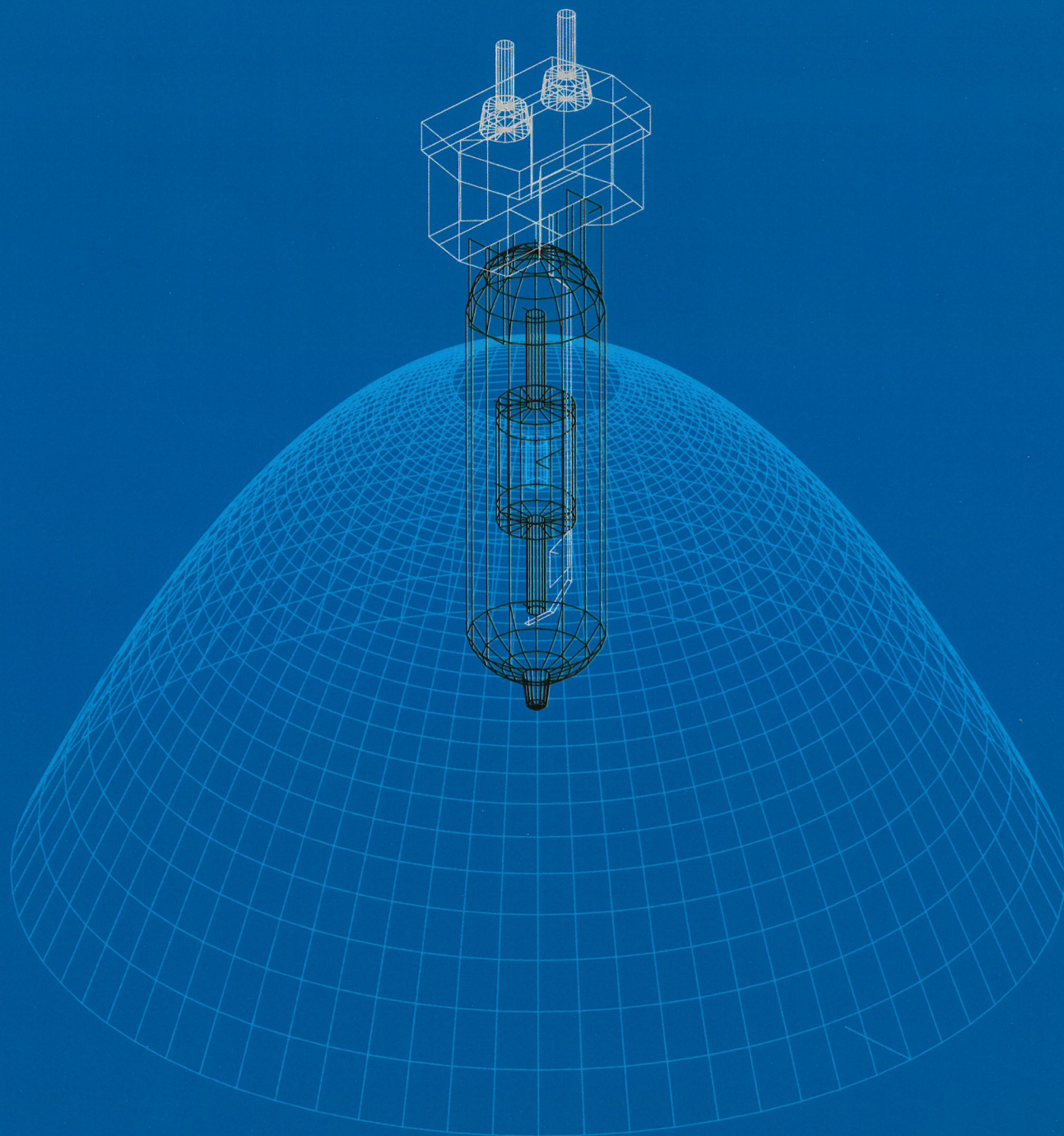


# KENNSLUBÓK Í LÝSINGARTÆKNI



eftir Leif Wall



# Kennslubók í lýsingartækni

---

eftir Leif Wall

**Lärobok i belysningsteknik**

© 4. útgáfa 2005 Leif Wall

**Kennslubók í lýsingartækni**

© 2006 IÐNÚ bókaútgáfa

Íslensk þýðing: Jóna Dóra Óskarsdóttir

Formáli og yfirllestur: Aðalsteinn Guðjohnsen

Bók þessa má ekki afrita með neinum hætti, svo sem ljósmyndun, prentun, hljóðritun eða á annan sambærilegan hátt, að hluta eða í heild, án skriflegs leyfis höfundar og útgefanda.

Umbrot: Bjarki Pétursson

Prentun og frágangur: Prentstofa IÐNÚ

ISBN 9979-67-180-7

ISBN-13 978-9979-67-180-0

---

## Formáli

Þessi kennslubók um lýsingu er þýðing á sænsku bókinni Läraðbók í belýsingsteknik eftir Leif Wall (4. útgáfa 2005).

Hún er sérstaklega ætluð verðandi rafvirkjum en kemur væntanlega ýmsum öðrum að gagni. Má þar nefna ráðgjafa, hönnuði, tæknimenn og arkitekta sem fást við verkefni þar sem góð lýsing skiptir máli.

Hér á landi hefur undanfarna tvo áratugi verið notast við bókina Handbók um lýsingartækni (1986) sem er þýðing á sænsku bókinni Handbók í belýsingsteknik eftir Lars Starby (1983).

Góð lýsing er mikilvægari en flestir gera sér grein fyrir. Ljósfræði, lýsingartækni og hönnun góðrar lýsingar eru hrifandi greinar. Í þeim sameinast stærðfræði, eðlisfræði, lífeðlisfræði, tækni, sálfræði og fagurfræði á áhrifamikinn hátt.

Góð lýsing eykur gæði og afköst í allri vinnu og stuðlar jafnframt að vellíðan og öryggi á öllum sviðum.



