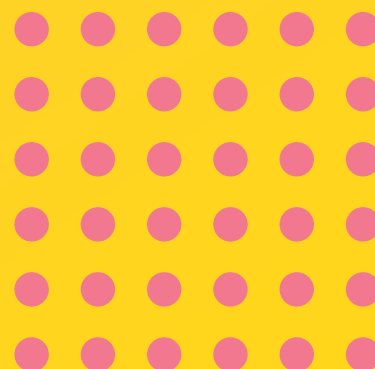


# Belysningsberäkningar inomhus



# Belysningsberäkningar och kontroll

För att man ska kunna jämföra olika armaturer och belysningsberäkningar på ett riktigt och rättvist sätt är det viktigt att relevanta data redovisas enhetligt, både mekaniska egenskaper och ljus tekniska data. Belysningsbranschen har därför sedan 1980 tagit fram rekommendationer, fastlagda i ett dokument, Ljusamallen. Definitionerna baseras på internationella produktstandarder och belysningsstandarder när sådana finns.

**Ljusamallen – Belysningsberäkningar** innehåller information om hur man kan göra enhetliga belysningsberäkningar för att kunna jämföra 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 detta dokument ansluter till standarden *SS-EN 12464-1:2011 – Belysning av arbetsplatser inomhus* och ska ses som ett komplement till planeringsguiden *LJUS & RUM*.

Förhoppningen är att alla armaturtillverkare ska redovisa sina armaturer enligt Ljusamallen. Den revideras regelbundet av Belysningsbranschens Tekniska Kommitté, för att spegla den senaste tekniska utvecklingen.

## ALLMÄN INFORMATION – LJUSBERÄKNING

Avsnitt 7 i LJUS & RUM ger allmän vägledning om hur belysningsberäkningar ska utföras.

→ Finns att ladda ner från [www.ljuskultur.se](http://www.ljuskultur.se)

## ANGE FÖLJANDE DATA ENHETLIGT

### ▶ 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 rektangel 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:

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

Där  $p < 10$

$d$  – är den längre sträckan för ytan, om förhållandet mellan den längre och kortare sträckan är större eller lika med 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 m<sup>2</sup>, 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, tabell 1, 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.

TABELL 1

LÄNGD PÅ YTAN	MAX AVSTÅND 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:

TABELL 2

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

### ► Bibehållningsfaktorer

Bibehållningsfaktorn (MF) för armaturer är produkten av ljusnedgång (LLMF), lampbortfall (LSF), armaturnedsmutsning (LMF) och rumsnedsmutsning (RSMF). Dvs.:

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

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

I normala fall rekommenderas att bibehållningsfaktorerna baseras på 3 års rengöringsintervall och drifttider enligt nedanstående tabell 4

### ► 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 ljuskälla- eller armaturfabrikanternas hemsidor och ta fram uppgifter för aktuella ljuskällor. (Ekodesignförordningen kräver att fabrikanterna redovisar både ljusnedgång (LLMF) och lampbortfall (LSF) på ett detaljerat sätt.) För några konventionella ljuskälletyper kan man med rimlig noggrannhet generalisera ljusnedgången. Tabell 3 ger exempel. LSF kan sättas till 1, om man normalt byter en helt sloknad armatur direkt med dagens belysningsystem.

För LED-armaturer väljer man den standarddrifttid som är mest relevant för applikationen, och Lx ger då underlag för bibehållet armaturljusflöde.

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.

$P_n$  nyvärde och  $P_n$  sluteffekt erhålls från armaturtillverkaren/ leverantören.

TABELL 3

EXEMPEL PÅ LJUSKÄLLOR	LJUSNEDGÅNGS-FAKTOR (LLMF VID LSF 90 %)
Raka lysrör med spärskikt för låg ljusnedgång och högtrycksnatriumlampor	0,90
Övriga lysrör, kompakt-lysrör och bästa metallhalogenlampor	0,85

### ▶ Drifftider för olika applikationer

Nedanstående drifftider för olika applikationer kan användas för belysningsberäkning och LCC-kalkyler.

TABELL 4

INOMHUS-APPLIKATIONER	ÅRLIGT ANTAL DRIFT-TIMMAR (EN 15193)	GENOM-SNITTLIG DRIFTTID TILL UTBYTE	GENOM-SNITTLIG TOTAL DRIFTTID
	t <sub>o</sub>	år	timmar
Kontor	2500	20	50 000
Skolor	2000	25	50 000
Sjukhus	5000	20	100 000
*) Sjukhus 7/24	8760	12	100 000
Hotell	5000	20	100 000
Restauranger	2500	20	50 000
Sport	4000	25	100 000
Butiker	5000	10	50 000
Industri	4000	25	100 000

\*) Används för utrymmen som är i drift dygnet runt, exempelvis kommunikationsytor m.m.

▲ LCC-kalkyl: L70 är normalt den maximala ljusnedgången (LLMF) som kan accepteras i en belysningsanläggning. Om det är en större ljusnedgång under den totala drifftiden bör kostnaden för ett eller flera hela armaturbyten beaktas i en LCC-kalkyl.

### ▶ Armaturnedsmutsning (LMF)

Del av bibehållningsfaktorn (MF) som motsvaras av nedsmutsningen av armaturen (LMF) med hänsyn tagen till armaturtyp, omgivningen och rengöringsintervall framgår av tabell nedan. För jämförelse rekommenderas att man normalt baserar värdena på 3-års rengöringsintervall.

TABELL 5

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

▲ Tabell 5 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.

## ➤ Nedsmutsning av rumsytor (RSMF)

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

TABELL 6

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

▲ Reflektionsfaktorer 70/50/20 (ren) 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.

## ➤ Verifieringsprocedur

Vid ljusmätning kontrolleras att belysningsstyrkor enligt planeringsguiden LJUS & RUM, för arbetsområde, den omedelbara omgivningen och det 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 m<sup>2</sup>, 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

