

Belysningshandbok för flerbostadshus

December 2008





Belysningshandbok för flerbostadshus

December 2008

Text: Lotta Bångens Aton Teknikkonsult

Referensgrupp:

Per Forsling, Fastighetsägarna Stockholm

Adam Näslund, Architector AB

Arne Lindgren, BRF Blocket

Illustrationer: Ulf Jernelo, JoJo Form

Formgivning: Marie W Schjölín, ZEST for Life

Förord

Det finns ett stort "energieffektiviseringsgap" i samhället. Den tekniska utvecklingen har gett oss mängder av lönsamma och rationella metoder och åtgärder för att spara energi men de blir inte gjorda, helt enkelt på grund av att den som fattar beslut om energieffektivisering inte är medveten om den effektiviseringspotential som finns.

Energieffektiviseringsgapet kan vara så stort som 85 procent av det som är lönsamt. Ett område där det definitivt existerar ett energieffektiviseringsgap är för belysning i fastighetssektorn. Det är till synes självklart att belysning använder energi, vi är alla medvetna om att vi sparar energi genom att släcka lampan, många minns tidigare informationskampanjer på detta tema. Men energieffektiv belysning är inte enbart att släcka lampan. Bara genom att välja bort de sämsta ljuskällorna och ersätta med bra alternativ kan stora besparingar uppnås. Varför gör fastighetsägare, bostadsrättsföreningar och privatpersoner inte rationella val i detta fall? Varför väljer man att skruva i en traditionell glödlampa när det finns moderna alternativ som är bättre, ger en lägre totalkostnad, längre livslängd och minskad miljöbelastning?

I maj 2008 föreslog jag för Fastighetsägarna Stockholm AB att man skulle plocka bort de sämsta belysningsprodukterna i sitt produktsortiment, inledningsvis glödlamporna. Förslaget mottogs med stor entusiasm och det ställdes upp ett löfte att inga glödlampor ska säljas

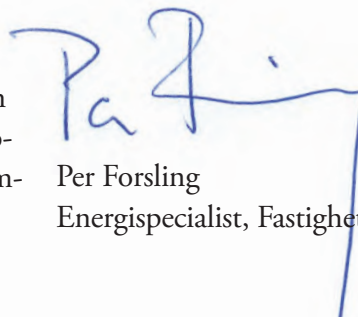
efter årsskiftet 2008/2009. Genom att fatta beslutet att ta bort de sämsta produkterna kom vi även att diskutera behovet av att genomföra andra åtgärder. Det projekt som blev resultatet gick under namnet "Inga glödlampor" och inkluderade utbildning av personal, översyn av produktsortiment, genomförande av seminarium för fastighetsägare och inte minst, framtagandet av denna skrift.

Skriften är tänkt att ge läsaren praktiska råd om hur man kan gå tillväga för åstadkomma en effektiv belysningsanläggning och förhoppningsvis kan vi medverka till att minska energieffektiviseringsgapet en smula.

Ett varmt tack till Lotta Bångens för engagemang, kompetens och glatt humör. Tack också till Adam Näslund och Arne Lindgren för kloka synpunkter.

Trevlig läsning!

Stockholm december 2008



Per Forsling
Energispecialist, Fastighetsägarna Stockholm



Innehållsförteckning

Varför satsa på god belysning?.....	5
Hur används belysningselen i ett flerbostadshus?.....	5
Hur får jag god belysning?.....	5
Planering.....	5
Ljuskällor.....	5
Driftdon.....	6
Armaturer.....	8
Styrning och reglering.....	8
Färgsättning.....	9
Energimyndighetens programkrav för belysning.....	10
Goda exempel.....	11
Trapphus.....	11
Parkeringsgarage.....	11
Utomhusbelysning.....	11
Vad kostar belysning?.....	12
Livscykelkostnad för belysning.....	12
Vanliga åtgärder.....	14
Nödbelysning	14
Att beställa och handla upp god belysning.....	14
Du behöver beskriva.....	14
Generellt – Belysning i allmänna utrymmen.....	14
Att skriva en förfrågan.....	14
Lagar och rekommendationer.....	15
Bilaga 1 – Nödbelysning.....	16
Boverkets författningssamling.....	16
Arbetskyddsstyrelsens författningssamling.....	16
Bilaga 2 – Ordlista.....	17
Bilaga 3 – Litteratur.....	18

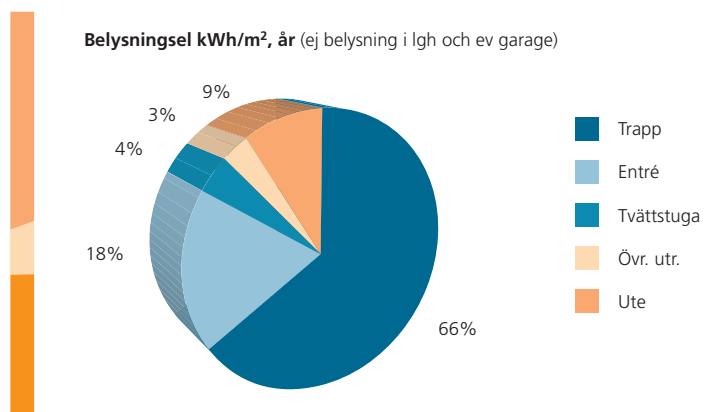


Varför satsa på god belysning?

Varför satsa på god belysning? Vad är egentligen ”god” belysning? Med god belysning menar vi i denna skrift belysning som är **visuellt bra**. De boende ska ha tillräckligt med ljus för att enkelt kunna orientera sig i trapphus och i entréer. Trappor m m ska vara markerade och de boende ska enkelt kunna hitta nyckelhålet vid sin lägenhet. God belysning betyder även **trygghet**. De boende och deras besökare ska kunna identifiera personer i trapphus samt i och utanför entréer. Utöver de här egenskaperna är god belysning **energieffektiv**, det vill säga använder så lite energi som möjligt för att uppnå egenskaperna ovan. Belysningen ska också vara **ekonomisk**, d v s så energisnål som är lönsamt ur ett längre tidsperspektiv. **Användarvänlig** är att annat ledord för god belysning. Eventuella styrsystem ska vara enkla att använda och robusta. Till sist ska belysningen även vara **estetiskt** tilltalande och armaturerna ska vara anpassade efter vilken typ av byggnad de installeras i. Det finns alltså många skäl till att satsa på god belysning i ett flerbostadshus.

