

LJUSAMALLEN UTOMHUS

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 och i förekommande fall även på krav från Trafikverket.

Allmän teknisk beskrivning

Kapslingsklass:

IP XX, IK YY (om relevant)

Montage:

Tak/vägg. Stolpe. 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.

Vindyta:

Armaturens projicerade vindyta och eventuell formfaktor.

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 ljuskälla 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. I förekommande fall har även krav från Trafikverket beaktats.

Allmän teknisk beskrivning

Kapslingsklass:

IP XX (gäller även separata driftdon i förekommande fall)
IK YY (om relevant)

Montage:

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

Anslutning:

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

Kopplingsplintar:

Antal och kapacitet. Typ – insticksplint eller skruvanslutning.

Ljuskälla:

Typ av LED.

Utförande

Armaturstomme:

Material och ytbehandling.

Glas/kupor:

Material och form.

Reflektor:

Material och ytbehandling.

Mått:

Måttskiss. Yttermått, fästhållsavstånd
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.

Vikt:

Komplett armaturs vikt.

Vindyta:

Armaturens projicerade vindyta och eventuell formfaktor.

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 armaturens/driftdonets effektfaktor (power factor) redovisas. Anledningen är att branschen rekommenderar LED-driftdon med hög effektfaktor, $\geq 0,9$ vid full effekt, av energieffektivitets-skäl (Trafikverket har krav på detta).

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.

OBS! 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 < 3300 K, vitt ljus > 3300 K–5300 K och dagsljus > 5300 K.

Färgåtergivningsex

(Colour Rendering Index, CRI)

- anges som ett R_a -värde initialt. Den metod som föreskrivs i produktstandarden 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-ellipser.
- 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)

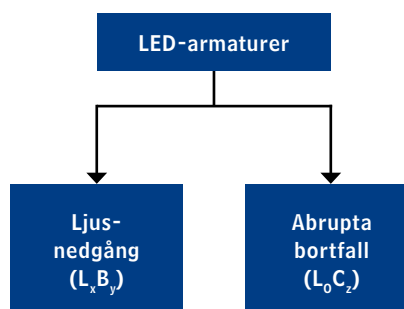
- Den högsta tillåtna omgivningstemperatur för armaturen. Om t_a är 25° C krävs ingen märkning på armaturen.
- För andra omgivningstemperaturer, t_q , kan armaturprestanda anges. Det är möjligt att ange flera t_q -temperaturer.

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 inte 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.
- 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_z)

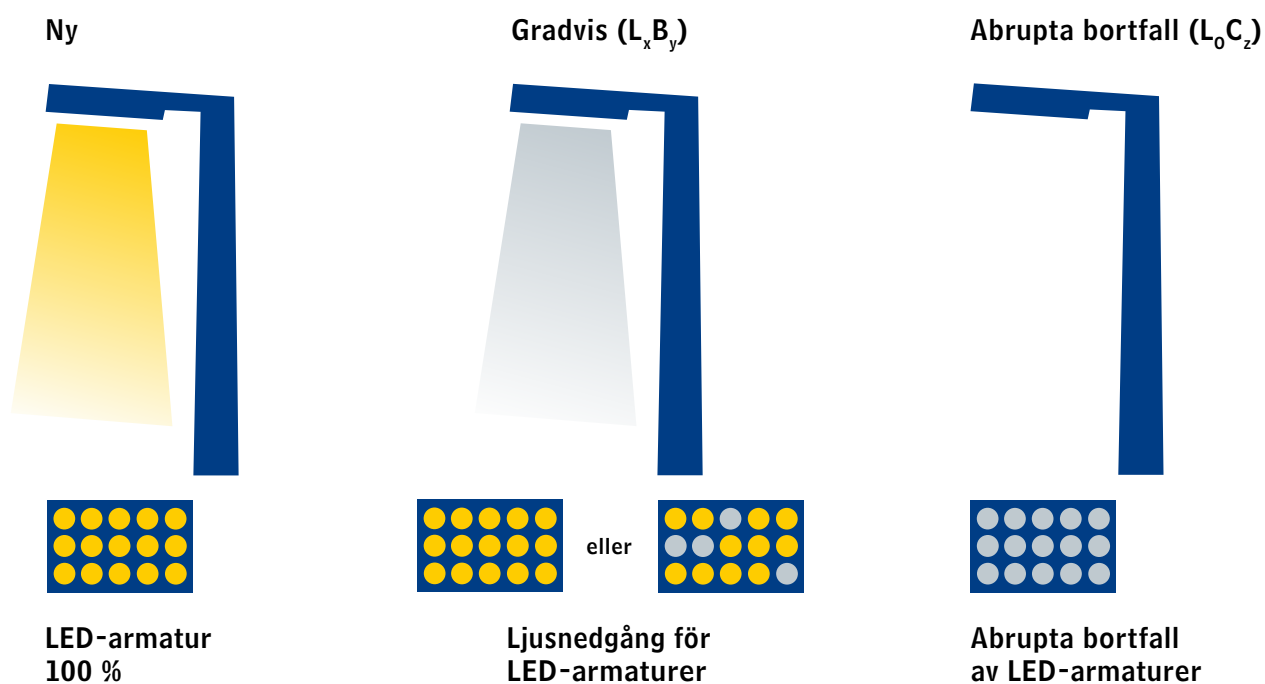
- definieras som antalet armaturer, i procent av en population, som slocknat helt vid slutet av den nominella livslängden. (Felande komponenter/ driftdon ingår inte i detta värde.)

