

## Belysning utomhus och i större lokaler, översikt.

### Ljusutbytesjämförelse och ekonomi

- En **glödlampa** ger 13 lm/W vid en färgtemperatur på 2700 K och räcker 1000 timmar.
- Ett **lysrör** ger 92 lm/W vid en färgtemperatur på 2700 K och räcker 15000 timmar.
- En **högtrycksnatriumlampa** ger 40-140 lm/W vid en färgtemperatur på 2200 K och räcker 28500 timmar.
- En **lågtrycksnatriumlampa** ger 150-200 lm/W vid en färgtemperatur på 1800 K och räcker 16000 timmar.
- En **kvicksilverlampa** ger 55 lm/W vid en färgtemperatur på 3800 K och räcker 20 000 timmar.
- En **metallhalogenlampa** ger runt 65-115 lm/W vid en färgtemperatur på 4000 K och räcker 6 000 timmar.
- En **keramisk metallhalogenlampa** ger runt 100 lm/W vid en färgtemperatur på 3000 K och räcker 12 000 timmar.
- En **LEDlampa** ger 60-120 lm/W vid en färgtemperatur på 3000 K till 7000 K. Livslängd 25000 – 100 000 timmar. I labbmiljö har man i dagsläget (2012) kommit upp i ca 200 lm/w.

Eftersom det, utom i hemmet, är dyrare att byta en ljuskälla än vad kostnaden för ljuskällan är så är det ekonomiskt fördelaktigt att använda ljuskällor med lång livslängd. 28500 timmar motsvarar 10 års (3563 dagars) nattljus. 1000 timmar motsvarar 125 dagar.

## Natriumlampa

En natriumlampa är en typ av gasurladdningslampa som använder exciterat natrium i gasform för att producera ljus. Det finns två huvudtyper av natriumlampor: lågtrycks- respektive högtrycksnatriumlampor.

Natriumlampor är mycket energisnåla (har mycket högt ljusutbyte) jämfört med andra ljuskällor och har därför kommit att användas i stor skala som gatubelysning längs vägar och i tätorter.

Karakteristiskt är det gulaktiga skenet som varierar från i stort sett monokromatiskt gult hos vissa lågtryckslampor till ett varmt, gulvitt sken med mycket god färgåtergivning hos vissa högtryckslampor.

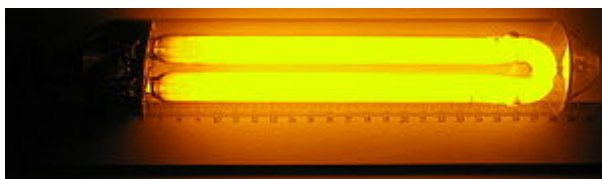
### Lågtrycksnatriumlampa



Lågtrycksnatriumlampa(LPS/SOX) i en armatur för gatubelysning på full effekt.



Släckt Lågtrycksnatriumlampa



Tänd 35 W Lågtrycksnatriumlampa på full effekt

Lågtrycksnatriumlampen, eller **SOX** (engelska *Sodium OXide*, också kallat **LPS** (engelska *Low Pressure Sodium*) består av ett yttre skal av glas täckt med ett värmereflekterande lager av indiumtennoxid, en halvledare som släpper igenom synligt ljus men reflekterar infrarött ljus (värme).

Den inre delen av lampen är ett U-format rör innehållande natrium i metallisk form och små mängder av ädelgaserna neon och argon. När lampen slås på lyser den till en början med ett svagt rött sken tills natriumet förgasats och börjat lysa med det typiska orangegula skenet. Denna enklaste typ av lågtrycksnatriumlampa producerar ett praktiskt taget monokromatiskt ljus.

Som en följd av detta har lamporna mycket dålig färgåtergivning eftersom de föremål som belyses av lampen endast reflekterar detta ljus. En annan egenskap är att ljusflödet från lamporna inte sjunker nämnvärt under dess livstid, till skillnad från de flesta andra ljuskällor. Istället stiger strömförbrukningen något. Lågtrycksnatriumlampor innehåller till skillnad från nästan alla andra urladdningslampor inte kvicksilver.