Hur används belysningselen i ett flerbostadshus?

Trapphusen dominerar elanvändningen för belysning i flerbostadshus. Där används ca 2/3 av belysningselen. El till fastighetens belysning står totalt för ca 400 kWh/lgh i nyproduktion dock med stor variation (ref Energideklarering av bostadsbyggnader).



Källa: Energideklarering av bostadsbyggnader.

Hur får jag god belysning?

En god belysning är en kombination av:

- God planering
- Effektiva ljuskällor och armaturer
- Drifftider anpassade efter hur byggnaden används
- Ljus färgsättning

Planering

Planering av nya anläggningar görs ofta av en konsult eller en elinstallatör. Det är viktigt att de har rätt information från de boende/fastighetsägaren om hur byggnaden används. Se mer i avsnitt ”Att beställa och handla upp god belysning?”.

Ljuskällor

Alla ljuskällor har olika egenskaper bland annat med avseende på kvaliteten på ljuset och energieffektiviteten.

Ljusutbytet anger hur effektiva ljuskällorna är på att producera ljus och anges i lm/W (lumen per Watt), alltså hur mycket ljus man får från ljuskällan per Watt effekt.

Färgåtergivning anger hur väl en ljuskälla återger färger. Det anges i Ra-index där 100 är bäst. Ra-index 80 eller över är tillräckligt bra för de flesta användningsområden i flerbostadshus.

Ljuset från en ljuskälla kan variera från kallare blått till varmt gult, nästan rött ljus. Ljuskällans **färgtemperatur** anger denna egenskap.

Tänk på att...

...inte blanda olika färgtemperaturer i samma lokal vid inköp av nya ljuskällor.

Färgtemperatur, Kelvingrader	
Dagsljus	6 000
Dagsljuslysrör	5 000
Kallvita lysrör	4 000
Halogenlampor	3 500
Varmvita lysrör	3 000
Glödlampor	2 000
Stearinljus	1 500

När ljuset minskar i en belysningsanläggning beror det både på att en del ljuskällor slocknar och att ljuskällorna ger mindre och mindre ljus med tiden. Det finns två olika begrepp för **livslängd** som används för ljuskällor.

För glödlampor och lågenergilampor används **medellivslängd**. Med medellivslängd menas när hälften av ljuskällorna i en anläggning har slocknat. Det tar alltså inte hänsyn till eventuell ljusnedgång från ljuskällorna, utan bara om de fortfarande lyser eller inte. Om medellivslängden för en ljuskälla är 1 000 tim har hälften av lamporna slocknat efter 1 000 timmar.

För lysrör, kvicksilver, högtrycksnatrium och metallhalogenlampor används i stället begreppet **service life**. Service life består av två faktorer: ljusnedgång på ljuskällan och slocknade ljuskällor under livslängden. När 80 procent av ljuset finns kvar kallas det ljuskällans service life.

T5-lysrör används ofta idag i armaturer inomhus. Det är en ny typ av lysrör som är smalare än de gamla. Det gör att det är lättare att optiskt rikta ljuset och därmed att styra ljuset dit man vill. Systemet armatur/lysrör blir därför mer energieffektivt. T5-lysrör är kortare än de gamla lysrören och det går därför inte att byta till T5 i en befintlig armatur.

Framtidens ljuskälla – lysdioden

En ljuskälla på stark frammarsch idag är lysdioden. Den kallas även LED som står för Light Emitting Diodes. Från att tidigare bara ha använts i effektbelysning och i färgade tillämpningar (bromsljus på bilar, trafikljus m m) börjar nu lysdioder användas för belysning inomhus med ”vitt” ljus. Det speciella med lysdioden är att ljuskällan är extremt liten och att den har en stor potential för ett högt ljusutbyte (d v s ge mycket ljus per Watt). Teoretiskt kan ljusutbytet bli dubbelt så högt som för dagens lysrör. Idag är ljusutbytet 40-70 lm/watt för lysdioder, att jämföra med de bästa lysrören där ljusutbytet är drygt 100 lm/W. Även färgtemperatur och färgåtergivning förbättras kontinuerligt.

En annan anledning till att ljuskällan är på frammarsch är dess långa livslängd på upp till 50 000 timmar. En fördel är också att ljuset från en lysdiod inte innehåller någon IR- eller UV-strålning. Det innebär att det

belysta objektet inte blir varmt eller bleks, vilket är en stor fördel i många tillämpningar.

Det går idag att köpa lysdioder för att ersätta både glödlampor och halogenlampor dock med mycket varierande kvalitet. Lysdioder är känsliga för höga omgivningstemperaturer. Kontrollera vid upphandling/inköp vad dioden klarar.

Tänk på att...

...kontrollera färgtemperatur och färgåtergivning när du köper lysdioder.

Driftdon

För vissa ljuskällor behövs ett driftdon för att ljuskällan ska kunna tändas och lysa. Det gäller till exempel för lågenergilampor, kompaktlysrör, lysrör och metallhalogenlampor. Driftdonet är en separat komponent förutom för lågenergilampor där det är inbyggt i samma enhet som ljuskällan. Vanligtvis har driftdonet betydligt längre livslängd än ljuskällan vilket gör att det från resurssynpunkt är bättre att driftdonet är separat. Då kan driftdonet sparas när ljuskällan måste bytas ut. När nya armaturer köps in är armaturer med driftdonet separat därför att föredra. För befintliga armaturer med skruvsockel är lågenergilampor det enda möjliga alternativet.