I praktiken är detta bortfall så gott som försumbart och kan bortses från vid belysningsberäkningar. Detta gäller i synnerhet då slocknade armaturer snaras 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, och en viktig faktor vid val av underhållsintervall.
- 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_2) 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. I de fall där alla förutsättningar är kända rekommenderas att aktuella data används i belysningsberäkningarna.

Innehållet i Del 3 ansluter till standarden SS-EN 12464-2 – Belysning av arbetsplatser utomhus, och för gatu- och vägbelysning har Trafikverkets regler för *Vägars och gators utformning (VGU)* beaktats. För sportbelysning hänvisas till *Måttboken* som ges ut av SKL – Ljus och belysning – Sportbelysning, och innehåller detaljerade mått de vanligaste idrotterna.

Allmän information – ljusberäkning

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 använts vid ljusmätningen.

Vid utbyte i befintliga armaturer är det därför väsentligt att den nya ljuskällan motsvarar 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 vid provbelysning, 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.

Anläggningsdata:

Dimensioner, inredning, reflektansfaktorer, etc.

Mätdata:

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

Mätningar:

Horisontell, vertikal eller halvcylindrisk belysningsstyrka. Luminans.

Mätinstrument:

Mätvinkel, kalibreringsintervall etc.

Väderförhållanden:

Torr/fuktigt. Klart/disigt.

Viktigt att mätningar dokumenteras så att mätvärden kan reproduceras, då det till exempel inom viss professionell arenabelysning för krävs kontrollmätningar vartannat år.

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. Nedan ges förslag till gemensamma förutsättningar för beräkningen.

MÄTPLAN OCH ANTAL BERÄKNINGSPUNKTER

Rekommendationer finns i t ex VGU, Måttboken från SKL och SS-EN 12464-2 samt SS-EN 12193.

BIBEHÅLLNINGSAKTOR

Bibehållningsfaktorn (MF) är produkten av ljusnedgång (LLMF), lambortfall (LSF), armaturnedsmutsning (LMF). Dvs:

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

I Dialux, och andra beräkningsprogram, finner man guider för denna beräkningsprocess baserade på relevanta CIE-standarder.

En bibehållningsfaktor β 0,8 kan ses som en generell rekommendation.

Trafikverket rekommenderar LMF 0,9 vid montagehöjder > 4 meter och kapslingsklass > IP 6X.

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 ljuskälfabrikanternas hemsidor och ta fram uppgifter för aktuella ljuskällor. (Ekodesignförordningen kräver idag att fabrikanterna redovisar både ljusnedgång (LLMF) och lambortfall (LSF) på ett detaljerat sätt.)

För LED-armaturer finns ljusnedgångsdata som en del av livslängdsdata. LED-armaturer med konstantljusfunktion (CLO) bibehåller 100 % ljusflöde under livslängden, 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 2 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 användas med rimlig noggrannhet.

ARMATURNEDSMUTSNING (LMF)

Del av bibehållningsfaktorn (MF) som motsvaras av nedsmutsningen av armatur (LMF) beror på armaturtyp, montagehöjd, omgivningen och rengöringsintervall. I Trafikverkets regler föreslås en nedsmutsningsfaktor 0,9 vid montagehöjd över fyra meter.

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

TABELL 1.

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

LED-livslängd		Drifftid 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 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 kan tabellen nedan användas med rimlig noggrannhet om armaturfabrikanten inte redovisar exakta data.

EKONOMISK UTVÄRDERING

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

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

UNDERHÅLLSPLAN

En underhållsplan bör upprättas för alla anläggningar för att säkerställa ett regelbundet underhåll. Det rekommenderas att separata planer för varje del av anläggningen upprättas.

BELYSNINGSKONTROLL

– VISUELL UTVÄRDERING

En visuell kontroll av eventuellt störande ljus till omgivningen rekommenderas.

Utgåva 1, maj 2015

Ljusmallen, tidigare reviderad: Utgåva 1:1980; Utgåva 2:1987; Utgåva 3:1989; Utgåva 4:1998; Utgåva 5:1999; Utgåva 6:2000; Utgåva 7:2002; Utgåva 8:2004; Utgåva 9:2005; Utgåva 10:2006; Utgåva 11:2008; Utgåva 12:2011; Utgåva 13:2012; Utgåva 14:2012; Utgåva 15:2013; Utgåva 16:2013; Utgåva 17:2013