#### Användning

Lågtrycksnatriumlampor är de mest energieffektiva elektriska ljuskällorna - upp till 200 lm/W<sup>[1]</sup>. Ljusutbytet hos en 100 W lågtrycksnatriumlampa motsvarar ungefär en 350 W kvicksilverlampa och en 1200 W halogenlampa i jämförelse.

Lamporna finns i styrkor från 10 W till 180 W. Längden ökar emellertid stort med ökande styrka varför den fysiska storleken hos de starkare lamporna kan ge problem för konstruktörer och formgivare.

#### Högtrycksnatriumlampa



Högtrycksnatriumlampor, 150 resp. 100W

Högtrycksnatrium-, SON- eller HPS-ljuskällor (engelska *high pressure sodium*) används i lampor som lyser upp vägar och andra ställen nattetid. Den speciella färg som de lyser med gör att sportarenor,



eljusspår och växthus kan ses lysa gyllengula på natten. Det var General Electric USA som var först ute med HPS men Osram-GEC, Mazda och Philips var goda kombattanter i tävlingen om att ta fram det första exemplaret.

Orsaken till det gyllengula ljuset är att det i ljuskällan finns natrium under högt tryck. När tänddonet i armaturen värmt upp natriumet tillräckligt släpps full spänning på och ljuskällan börjar lysa.

Processen tar ett par minuter varför man kan se en del av den om man tittar upp i en sådan ljuskälla just då. Ljuset innehåller mycket gult ljus varför en del färger mattas av och inte syns så bra – men betydligt bättre än för lågtrycksnatrium. Däremot fås en mycket bra kontrastverkan vilket kan utnyttjas vid en del arbeten.

En 1000 watts högtrycksnatriumljuskälla levererar hela 130 000 lumen vilket motsvarar ljuset från 130 halogenlampor på 75 watt (totalt 9750 watt). Ljusutbytet hos en 100 watts högtrycksnatrium motsvarar ungefär en 265 watts kvicksilver och en 1050 watts halogen i jämförelse.

Högtrycksnatrium (HPS) är en av medlemmarna i familjen *high intensity discharge* (HID). De är de mest effektiva av de kommersiellt tillgängliga ljuskällorna av idag. HPS introducerades 1968 som högeffektiva ljuskällor för tillämpningar av utomhus-, säkerhets- och industribelysning. De är idag vanliga som gatubelysning tack vare sin långa livslängd. Idag finns även HPS-armaturer för inomhusbruk och de kan användas där inte färgåtergivningen har så stor betydelse.

#### *Grundläggande funktion*

I en högtrycksnatriumlampa finns ett ljusbågerör som innehåller xenon (Xe), natrium (Na) och kvicksilver (Hg). Xenongasen joniseras lätt och underlättar på så sätt tändningen av ljusbågen när spänning ansluts till elektroderna. Hettan från ljusbågen förgasar i sin tur kvicksilvret och natriumet. Kvicksilvergaset ökar trycket i ljusbågeröret och arbetsspänningen, natriumgasen börjar producera ljus när trycket i ljusbågeröret är tillräckligt stort. Högtrycksnatriumlampor är effektivast på att producera ljus av alla ljuskällor – hela 29 % av den tillförda energin omvandlas till ljus.

#### *Ljuskällan*

1. Ljusbågeröret innehåller xenon och en natrium-kvicksilveramalgamblandning och utgör den aktiva delen för ljusproduktionen.
2. Elektroderna som är tillverkade av volfram levererar en högspänning med en högfrekvenspuls för att tända ljusbågen och förgasa kvicksilvret och natriumet.
3. Lampsockeln möjliggör anslutningen av elektricitet.
4. Det yttre glashöljet skyddar ljusbågeröret från drag och temperaturvariationer. Det förhindrar även oxidation av de interna delarna och fungerar som filter för de av kvicksilvergaset genererade UV-strålarna.
5. En del ljuskällor har ett inre fosforytskikt på glashöljet för att diffusera (matta av) ljuset.



### *Driftdon*

Högtrycksnatriumlampor behöver ett driftdon för att reglera strömflödet och för att leverera rätt spänning till ljusbågen. Högtrycksnatriumlampor innehåller inte någon startelektrod utan har istället en elektronisk krets inuti ballasten som genererar en högspänningspuls till elektroderna.