Det finns fler typer av driftdon. Så kallade konventionella driftdon består av reaktor, glimtändare och en kondensator. Här drivs ljuskällan med samma frekvens som spänningen i elnätet, 50Hz. Det betyder att ljuset egentligen tänds och släcks hundra gånger per sekund (det tänds 50 ggr och släcks 50 ggr). Vi hinner inte riktigt med att se det, men vissa människor upplever obehag (huvudvärk m m) i lysrörslyset som drivs med 50 Hz. Högfrekvensdriftdon (HF-don) omvandlar frekvensen i nätet till över 30 000 Hz. Då hänger vår hjärna inte med längre och ljuset uppfattas som konstant och det känns behagligt. HF-don benämns ibland också elektroniska driftdon. Andra fördelar med HF-don är att de är mer energieffektiva. Energianvändningen minskar med ca 25 procent vid drift med HF-don i jämförelse med konventionella driftdon. Det beror dels på att själva driftdonet drar mindre energi, men också på att HF-driften ökar ljusutbytet från lysröret.

	Färgåtergivning Ra-index	Ljusutbyte lm/W	Livslängd timmar	Övrigt
Dagsljus	100	–	–	
Glödlampa	100	10-20	1 000	Enkel att reglera. Dyr i drift. Används därför mest i hemarmaturer.
Halogenlampa (glödljus)	100	20-40	2 000 – 4 000	Liten ljuskälla. Används som effekt- belysning. Går att ljusreglera med speciellt driftdon.
Lysrör	85	70-110	7 000 –15 000	Energieffektiv.
Speciallysror	95	70-110	15 000	Lysrör med hög färg- återgivning. Används vid höga krav på att urskilja färger.
Lågenergilampa	80	30-65	10 000	Ersätter glödlampor, men har något sämre färgåtergivning. Energieffektiva. Enkla att ljusreglera.
Lysdiod (LED)	70-90	40-70	50 000	Mycket lång livslängd. Ännu ej genombrott för vita lysdioder. Framtida lysdioder har potential att bli mycket energieffektiva.
Kompaktlysror	80	50-70	12 000	Ett kompakt lysrör. Separat driftdon. Stiftsockel.
Metallhalogen	85-95	55-110	10 000	Kan användas både inne och ute. God färgåtergivning. Lång upptändningstid.
Kviksilverlampa	60	30-60	6 000	Väg-, garage- och park- belysning. Något blågrön i tonen. Byts idag ofta mot högtrycks- natrium (som har gulare ton).
Högtrycksnatrium	30-85	60-150	15 000	Kan användas både ute och inne. Gul färgton.

Tekniska egenskaper för olika ljuskällor. Källa: Div tillverkare, kataloger, "En bok om belysning", Lars Starby, Ljuskultur 2003, "LED – ljus ur lysdioden", Belysningsbranschen, "Lärobok i belysningsteknik, Leif Wall, Ljuskultur.



Glödlampa



Halogenlampa



Lysrör



Lågenergilampa



Lysdioder LED

Armaturer

Bra armaturer ska styra ljuset dit det behövs med hjälp av reflektorer. Gamla armaturer kan vara helt utan reflektorer. Dessa drar betydligt mer energi för att åstadkomma samma mängd ljus i en lokal än moderna armaturer. Armaturer har olika så kallade ljusfördelningar, det vill säga ljuset från en armatur kan t ex vara smalstrålande, bredstrålande eller asymmetriskt.

Armaturerna ska även förhindra att vi blir bländande. Bländning försämrar seendet och gör det svårare att t ex urskilja en text, även om vi har tillräckligt med ljus.

Om armaturerna ska sitta i t ex en tvättstuga ska de vara av en viss kapslingsklass, så kallad IP-klass. Till exempel betyder IP-klass 55 att armaturen är damm- och spolsäker. Vid upphandling är det viktigt att beskriva hur och var armaturen ska användas.

Det är även viktigt att armaturerna passar in i miljön och att de är estetiskt tilltalande. Bra belysning med vackra armaturer kan helt förändra intrycket av en byggnad eller lokal.

Armaturer som används utomhus ska vara anpassade därefter, bl a genom att vara utformade så att temperaturen inte blir för låg i armaturen vid kall väderlek. Vissa ljuskällor ger mindre ljus ju kallare det är.

Styrning och reglering

Med styrning och reglering menas antingen att ljuset släcks och tänds efter behov eller att ljusnivån regleras. Ofta kan energianvändningen minskas väsentligt med styrning och reglering. Hur mycket minskningen kan vara är svårt att bedöma och beror på hur de boende idag använder belysningen.

Man kan dela in styrning och reglering för belysning i fyra grupper:

Typ	Beskrivning
Till/från	Enkel, kan både vara manuell eller via tidur
Frånvaro/närvaro/rörelsedetektering	Kan spara mycket i garage, trapphus och i allmänna utrymmen.
Dagsljusreglering	Lämplig i utrymmen med stort tillskott av dagsljus, t ex trapphus med fönster.
Manuell styrning	Nivån ändras efter behov (olika dagsljus tillskott eller olika synuppgifter)

Närvaro- och dagsljusreglering går att kombinera och kan då minska energianvändningen radikalt. Frånvarodetektering innebär att man tänder själv men att armaturerna släcks automatiskt.

Närvarodetektering kan ske på två sätt. Antingen med en så kallad närvarodetektor eller IR-detektor (den känner av värmestrålningen från någon som rör sig i området) eller med akustisk detektor som reagerar på ljud. Reglering ger en möjlighet att dämpa ljuset i stället för att släcka helt. Det kan vara en fördel från trygghets- och säkerhetssynpunkt.

Möjlig energireducering av energibehov med närvaro- och dagsljusreglering i allmänna utrymmen: 25-75%

Källa: Vägledning för god och energieffektiv belysning, Energimyndigheten.

Vid närvarostyrning med lysrör bör man vara medveten om att varje släckning sparar energi, men att varje tändning förkortar ljuskällans livslängd något. Den bästa lösningen är ofta att välja reglerbara HF-don, så att belysningen i första hand går ned till mycket låg nivå utan att släckas helt.