---

# Efnisyfirlit

---

Lýsing er mikilvæg fyrir fólk og samfélag .....	1
Hverju sækjumst við eftir með lýsingu? .....	4
Hvað er ljós?.....	6
Ljóstæknihugtök .....	8
Skilyrði fyrir góðri lýsingu .....	10
Reglur og leiðbeiningar um lýsingu .....	19
Ljósjafar eru gæddir mörgum eiginleikum .....	23
Endingu má skilgreina á ýmsan hátt .....	25
Ljósstreymi og ljósnýtni.....	27
Litaráhrif – litbrigði og litagæði.....	28
Glóperur .....	31
Halóenglóperur .....	36
Flúrpípur.....	44
Litlar flúrpípur og flúrperur.....	47
Háprýstar úrhleðsluperur .....	50
Ræsibúnaður .....	53
Lampar.....	59
Að skipuleggja og reikna út lýsingu .....	69
Nytstuðulsáferðin .....	72
Punktaáferðin .....	76
Lúxkúrfa .....	80
Tölvustudd lýsingarhönnun.....	81
Lýsing og umhverfisvernd.....	89
Orkunýting .....	94
Ljósstýring.....	100
Neyðarlýsing .....	106
Ljósdióður .....	108
Lýsing með ljóstrefjum .....	112
Lýsing utanhúss.....	117
Ljósmæling.....	127
Orðaskrá .....	133

---





# Lýsing er mikilvæg fyrir fólk og samfélag

Ljós og lýsing eru svo sjálfsgöð fyrirbæri að við stöldrum yfirleitt ekki við það hversu mikilvæg þau eru. En reyndu að ímynda þér hvernig lífið væri ef við hefðum enga raflýsingu.

Tökum til dæmis skólann. Skólaárið fellur að mestum hluta saman við haust og vetur þegar dimmast er. Ef við hefðum ekki rafmagnsljós gætum við aðeins verið í skólanum stuttan tíma yfir hádaginn þegar bjartast er. Annars værum við ef til vill í skólanum á sumrin og með frí á veturna.