### *Teknisk data*

- Effektivitet 40–140 lm/W
- Färgtemperatur 1900–2800 K
- Ra 20–80
- Avmattning 10–15 %
- Livslängd vid 10 timmars drift per start 10 000–24 000 timmar

### *Tändning, uppvärmning och tändning igen*

Det går inte att omedelbart få full ljusstyrka från en HPS-ljuskälla. Efter påslaget byggs successivt temperatur och tryck upp för att kunna initiera tändningen. Enstaka gånger kan det gå ganska snabbt men normalt tar det cirka fyra minuter. Under denna tid, då natriumet blir allt hetare, skickar ljuskällan ut ljus av skiftande färger.

Om spänningen slås ifrån slocknar lampan. Innan lampan tänds igen måste den få kylas av och kan först tändas efter två minuter. Detta medför att om lång livslängd eftersträvas skall ljuskällan låtas lysa under längre perioder – om ljuset slås av och på ideligen kommer livslängden att minska drastiskt.

Om kontinuerlig drift är ett krav kan en ljuskälla med två separata ljusbågerör i samma ljushållare användas – dessa kallas ”standby” och erbjuder snabb tändning men har ändå full livslängd under förutsättning att inte strömmen bryts. Dessa ljuskällor behöver dock inte kylas ned innan ett nytt tändförsök påbörjas. Under normal drift alternerar de två ljusbågerören om att vara igång vilket, i princip, fördubblar livslängden.

Det finns andra HPS-armaturer som innehåller en kvicksilverljuskälla som reserv om HPS-ljuskällan skulle falla eller om ett strömavbrott skett. Dessa lampor är av kostnadsskäl inte vanliga.

### *Tillämpningar*

HPS-ljuskällor behöver inte som metallhalogen ha kapslingar som förhindrar damm och andra luftföroreningar att lagra sig på ljuskällans ytterglas. Detta förenklar utformandet av armaturer. Dessutom brinner ljuskällan på ett sådant sätt att ett mindre antal ljuskällor behövs per ytenhet jämfört med metallhallogen.

Färgtemperaturen varierar inte mycket. En ”deluxe” HPS-ljuskälla har ett ganska högt Ra-tal på 65 (av 100) och en färgtemperatur på 2100–2200 kelvin i jämförelse med en standardmässig HPS-ljuskälla



som har 1900–2100 kelvin. Alla HPS-ljuskällor utom "white SON" levererar ett gyllengult ljus och rekommenderas inte som normal innerbelysning.

HPS-ljuskällorna finns från 35–1000 watt och lämnar mellan 70 till 120 lumen per watt inklusive ballasten. Elektronisk ballast ökar effektiviteten.

### **White SON**

Denna typ av ljuskälla har ballast med en elektronisk krets som höjer ljustemperaturen samt ökar Ra-talet (färgåtergivning). Färgtemperaturen ligger på 2600–2800 kelvin vilket är mycket nära vanligt glödljus. Dessutom är det så att dessa värden, till skillnad från metallhalogen, bibehålls i stort sett intakta under ljuskällans hela livslängd. Trots att en White SON har en ganska låg verkningsgrad på 46–54 lumen per watt är den på många sätt det bästa alternativet, om inte det enda, om en högeffektiv ljuskälla ska ersätta ett glödljus.

## Kvicksilverlampa

Kvicksilverlampa är en ljuskälla av typen gasurladdningslampa. Lampan behöver en särskild armatur för att tändas. Kvicksilverlampan har vanligtvis en beläggning av fosfor på insidan av glaset, för att omvandla UV-strålar till synligt ljus. Detta förbättrar färgåtergivningen, eftersom lampan annars saknar rött ljus. Glaset ger även skydd mot UV-strålarna som lampan avger. Om UV-skyddet har på något sätt skadats kan gatlyktans skärm bli gulfärgad, om skärmen är av plast. Dessutom får lampan en mer turkosaktig färg. Lampan går sällan sönder helt, men tappar efter ett tag ljusstyrka samtidigt som den använder lika mycket energi. Det finns även så kallade blandljuslampor som är en kvicksilverlampa med en glödtråd inuti som fungerar som strömbegränsare.