Information till de boende

Information till de boende är nödvändigt när nya system för styrning och reglering installeras. Det kan även vara bra att fråga de boende innan ett nytt system handlas upp. Kanske finns det särskilda behov eller önskemål som fastighetsägaren inte känner till och som kan vara enkla att ta hänsyn till om man har kunskapen i förväg. Det är också positivt att de boende har en möjlighet att vara med och påverka.

Fördelar med systemet måste förklaras och hur utrustningen ska användas måste beskrivas. En muntlig genomgång gör att de boende enklare och snabbare tar till sig den nya tekniken. Förklara också att ett nytt system alltid tar en viss tid att "trimma in" och att synpunkter från de boende då är välkomna.

Ta brukarnas synpunkter på allvar, glöm aldrig att god belysning skapar trygghet. När man inför ny teknik för tändning och släckning kan det skapa otrygghet. Se också till att det alltid finns en kontaktperson om de boende har frågor eller problem.

reflekterar mycket ljus. Det anges med den så kallade reflektansfaktorn. Rekommendationer för reflektansfaktorer finns i Energimyndighetens programkrav för belysning.

Färgsättning

För att uppnå en god och energieffektiv belysning är det viktigt att ytor på väggar, golv och tak är ljusa och



Energimyndighetens programkrav för belysning

Exempel på krav/rekommendationer för belysning, se nedan. För äldreboende kan högre krav behövas.

Som vägledning vid upphandling kan Energimyndighetens programkrav för belysning i flerbostadshus användas. Kraven är uppdelade i "skallkrav" som måste uppfyllas och "börkrav" som är rekommenderade krav.

Belysningsstyrka

INNE

Skallkrav

Kommunikationsytor	>100 lux, horisontellt 0,85 över golv
Infotavlor	>50 lux, vertikalt
Nyckelhål, namnskylt	>30 lux, vertikalt

Börkrav

Entré/infotavlor	>300 lux, vertikalt
Städbelysning	>200 lux
Trappor	>200 lux
Tekniska utrymmen	>300 lux, med stor vertikalkomponent
Fastighetstvättstugor	>500 lux

UTE

Skallkrav

Vid entré	50 lux
Nyckelhål	30 lux, vertikalt
Gångvägar	5 lux
Parkeringsytor	10 lux

Börkrav

Bostadsgator	10 lux
--------------	--------

Färgtemperatur och färgåtergivning

INNE

Skallkrav

Ra-index skall vara minst 80.

Börkrav

Färgtemperaturen bör vara mellan 2 700 och 4 000 K

UTE

Börkrav

Ra-index bör vara minst 50.

Färgtemperaturen bör vara mellan 3 000 och 4 000 K

Reflektansfaktorer

Skallkrav

Rumsytor skall vara matta till halvmatta (glansvärdet bör ej överstiga 20 – se HUS-AMA:s målningskapitel LC, tabell LCS/1).

Medelreflektansfaktorn för olika rumsytor exklusive glasade ytor skall uppfylla följande krav:

Tak	>80%
Fönsterväggar	>70%
Övriga väggar	>60%
Golv	20 – 40%
Arbetsbord	30 – 60%

Dessa värden skall alltid införas i byggbeskrivning så att de blir krav för arkitekter och inredningsarkitekter.

Råd

Tänk på att använda kontrasterande färgmarkeringar vid t ex trappor, dörrar, nivåskillnader och informationstavlor, vilket underlättar för synskadade.

Energi

Skallkrav

För att minska den installerade effekten skall högfrekvensdrift väljas. Högfrekvensdriften möjliggör användande av ljusreglering och närvarostyrning.

Invändigt skall ljuskällor med effektivitet >30 lm/W användas. Utvändigt skall effektiviteten vara >70 lm/W.

Drifttider skall beaktas.

Börkrav

Den installerade effekten för belysning bör understiga 10 W/m². Använd eleffektiva utrymningsskyltar med effekter <1W.

Goda exempel

Trapphus

Brf Tranan Stockholm, HSB

Belysningen i nio trapphus har byggts om med nya armaturer med långa kompaktlysrör, ljusreglering och närvarostyrning. Belysningen styrs med akustisk detektering och tänds upp vid närvaro. När trapphuset är tomt dämpas belysningen till en lägre nivå och belysningen släcks helt när det varit tomt under en längre tid. Energianvändningen minskade med 77 procent. Bostadsrättshavarna möts inte längre av mörka trapphus och de slipper tända ljuset.

Nettobesparing: 26 000 kr per år (kostnadsbesparing för drift och underhåll minus kapitalkostnad, med livslängd 20 år, räntesats 4 % och medelelpris 1 kr/kWh.)

Fakta

Installerad effekt	7 W/m ²
Energianvändning	16 kWh/m ² per år (70 kWh/m ²)
Drift & underhåll	24 000 kr per år (84 000 kr)
Investering	490 000 kr

Värden före ombyggnad inom parentes.
Källa: Energimyndigheten.

Parkeringsgarage

Södergaraget, ÖrebroBostäder

Tidigare armaturer med konventionella driftdon har bytts mot nya armaturer med T5-lysrör och närvarostyrning. Innan var belysningen tänd konstant i garaget. Den nya belysningen ger betydligt mer ljus än innan, samtidigt minskar energianvändningen med 64 procent.

Nettobesparing: 59 000 kr per år (kostnadsbesparing för drift och underhåll minus kapitalkostnad, med livslängd 20 år, räntesats 4 % och medelelpris 85 öre/kWh.)

Fakta

Installerad effekt	5,2 W/m ² (4,3 W/m ²)
Drifttid	2 600 timmar per år (8 700 timmar per år)
Energianvändning	14 kWh/m ² per år (38 kWh/m ²)
Drift- & Underhåll	46 000 kr per år (127 000 kr)
Investering	325 000 kr

Värden före ombyggnad inom parentes.
Källa: Energimyndigheten.

