd Edition till svenska förhållanden.

Öppen armatur avser både direkt och direkt/indirekt fördelning, medan uppljusarmatur är 100 % indirekt.

TABELL 4. Del av bibehållningsfaktorn (RSMF) som motsvarar nedsmutsning av rummets ytor med hänsyn tagen till armaturtyp, omgivning och rengöringsintervall. För jämförelse rekommenderas att man normalt baserar värdena på 3-års rengöringsintervall.

Antal år mellan grupprensningarna	2 år			3 år			4 år			5 år		
	Omgivning			Omgivning			Omgivning			Omgivning		
	ren	normal	smutsig	ren	normal	smutsig	ren	normal	smutsig	ren	normal	smutsig
Direkt	0,97	0,96	0,95	0,97	0,96	0,95	0,97	0,96	0,95	0,97	0,96	0,95
Direkt/indirekt 50/50	0,95	0,93	0,90	0,95	0,93	0,90	0,95	0,93	0,90	0,95	0,93	0,90
Indirekt	0,92	0,86	0,77	0,92	0,86	0,77	0,92	0,86	0,77	0,92	0,86	0,77

Reflektionsfaktorer 70/50/20 och 50/30/20 smutsig.

Ren omgivning kan normalt användas för kontor, skolor, sjukhus, hotell och rena allmänna utrymmen och kommunikationsytor.

Normal omgivning för industri, lager, butiker, sporthallar, restauranger, teknikutrymmen.

Smutsig omgivning för industrimiljöer som smältverk, svetsning, sågverk och liknande med mycket damm och partiklar i luften.

NEDSMUTSNING AV RUMSYTOR

Del av bibehållningsfaktorn som motsvaras av rumsytornas nedsmutsning (RSMF) framgår av tabell 4 .

I medelstora/stora rum minskar påverkan av RSMF och höjning av värdena kan övervägas. Samma sak gäller om reflektionsfaktorerna är högre.

VERIFIERINGSPROCEDUR

Vid ljusmätning kontrolleras att belysningsstyrkor enligt planeringsguiden LJUS & RUM, för arbetsområde, den omedelbara omgivningen och den yttre omgivningen uppfylls.

Arbetsområdet är det område där visuella arbetsuppgifter utförs. Området bestäms av ljusplaneraren i samråd med beställaren. Beroende på arbetsuppgift kan medelbelysningsstyrkan vara horisontell, vertikal eller lutande.

Den omedelbara omgivningen definieras av ljusplaneraren tillsammans med beställaren. Enligt standarden SS-EN 12464-1, 2011 definieras den som ett band med minst 0,5 m bredd som omger arbetsområdet inom synfältet.

Den yttre omgivningen definieras som området utanför den omedelbara omgivningen och fram till 0,5 m från lokalens väggar.

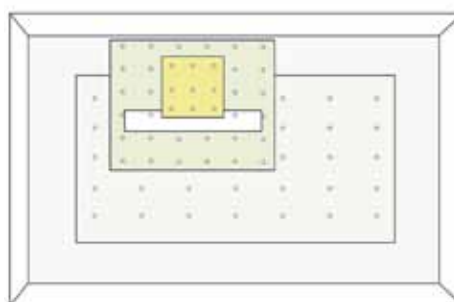
Undantag görs för rum mindre än 5 m², samt för rum där en av sidorna är kortare än 2 m. I dessa fall används istället 0,1 m från lokalens väggar.

Belysningsstyrkorna på arbetsområde, omedelbar omgivning och yttre omgivning ska stå i relation till varandra enligt rekommendationer i LJUS & RUM i kapitlet ”Planeringsguiden”.

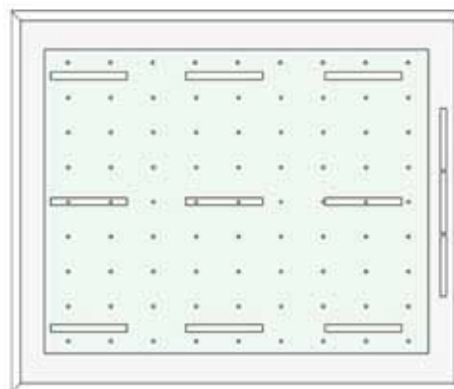
Exempel på mätplaner:



Större öppen yta



Cellkontor



Klassrum



Korridor

ENERGIEFFEKTIVITET

BELYSNINGSANLÄGGNINGAR

För energiberäkning se kapitel 6 ”Energiberäkning” och kapitel 10 ”Riktlinjer för installerad effekt och styrning i samarbete med Statens Energimyndighet” i LJUS & RUM.

EKONOMISK UTVÄRDERING

För ekonomisk utvärdering av belysningsystem rekommenderas att livscykelkostnadsanalys för belysning utnyttjas för beräkning av belysningsanläggningens livscykelkostnad.

Mallen är utformad som ett Excel-ark och utgör underlag för en livscykelanalys av en belysningsanläggningens kostnader. I mallen beräknas nuvärdet av belysningsanläggningens kostnader för investering och drift med avseende på hela brukstiden.

UNDERHÅLLSPLAN

En underhållsplan ska upprättas för alla anläggningar för att säkerställa ett regelbundet underhåll. Det rekommenderas att separata planer för varje del av anläggningen upprättas. Efter utförda åtgärder skickas kopia till ansvariga, t ex underhållsansvarig chef och skyddsombud.

BELYSNINGSKONTROLL

– VISUELL UTVÄRDERING

Se anvisningar under LJUS & RUM / Planeringsguiden – Visuell utvärdering.

Förslag till struktur för underhållsplan.
Underhåll för Byggnad 1.

Lokal	Antal	Aramturspec	Antal ljuskällor	Driftstart	Drifttid/år	Underhåll/planerat	Utfört	Utfört	
Kontor 102	2	L1 <i>fabrikat</i>	2 x 28 W	1/5 2011	2 000 h	Rengöring	Byte	Rengöring	Byte
	3	L2 <i>fabrikat</i>	1 x 36 W			Rengör intervall	Ny ljuskälla	Klart datum	Klart datum

Det är viktigt att inte ha för långa tider mellan rengöringsintervallerna. Speciellt om miljön är mycket smutsig