En kvicksilverlampa på 1 kW med E40-sockel



En 80 W kvicksilverlampa.



En kvicksilverlampa utan fosfor i en utomhusarmatur ca 15 sekunder efter tändning.



### *Användning*

Kviksilverlampan används vanligtvis i gatlyktor eller annan utomhusbelysning, men används ibland även inomhus. Lampan avger ett vitt ljus med en svag ljust blå ton, 3000-4200°K. Kviksilverlampan finns i 50 W, 80 W, 125 W, 250 W och 400 W. Kviksilverlampan har bra färgåtergivning jämfört med natriumlampor men är mindre energieffektiva än natriumlampor. Den har högre energieffektivitet än en glödlampa, 55 lm/W ger kvicksilverlampan kontra glödlampans 13 lm/W.

### *Tändning*

Det finns en speciell startelektrod inuti lampan, som är inkopplad via ett motstånd. Tack vare detta behövs ingen startanordning, vilket är fallet med lysrör. Men den behöver ett driftdon för strömbegränsning. När lampan slås på sänder ljusbågsröret först ut ett blåviolett ljus för att bara en liten del av kvicksilvret är joniserat och trycket i ljusbågeröret är mycket lågt, då det mesta av ljuset är ultraviolett. Om lampan har en beläggning av fosfor så uppfattar man ljuset rosa i början, eftersom UV-strålarna omvandlas till det och andra synliga våglängder i stort sett saknas. Om det är en klar lampa uppfattas det lilla synliga ljuset som violett. Efter ett tag bildas en ljusbåge, detta medför att lampan blir varmare och trycket i ljusbågeröret blir högre. Ljusfärgen blir då mer inom ett spektrum som det mänskliga ögat kan se, eftersom spektrumet blir större ger lampan ett ljus som ser vitt ut (med en svag blå ton). Lampan har inte samma färgtemperatur hela tiden när den är tänd, den växlar lite i färgtemperatur.

### *Framtid*

EU har beslutat att förbjuda kvicksilverlampor 2015. Hundratusentals gatlampor ska bytas och det medför stora kostnader. <sup>[1]</sup>

### *Egenskaper*

|                         |                                 |
|-------------------------|---------------------------------|
| <b>Vanliga effekter</b> | 50 W, 80 W, 125 W, 250 W, 400 W |
| <b>Färgåtergivning</b>  | 3000-4200°K                     |
| <b>Medellivslängd</b>   | 12000-24000 h                   |



## Metallhalogen

Metallhalogenljuskällor har medelmåttigt till mycket bra ljusvärde (Ra 65-95+ beroende på typ) och finns med färgtemperaturer på 3000-20000 °K. Ljusspektrat är bredbandigt varför ljuskällan lämpar sig för växtodling. För att lampan ska kunna lysa är armaturen försedd med ett tänddon. Ljuskällan är relativt dyr och armaturen blir lite klumpig och även den dyr. Det finns ljuskällor från 20 - 2000 W och 1700 - 225.000 lumen.



### Exempel på en metallhalogenlampa

Metallhalogenlampan är funktionsmässigt ganska lik kvicksilverlampan. Ljuset kommer från ljusbåge i ett rör med en gasblandning, och de har ofta en beläggning av fosfor på insidan, för att förbättra färgåtergivningen. Gasblandningen består av argon, kvicksilver och olika andra ämnen som ger lampan dess egenskaper. Lampan kan inte kopplas in direkt på elnätet, ett driftdon krävs. Först skapas en spänningspuls som startar ljusbågen, och sedan reglerar driftdonet strömmen genom lampan. Ljuskällan har bra verkningsgrad. Den ger typiskt 65-115 lumen per watt, i jämförelse med kvicksilverlampan som ger 50-55 och glödlampan som ger ett tiotal.



## Keramisk metallhalogen

Keramisk metallhalogen (CDM-lampa) är en relativt ny ljuskälla som är en energieffektivare variant av den klassiska kvicksilverlampan. Urladdningen sker i ett keramiskt rör. Under driften kan temperaturen på ljusbågsröret överstiga 1 000° C. Ljusbågsröret innehåller kvicksilver, argon och metallhalogensalter. Pga den höga temperaturen är dessa salter delvis i gasform. I detta heta plasma delas salterna upp i metallatomer och jod. Metallatomerna är huvudkällan till ljuset i dessa lampor.