Utomhusbelysning

Råslätt, Jönköping, Vätterhem

Ca 20 gamla parkarmaturer har ersatts med nya utomhusarmaturer med bättre ljusbehandling. Lamp-effekten har då kunnat sänkas från 125 till 35 W. Keramiska metallhalogenlampor ersätter kvicksilverlampor och ger bättre färgåtergivning och behagligare ljusfärg. Utemiljön har blivit trivsammare och bostadsområdet attraktivare.

Ekonomi: Ungefär samma totalkostnad som tidigare (livslängd 30 år, räntesats 4 % och medelelpris 95 öre/kWh.)

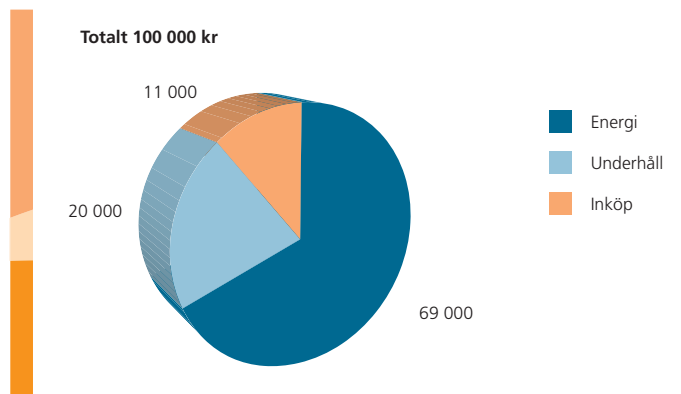
Fakta

Installerad effekt	35 W/armatur (125 W/armatur)
Minskad energianvändning	70 % eller 7 000 kWh/år
Investering	100 000 kr

Värden före ombyggnad inom parentes.
Källa: Energimyndigheten.

Vad kostar belysning?

Den största kostnaden för en belysningsanläggning är oftast energikostnaden. Belysningsanläggningar har lång livslängd (ofta beräknas den till 15 år). Därför måste driftkostnaderna finnas med vid beräkning av kostnaden för belysning.



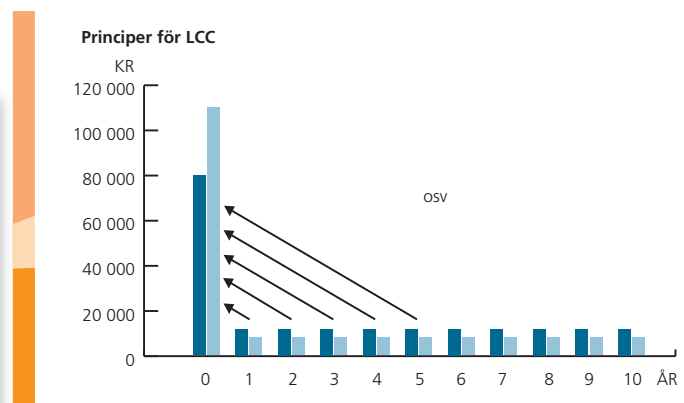
Totala kostnader för en belysningsanläggning under hela livslängden (15 år).

Ofta byter man inte belysning bara för att elkostnaderna är höga. Höga underhållskostnader (byte av delar som går sönder, byte av ljuskällor m m), för dåligt med ljus eller brandrisk kan vara andra argument för att se över sin belysning. Då vill man byta till det alternativ som har lägst kostnad förutsatt att de funktionskrav (och övriga krav t ex estetiska) man har är uppfyllda.

Livscykelkostnad för belysning

När inköp och framtida driftkostnader summeras i en beräkning brukar det kallas för systemets/produktens livscykelkostnad (LCC – Life Cycle Cost). Kostnaderna för en belysningsanläggning "faller ut" vid olika tidpunkter. Investeringen kommer år noll, driftkostnaderna kontinuerligt under hela livslängden. Eftersom pengar som betalas längre fram i tiden har ett annat värde än pengar som betalas ut idag måste de framtida betalningarna "räknas om" till dagens penningvärde (en hundralapp som du får idag har ju ett annat värde än en hundralapp som du får om tio år), se figur nedan. Omräkningen görs med en "beräkningsfaktor" som beror på hur lång tid du räknar på (kalkyltiden) och vilken ränta du vill räkna med. Rekommenderat

värde för kalkyltid för belysningsanläggningar är ca 15 år. Räntan är den ränta som vanligen används inom företaget/organisationen för investeringar. Observera att den ränta som används i kalkylen ska vara rensad från inflationen, d v s organisationens ränta.



Framtida kostnader räknas om till dagens penningvärde med hjälp av en beräkningsfaktor. Då kan kostnader vid olika tillfällen jämföras.

Beräkningsfaktorn är egentligen en så kallad nusunumefaktor, i detta fall med hänsyn tagen till energiprisökning. Hänsyn till energiprisökning görs genom att reducera reala räntan med energiprisökningen. Den generella formeln för "beräkningsfaktorn" är

$$\frac{1 - (1+r)^{-n}}{r}$$

där r är räntan och n är antalet betalningsperioder (år). I exemplet på nästa sida har man för "Beräkningsfaktor el" använt $r = (0,05 - 0,02) = 0,03$ och $n = 20$. Vi får då $1 - (1 + (0,03)^{-20}) / (0,03) = 14,8$.



LCC – exempel trapphus

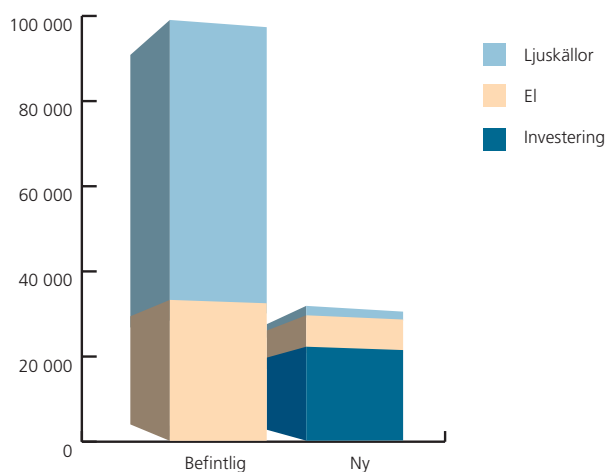
Nedan visas ett exempel för belysning i trapphus. Exemplet jämför den befintliga belysningen (armaturer med glödlampor) med armaturer med kompaktlysrör och närvarodetektorer. På 20 års sikt kommer den befintliga anläggningen att kosta ca 96 000 kr, och den nya anläggningen ca 34 000 kr.