Fyrr á tímum gegndi landbúnaður hér á landi mun stærra hlutverki en nú er. Þá voru útistörf, til að mynda heyskapur, unnin á sumrin. Á veturnum, þegar orðið var dimmt og kalt, fór lífið að mestu fram innandyra. Vinnan var að mestu leyt í því fólgin að dytta að hlutum og jafnvel búa þá til ef þörf og tök voru á. Það má ætla að á veturna hafi menn fremur tekið lífinu með ró og hvílt sig. Nú búum við hins vegar í nútímaþjóðfélagi. Ódýr raflýsing gerir okkur fært að vinna óháð dagsbirtunni. Og ef við verðum fyrir því óláni að lenda í slysi, eða verða veik og þurfa að fara á sjúkrahús, er lýsing fyrir hendi og meðhöndlun getur hafist strax.



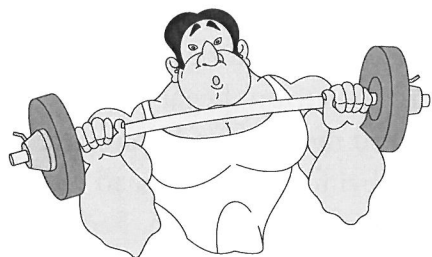
Nú á dögum vinnum við helst í dimmu mánuðunum og þegar sumarið kemur viljum við eiga frí og hvíla okkur.

Til þess að fyrirtæki gangi vel er mikilvægt að tæki og vinnuafli nýtist á sem hagkvæmasta hátt. Tímakostnaðurinn á dýrri vél, sem aðeins er hægt að nota í nokkra tíma á degi hverjum, verður mikill. Með aðstoð lýsingar má nota vélina allan sólarhringinn. Þannig getur framleiðslan orðið ódýrari. Það er síst orðum aukið að halda því fram að rafljósið sé undirstaða mikilla lífsgæða.

Tökum annað dæmi, ferðalög. Áður fyrr urðum við að finna gistihús áður en myrkrið skall á. Það var hættulegt að ferðast í myrkri. Bæði var erfitt að rata og stöðug hætta á að verða á vegi ræningja. Nú eru samgöngukerfi okkar í notkun allan sólarhringinn. Nútíma götulýsing og ökuljós farartækja gera okkur kleift að ferðast nokkuð örugglega óháð dagsbirtunni. Nú fer mjög stór hluti vöruflutninga fram á nóttunni.

Þá hefur færst meira líf í frístundirnar. Eftir skóla-tíma eða vinnu fara mörg okkar í vel lýst íþróttahús í líkamsþjálfun. Aðrir setjast í uppáhalds hægindastólinn sinn til að lesa góða bók, fara í leikhús eða á tónleika. Sumir bregða sér á krá og slaka á með bjórglas í notalegri birtu frá kerti. Nú minnkum við ljósið þegar við ætlum að hafa huggulega eða hátíðlega stemningu. Áður fyrr kveiktu menn hins vegar enn fleiri ljós. Ódýr raflýsing hefur svo sannarlega breytt lífi okkar. Hægt væri að taka miklu fleiri dæmi. Hugsaðu bara út í það hvaða þýðingu ljósið hefur fyrir öryggi og þægindi á öllum vinnustöðum. Lýsing er ódýr og mikilvæg. En það hefur ekki alltaf verið svo.

Fyrir 80–90 árum var raflýsing munaður sem fáir gátu leyft sér. Það eru aðeins rúmlega hundrað ár síðan kveikt var á fyrstu ljósaperunni.



### Ræðið

Gefum okkur að rafljósið sé ekki til. Hvernig mundi það breyta lífi þínu?