Resultatet blir ett blåaktigt ljus som ligger nära dagsljusets, med färgåtergivningsindex upp till Ra 96. Den exakta färgtemperaturen och färgåtergivningsförmågan är dock beroende av hur man mixar metallhalogensalterna så även varmvita alternativ finns. De CDM-lampor som har börjat användas som färgförbättrad belysning vid övergångsställen, på gångbanor och i växande utsträckning som gatubelysning i Stockholm med förorter, samt på flera ställen i landet, är mer varmvit (2 720-2 880° K) och glödlampsliknande och har betydligt bättre färgåtergivning än kvicksilverlampor och natriumlampor.

Till skillnad mot de flesta andra gasurladdningslampor, som brukar ändra färg med åldern, ska CDM-lampan under sin livstid behålla sin ursprungliga ljusfärg.

CDM-lampor ger minst ca fem gånger mer ljus än motsvarande glödlampa (80-117 lm/W). De är också betydligt mer energieffektiva än de gamla kvicksilverlamporna, vilka snart kommer att förbjudas i EU pga sin låga verkningsgrad och dåliga färgåtergivning. Om man samtidigt passar på att byta till effektivare armaturer för gatubelysning kan man spara 50-70% energi. <sup>[1]</sup>

Exempel på användningsområden, förutom som gatubelysning, kan vara vid film- & TV-inspelning, fotografering, butiks- & fasadbelysning.

Glimtändaren för keramiska metallhalogenlampor (den del som skickar elektricitet till driftdonet för att starta ljusbågen) har andra specifikationer än en vanlig HQI-lampa. Om man byter glimtändaren (vanligen en i vit plast eller aluminium inkapslad del av armaturen) mot fel sorts glimtändare kommer tändningen inte att fungera.

## LED-lampa

LEDlampa är ett vardagligt uttryck för en lampa bestående av en eller flera lysdioder monterade i en standardsockel för att kunna ersätta till exempel vanliga glödlampor.



LED-lampa med E27 sockel.

Fördelarna med en lysdiodlampa är framför allt dess mycket låga energiförbrukning, närmare endast en tiondel mot än en glödlampslampa samt den mycket långa hållbarheten, upp till 50 gånger längre hållbarhet än en vanlig glödlampa. En ytterligare fördel är att lysdiodlampan inte innehåller kvicksilver, vilket lysrörslampor gör.



I takarmaturerna i tvättstugan har gamla lysrör bytts ut mot LED-lysrör.

Lysdioder/LED är ett överlägset val av en mängd olika skäl.

LED använder väldigt lite energi, ofta långt mindre än de kompakta fluorescerande lampor som för närvarande marknadsförs som "energibesparande". Detta leder till stora besparingar i elförbrukning.



LED: s har de senaste 10 åren utvecklats till en livslängd på svindlande 50 000 timmar, i vissa applikationer ännu mer. Det gör dem mycket billigare än andra lampor, på lång sikt och sparar även tid och besvär med att byta glödlampor regelbundet, särskilt på svårtillgängliga platser.



Lysrör har bytts ut mot LED-plafond med rörelsedetektor och batteribackup.



LED-belysning "Floodlight" för fasad- och gatubelysning.

Lysdioder avger inget UV-ljus och är säkra för människor med hälsoproblem och som påverkas av lysrör.

Lysdioder producerar mycket lite värme, vilket kraftigt minskar belastningen på luftkonditioneringssystem och minskar därmed energiförbrukningen ytterligare.

Lysdioder kan monteras i de flesta standard belysningsarmaturer.



Lysdioder avger inget hörbart surrande som fluorescerande lampor kan göra vilket är mycket irriterande och stör också radiofrekvenser.

Lysdioder är kvicksilverfria, de utgör inget omedelbart hot, om de är trasiga och de kräver inte att hanteras som farligt avfall. Kompakt fluorescerande lampor är mycket giftiga om de spricker och kräver hantering som farligt avfall.

Lysdioder kommer i ett stort antal modeller som passar alla tillämpningar.

Lysdioder är stöt och vibrationresistenta, det finns inga sköra trådar som lätt kan skadas.