Förutsättningar

Kalkyltid	20
Ränta	0,05
Energiprisökning, per år	0,02

		Alt 1 Befintlig	Alt 2 Ny
Elkostnader			
Installerad effekt	W	330	220
Drifttid per år	h/år	6 570	1 100
Elanvändning per år	kWh/år	2 170	550
Elpris	öre/kWh	90	90
Elkostnad per år	kr/år	1 950	490
Beräkningsfaktor el		15	15
Totala elkostnader	kr	30 050	7 600
Ljuskälekostnader			
Ljuskällans livslängd	h	1 000	15 000
Antal ljuskällor		6	6
Utbytesintervall	år	0,15	14
Antal intervall under kalkyltiden	st	131	1
Kostnad för byte (arbete + ljuskällor)			
per tillfälle	kr	140	1 000
Beräkningsfaktor ljuskällor		83	1
Totala ljuskälekostnader	kr	63 790	3 080
Underhållskostnader			
Underhållskostnad per tillfälle	kr	200	300
Underhållsintervall	år	1	1
Antal intervall under kalkyltiden	st	19	19
Beräkningsfaktor underhåll		12	12
Totala underhållskostnader	kr	2 420	3 630
Totala kostnader under livslängd	kr	96 300	34 300

Totalkostnader under 20 år. Belysning i trapphus.



Bilden visar resultatet av beräkningen ovan. På 20 års sikt är det betydligt dyrare att ha kvar den gamla anläggningen än att investera i en ny – även om kostnaden för investering tas med.



Vanliga åtgärder

Åtgärderna nedan är exempel på åtgärder i flerbostadshus som brukar vara lönsamma. Lönsamheten beror förstås på de speciella förutsättningarna i varje byggnad (drifftider m m), men listan kan ändå ge några tips.

- Utbyte av glödljus inne/ute till lågenergilampor eller armaturer med kompaktlysrör
- Utbyte av armatur ute till ljus- och närvarostyrda, till exempel vid källaringång
- Installation av nya armaturer och akustisk närvarostyrning i trapphus
- Installation av närvarostyrning i trapphus
- Installation av IR eller akustisk närvarostyrning i garage
- Installation av närvarostyrning i tvättstuga
- Ljusstyrd belysning i entréer och ljusa trapphallar

Alla nya armaturer bör vara utrustade med så kallade HF-don.

Nödbelysning

Nödbelysning ska dels belysa utrymningsvägar och dels visa upplysta skyltar som ska visa var nödutgångar finns. Arbetsmiljöverket och Boverket har föreskrifter om nödbelysning, se bilaga 1.

Att beställa och handla upp god belysning

Innan det är dags att planera hur belysningen ska utformas är det viktigt att specificera vilka förutsättningar som ska gälla. Du kan också be en konsult hjälpa dig att specificera dina behov.

Energimyndigheten har gett ut rekommendationer för belysning i flerbostadshus. Här finns rekommendationer för belysningsstyrka i olika utrymmen samt rekommendationer för installerad effekt och drifftider. Vid en upphandling kan man kräva belysning enligt dessa rekommendationer.

För att belysningen ska bli anpassad till den specifika byggnaden och till de önskemål du som fastighetsägare har är det viktigt att beskriva följande för att ge korrekt information till projektör/konsult eller installatör:

Du behöver beskriva:

1. ... hur lokalerna ska användas

Till exempel ska det specificeras vilka ytor som behöver mest ljus. (*Referens Energimyndighetens programkrav för belysning – flerbostadshus.*)

Du måste även beskriva hur användningen ser ut i olika delar för att bedöma om det kan vara värt att installera styr- och reglerutrustning.

2. ... hur lokalerna ser ut

Till exempel om det är stort tillskott av dagsljus i vissa delar.

Beskriv även hur färgsättningen ser ut. Är det ljusa väggar och ytor? Ska de målas om i samband med att belysningen byts?

Generellt – Belysning i allmänna utrymmen

Belysningen utformas så att man kan se tillräckligt (ofta 100-200 lux) och för att skapa en trevlig atmosfär. Ibland är det något som behöver extra mycket ljus, trappsteg eller nyckelhål till exempel.

Lämpliga ljuskällor är i huvudsak T5-lysrör och kompaktlysrör. Lysdioder är lämpliga för nödbelysning och skyltar till nödutgångar. Lysdioder kan även användas för att punktbelysa viktiga områden.

Utomhus är lämpliga ljuskällor i huvudsak metallhalogenlampor och högtrycksnatriumlampor.

Närvarostyrning är lämpligt i många allmänna utrymmen som trapphus, garage, toaletter och förråd. I lokaler med mycket dagsljus som man vistas mycket i är det lämpligt med dagsljusreglering.

Att skriva en förfrågan

När du tar in offerter på din nya belysning bör leverantörerna förutom investeringskostnaden räkna fram livscykelkostnaden för anläggningen, inklusive underhåll. För att kunna göra det behöver de veta vilken praktisk livslängd, vilken räntesats och vilket elpris de ska räkna med.

Du behöver även ange lokalernas brukstid (timmar per år). I ett trapphus är brukstiden ca 700 timmar per år om det är ett mörkt trapphus (utan tillgång till dagsljus) och ca 350 timmar per år om det är ett ljust trapphus. Den livslängd du kräver kan också påverka utformningen av armaturerna.

Be att leverantörerna anger installerad effekt i W/m² (inklusive förluster i driftdonen) och beräknad årlig energianvändning i kWh/m², så att du kan jämföra dessa parametrar. Se till att leverantörerna redovisar sina beräkningar så att du kan jämföra dem och kontrollera att de verkar korrekta. Kontrollera att dina ursprungliga krav efterlevs och att den offererade belysningen verkligen är energieffektiv.