Fram á miðja 19. öld voru dagsbirtan og eldurinn mikilvægustu ljósgjafarnir. Ljosið fékkst frá opnu eldstæði og menn tóku með sér logandi sprekk til að sjá til annars staðar í herberginu. Þetta var bæði hættuleg og léleg lýsing. Það var ekki fyrr en í lok 18. aldar að eldspýtur voru fundnar upp. Fyrir daga þeirra var líka erfitt að kveikja eld og þess vegna lá mikið við að halda í honum lífinu.

Vissulega voru til bæði tólgarkerti og vaxkerti. En vaxkerti voru mjög dýr. Þá voru tólgarkertin ódýrari, en þau voru búin til úr dýrafitu þegar slátrað var. Á stóru býli voru notuð u.þ.b. tíu tólgarkerti á ári. Sterínkerti eru aftur á móti síðari tíma uppfinning.

Annar ljósgjafi var lýsislampinn. Lýsið var unnið úr fiski.

1 Árið 1869 var steinolían fundin upp. Hún var ódýr, brann með jöfnum loga og var tiltölulega hættulítill. Steinolíulampar urðu fljótlega algengir ljósgjafar.

2 Árið 1879 fékk T. Edison einkarétt á uppfinningu sinni, glóperunni, en það leið frekar langur tími áður en hún var tekin í almenna notkun. Í fyrri heimsstyrjöldinni varð steinolían sjaldséð vara og þá var farið að byggja upp rafdreifikerfið til þess m.a. að geta tekið upp raflýsingu.



3. 1904

## Hverju sækjumst við eftir með lýsingu?

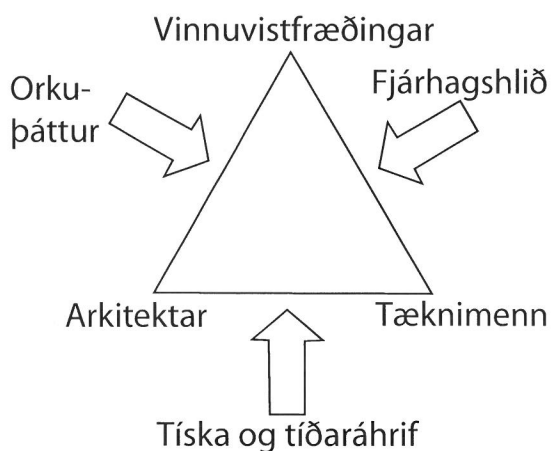
---

Að koma upp lýsingu felur meira í sér en það eitt að setja upp lampa, raftengja hann og hleypa á straumi. Ljósíð á að gera okkur kleift að sjá betur, en við notum það enn fremur til að setja svip á umhverfi okkar, skapa stemningu og öryggi. Og jafnvel þótt lýsingin sé ódýr má hönnun hennar og notkun ekki valda óþarfa kostnaði. Lýsing þarf orku. Þess vegna er þörf á því að leita eftir hagkvæmum lausnum án þess að snúa baki við vinnuvistfræðilegum þáttum eða fórnarþægilegu umhverfi.

Starf okkar og reynsla á sinn þátt í því hvaða þýðingu við gefum lýsingu. Fyrir arkitektum og innanhúshönnuðum er lýsing fyrst og fremst aðferð til að skapa stemningu og gefa rýminu visst yfirbragð. Oftast nær vantar þekkingu til að hanna lýsingu þannig að hún gefi þægilega og notalega lýsingu til vinnu.

Tæknimenn hafa hins vegar þá tilhneigingu að skipuleggja lýsingu fyrst og fremst með tilliti til ákveðinna lúx-gilda, glýjustuðla o.s.frv. Tilfinning þeirra fyrir umhverfisþáttum lýsingar er sjaldnast eins næm og hjá innanhúshönnuðum og arkitektum. Þess vegna koma oft upp ólíkar skoðanir á því hvernig lýsingin eigi að verða og hvaða búnað skuli nota.