Leverantören ska också ta fram en underhållsplan för belysningen, där det framgår hur ofta du förväntas behöva byta ljuskällor (och eventuellt även HF-don). Underhållsintervallet påverkar i viss mån den ekonomiska kalkylen.

Om elkablarna för belysningen är gamla kan dessa behöva dras om. Notera gärna ledningarnas ålder eller status i din förfrågan.

Om armaturer byts ut kan det behövas ommålning av tak och/eller vägg. Ange om detta ska ingå i offerten.

Vanligtvis tar den som installerar ny belysning även hand om den gamla belysningen och ser till att denna tas omhand på korrekt sätt. Ange ändå gärna detta i din förfrågan.

En del installatörer är fortfarande ovana vid att installera HF-don. Något som är viktigt att betona är att isolationsprovning (meggning) av en anläggning med HF-don får ske med högst 500 V DC. Vid högre spänning kan HF-donen ta skada. (Något som inte alltid märks med en gång.)

Planera in genomförandet så att det stör verksamheten så lite som möjligt. Detta är särskilt viktigt inom industrin där ett driftstopp kan vara mycket kostsamt.

Rekommendationer belysning

"Ljus & rum"	Belysningsbranschen
Vägledning för energieffektiv och god belysning	Energimyndigheten
Programkrav för belysning – flerbostadshus	Energimyndigheten

www.energimyndigheten.se
www.ljuskultur.se (belysningsbranschens hemsida)

Källa: Energimyndigheten, Vägledning för energieffektiv och god belysning samt "Energideklarering av bostadsbyggnader, förslag till svensk metodik", Aton teknikkonsult AB.

Lagar och rekommendationer

AFS 2000:42 "Arbetsplatsens utformning" utgiven av Arbetsmiljöverket beskriver lagkraven för belysning. De är uttryckta i generella termer och anger inte nivåer för till exempel belysningsstyrkor.

Belysning

Allmänna regler

12 § Belysning skall planeras, utföras och underhållas samt undersökas och bedömas i den omfattning som behövs för att förebygga ohälsa och olycksfall.

13 § Belysning skall anpassas till de arbetandes olika förutsättningar och de synkrav som arbetsuppgifterna ställer. Belysning skall ha en för den enskilde lämplig fördelning och riktning. Bländning skall undvikas så långt det är möjligt.

Citat från AFS 2000:42.

Lagen ovan behandlar endast arbetsmiljö. Krav på energianvändning finns i Boverkets byggregler för nybyggnad. Där finns emellertid inga specifika krav på belysning utan bara krav på en byggnads hela energianvändning.

Skrifter med detaljerade rekommendationer finns från Belysningsbranschen och Energimyndigheten. Endast skrifterna från Energimyndigheten innehåller rekommendationer för energianvändning.

Boverkets författningssamling

BFS 2008:6, BBR 15

5:353 Nödbelysning

Nödbelysning ska möjliggöra utrymning på ett säkert och effektivt sätt även vid strömavbrott. Nödbelysning ska finnas i utrymningsvägarna i byggnader som innehåller hotell, vårdanläggning (utom förskola och liknande) eller samlingslokal. Nödbelysning ska även finnas i samtliga trapphus som används för utrymning i byggnader med fler än åtta våningsplan. Vägledande markeringar ska förses med nödbelysning, om det inte är uppenbart obehövligt. Nödbelysningen ska fylla sin funktion i varje utrymningsväg som inte spärrats av brand. Vid strömavbrott ska nödbelysningen ge avsedd belysning under minst 60 minuter.

Allmänt råd

På gångstråket bör belysningsstyrkan uppgå till minst 1 lux på den sämst belysta platsen. Lokalt kan högre belysningsstyrka motiveras, t ex i trappor. Skyltar med vägledande markeringar bör alltid vara belysta eller genomlysta även vid ett eventuellt strömavbrott. Elkablar till nödbelysning bör förläggas avskilda i klass EI 30 eller ha motsvarande brandtålighet.

Arbetskyddsstyrelsens författningssamling

AFS 200:42, Arbetsplatsens utformning

Nödbelysning

72 § Nödbelysning av tillräcklig styrka skall finnas i sådana arbets- och förvaringslokaler där de som arbetar är speciellt utsatta för risker i händelse av fel på den ordinarie belysningen.

Nödbelysning för utrymning

81 § Utrymningsvägar som kräver belysning för att göra en säker utrymning möjlig skall ha nödbelysning som lyser upp dem tillräckligt vid strömavbrott.

Skyltning och markering för utrymning

82 § Skyltar och andra vägledande markeringar för utrymning skall finnas, om det inte är uppenbart obehövligt. Om det behövs skall vägledande markeringar vara belysta eller genomlysta.

Kommentarer till enskilda paragrafer:

Nödbelysning

72 § Exempel på var nödbelysning kan behövas är kemisk industri, kemiska och biologiska laboratorier och frysrum.

Nödbelysning för utrymning

81 § Låg placering av armaturer för nödbelysning bör eftersträvas. På golvet i gångstråket bör nödbelysningen ha en belysningsstyrka av minst 1 lux på det sämst belysta stället. Lokalt kan högre belysningsstyrka vara motiverad exempelvis i trappor.

Utförandet av nödbelysning behandlas i gällande byggnadsbestämmelser från Boverket, varvid anges behov av dels allmänbelysning dels belysning av vägledande markeringar. Det finns även en CEN-standard för nödbelysning, EN-SS 1838. Standarden behandlar olika typer av nödbelysning och även skyltar för utrymning.

Skyltning och markering för utrymning

82 § Skyltar och andra vägledande markeringar för utrymning behöver normalt finnas vid dörr till och i utrymningsväg samt för att visa utrymningsvägars sträckning och vägen dit. I utrymningsväg kan skyltar behövas särskilt där risk för misstag finns, t ex vid riktningssändring eller förgrening. Bestämmelser om utformning av skyltar som utmärker utrymningsväg, finns i Arbetskyddsstyrelsens föreskrifter om varselmärkning och varselsignalering på arbetsplatser.