Þegar tæknimenn og innanhúshönnuðir hafa komist að niðurstöðu og einhver hefur verið ráðinn til að koma kerfinu upp, er ekki víst að hann eða hún sé ánægð með lýsinguna. Hér á eftir munum við komast að raun um að til þess að sjá vel til, er ekki nóg að nægileg birta sé fyrir hendi. Á þessu stigi málsins er oft framkvæmd eftirlitskönnun til þess að komast að því hvar skórinn kreppir. Þá kemur kannski í ljós að val á ljósgjöfum hefur ekki verið heppilegt, lamparnir eru lélegir og valda glýju (ofbirtu) eða hafa ekki verið rétt staðsettir.



## Tillaga um kynningarheimsókn

Farið í stórverslun,  
á sýningu, safn o.s.frv.

Athugið hvernig  
lýsing er háttað.

Veltið fyrir ykkur og ræðið  
það af hverju þessi tiltekna  
lýsing er höfð!

Gæti hún verið betri?

Í lýsingarlausnum nú til dags geta tíu sentimetrar til eða frá í staðsetningu lampa skorið úr um það hvort lýsingin verði góð eða slæm.

Á síðari árum hafa rannsóknir leitt í ljós að lýsing hefur ýmis áhrif sem við höfum hingað til ekki gert okkur grein fyrir. Í höfðinu á okkur er kirtill sem nefnist **heila-köngull**. Hann framleiðir **melatónín**, en það er hormón sem gerir okkur þreytt og kemur okkur til að sofna. Hormónaframleiðsla kirtilsins stjórnast af ljósinu. Þegar bjart er minnkar eða stöðvast melatónínframleiðslan og við hressumst. Hjá sumu fólki virkar þessi hormónastjórnun illa og það getur orðið þunglynt. Þessu fólki má hjálpa með svokallaðri **Ljósamedferð**. Hún felst í því að sjúklingnum er komið fyrir í herbergi með mjög sterku ljósi. Yfirleitt mæla lækningar með því að við séum úti einhverja stund á hverjum degi meðan dagsbirtu nýtur.

Ljósið er einnig notað til þess að meðhöndla ýmsa sjúkdóma, t.d. sóríasis. Þegar sólin skín á húðina myndast D-vítamín. Það er jafnvel talið að birtan hafi áhrif á kynhvöt.

Ljós er þannig töluvert annað og meira en lampi í loftinu. Allir sem koma að hönnun og uppsetningu lýsingarkerfis gegna ábyrgðarstarfi. Til þess að útkoman verði góð er nauðsynlegt að vinna saman. Á þér, verðandi rafvirkja, hvílir líka ábyrgð. Á þessu námskeiði muntu læra meira um lýsingu, þá ljósgjafa og lampa sem notaðir eru og hvernig þú átt að setja upp lýsingarkerfi. Þú munt oft fá tækifæri til að hafa sjálf(ur) áhrif á það hvernig lýsingin er hönnuð. Þá er mikilvægt að vita að hverju þarf að hyggja til þess að þeir sem síðan eiga að nota lýsinguna verði ánægðir.

## Könnun

Einn eða fleiri nemendur fara á Netið og nota hentuga leitarvél, t.d. Google.

Færið inn orðið *Ljósamedferð*.

Hversu margar niðurstöður fáið þið?

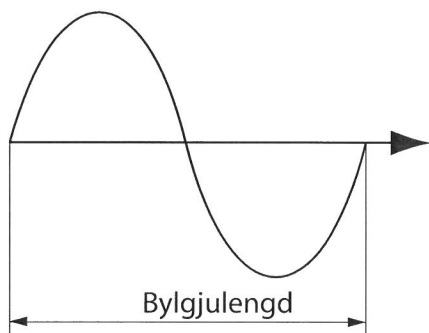
Opnið nokkrar af þessum síðum og gerið samantekt úr þeim.