Bilaga 2 – Ordlista

Belysningsstyrka är måttet på hur mycket ljus som faller på en yta. Enheten är lux och $1 \text{ lux} = 1 \text{ lm/m}^2$ (kvoten mellan det ljusflöde som träffar ett ytelement och denna ytas storlek). Det finns rekommendationer för vilken belysningsstyrka som är tillräcklig för olika lokaler och arbetsuppgifter.

Driftdon se HF-don och Reaktor.

Färgtemperatur (enhet K=kelvin) är ljuskällans ljusfärg som den ser ut när vi tittar på den och anger hur ljuset upplevs, varmt eller kallt. Skalan går från stearinljusets 2 000 K via glödlampans 2 700 K till en blå norrhimmels 20 000 K. Lysrör indelas efter färgtemperatur i begrepp från ”varmt” till ”kallt” som varmvit (omkring 3 000 K), vit (omkring 4 000 K) och dagsljus (omkring 6 000 K).

Färgåtergivning se Ra-index

HF står för högfrekvens som i belysningsssammanhang innebär att den vanliga elnätfrekvensen 50 Hz förvandlas till över 30 000 Hz. För lysrör innebär detta dels högre ljusutbyte, och dels mindre flimmer. Lysrörs livslängd påverkas gynnsamt av HF-drift. Ljusreglering blir möjlig med HF-drift.

HF-don eller högfrekvensdriftdon är den elektroniklåda (driftdon) som genom att ersätta reaktor, tändare och kondensator i ”konventionella” lysrörsarmaturer styr lysröret på ett mer energieffektivt sätt. Positivt är även att flimmer från lysrör försvinner och att livslängden ökar. För ljusreglering krävs en speciell typ av HF-don. HF-don finns idag i de allra flesta moderna lysrörsarmaturer.

Kompaktlysör

Kompaktlysör är en lågenergilampa utan driftdon (eller ett kompakt lysör). Driftdonet är en separat enhet och sitter i själva armaturen. Kompaktlysör har inte skruvsockel utan stift, som ett lysör. Sockel med två stift är avsedd för konventionella driftdon, med fyra stift för HF-don med eller utan ljusreglering.

Livslängd

När ljuset minskar i en belysningsanläggning beror det både på att en del ljuskällor slocknar och att ljuskällorna ger mindre och mindre ljus med tiden (olika för olika ljuskällor). Det finns två olika begrepp för livslängd som används för ljuskällor vilket kan vara förvirrande.

För glödlampor och lågenergilampor används **medellivslängd**. Medellivslängd är när hälften av ljuskällorna i en anläggning har slocknat. Det tar alltså inte hänsyn till om ljuset har minskat från ljuskällan utan bara om den fortfarande lyser eller ej. Om medellivslängden för en ljuskälla är 1 000 tim har hälften av lamporna slocknat efter 1 000 timmar.

För lysrör, kvicksilver, högtrycksnatrium och metallhalogen används i stället begreppet **service life**. Service life består av två faktorer: ljusnedgång på ljuskällan och slocknade ljuskällor under livslängden. När 80 procent av ljuset finns kvar kallas det ljuskällans service life.

Ljuskällornas livslängd är testade under vissa förhållanden. Ändras dessa ändras livslängden (t ex antal tändningar och släckningar, spänning).

Ljusflöde är måttet på hur mycket ljus en ljuskälla totalt avger i alla riktningar. Enheten är lumen (lm).

Ljusfärg se Färgtemperatur.

Ljusutbyte är en ljuskällas verkningsgrad och är förhållandet mellan ljusflödet och ljuskällans wattförbrukning. Enhet är lumen/watt (lm/W).

Lysrörslampor (lågenergilampor) har likadan skruvsockel (E27, E14) som normalglödlampor. Driftdonet är inbyggt i sockeln, oftast ett elektroniskt don för bl a flimmerfritt ljus. Lampornas storlek, effekt och utseende varierar. Användningsområde är främst som ersättningslampa för glödlamporna i befintliga glödlampsarmaturer. Det finns även lågenergilampor som går att ljusreglera.

Lågenergilampor se lysrörslampor.

Ra-index (colour rendering index) anger ljuskällors förmåga att återge färger. Det grundas på en jämförelse hur färgerna hos en grupp av åtta färgprover återges jämfört med hur de återges av en sk ideal ljuskälla (som t ex dagsljus eller glödlampan) med samma färgtemperatur. Om färgerna återges exakt på samma sätt får ljuskällan index 100. Upplevelsen av färger i ett rum påverkas av ljuskällans Ra-index, dess färgtemperatur och övriga färger i rummet.

Ra-index

Dagsljus	100
Glödlampa	100
Halogenlampa	100
Speciallysör	95
Lysör	85
Lågenergilampa	85
Kompaktlysör	85

Reaktor kallas den elektriska komponent av järn i traditionella lysrörsarmaturer som ger lagom ström till lysröret och som tillsammans med en separat tändare och en liten kondensator är en obligatorisk del av armaturen enligt konventionell teknik sedan 1940-talet. Idag används HF-don.

Bilaga 3 – Litteratur

Energimyndigheten

- Programkrav – Belysning i flerbostadshus, 1999:10 Vägledning för energieffektiv och god belysning, mars 2007
- Modern belysningsteknik – sparar energi och pengar, ET 2005:16
- Energideklarering av bostadsbyggnader – Metoder för besiktning och beräkning, version två, reviderad januari 2007, Aton teknikkonsult AB

Belysningsbranschen

- Ljus & rum – planeringsguide för belysning inomhus, ISBN 91-631-4675-4
- LED – ljus ur lysdioden, ISBN 3-926 193-33-6
- En bok om belysning, Lars Starby, 2003, ISBN 91-631-3529-9





Fastighetsägarna Stockholm

Alströmergatan 14 • Box 12871, 112 98 Stockholm

Tel 08-617 75 00 • Fax 08-654 68 50

www.fastighetsagarna.se (välj Stockholm)