# Hvað er ljós?

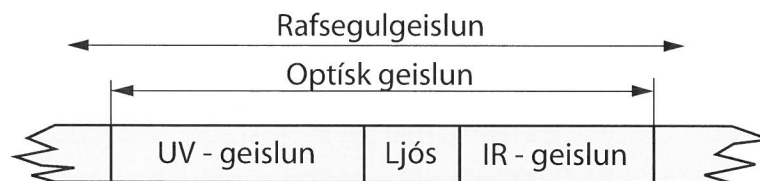
Ljósið gerir það að verkum að við sjáum og upplifum umhverfi okkar. Ef þú kveikir á vasaljósi sést ljósgeisl- inn ekki, aðeins það sem verður fyrir geislanum. Ljós er einnig notað sem hugtak fyrir það sem við sjáum, „við kveikjum ljós“. Ljósið sér okkur fyrir skynjunum og miðlar upplýsingum.

Sem eðlisfræðifyrirkæri er ljós **geislun**. Nánustu ætt- ingjar þess eru **útfjólublá** og **innrauð geislun**. Þessar þrjár geislunartegundir nefnast í einu orði optísk geislun og eru hluti af svonefndri rafsegulgeislun. Aðrar tegundir rafsegulgeislunar eru geimgeislun, gammageislun, rönt- gengeislun, míkrobylgjur, ratsjár- og útvarpsbylgjur. Viss tegund geislunar felur í sér mikla orku og er hættuleg. Það gildir t.d. um geimgeislun, gamma- og röntgengeisl- un. Í útfjólublárrí geislun er meiri orka en í ljósi. Útfjólu- blá geislun brennir húðina og eyðileggur viss efni. Litir dofna, plastefni gulna og verða stökkari o.s.frv. Geislun er skilgreind út frá bylgjulengd sinni, styrk og geislunar- tíma. Bylgjulengdin ákvarðar eiginleika geislunarinnar. Hún er venjulega mæld í nm (nanómetrum). Áhrifamátt- ur geislunarinnar fer eftir styrk hennar og geislunartíma.

Sú geislun sem gerir sjónskynjun mögulega kallast ljós. Næmi augans fyrir geisluninni er háð bylgjulengd hennar. Augað nemur ljósskynjun af geislun á bilinu 380–780 nm. Næmi þess er mest við 555 nm. Geislun- argjafi sem sendir geislun með bylgjulengdina 555 nm gefur gult ljós.



$$1 \text{ nm} = 0,000000001 \text{ mm}$$

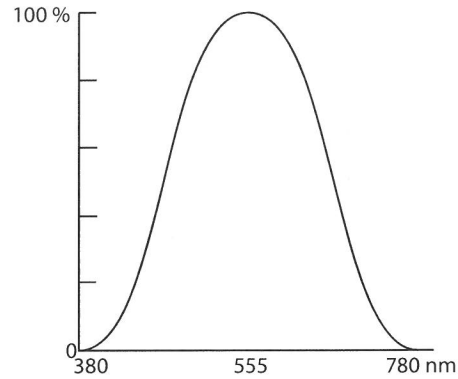


Eðlisfræðilega skilgreint er ljós optísk geislun sem gerir sjónskynjun mögulega.

9

11  
12

10



$V(\lambda)$ -kúrfan sýnir rófnæmi augans, þ.e. næmi þess fyrir mismunandi bylgjulengdum.

13

$\lambda$  er borið fram lambda

Næmi augans fyrir ólíkum bylgjulengdum er sýnt með svokallaðri  $V(\lambda)$ -kúrfu. Hún sýnir einnig breytistuðulinn milli geislunar og ljóss. Ljós mælitæki verða þess vegna að vera búin næmi sem samsvarar  $V(\lambda)$ -kúrfunni.

Hin eðlisfræðilega skilgreining á ljósi þýðir að geislun með aflinu 1 watt á 555 nm gefur meira ljós en ef bylgjulengd geislunarinnar væri styttri eða lengri.

15

Lesið um útfjólubláa geislun á vefsíðu Geislavarna ríkisins [www.gr.is](http://www.gr.is).

#### Athugunarefni:

Eru til ljósgjafar með útfjólubláa geislun?

Getur þetta haft einhver vandamál í för með sér?

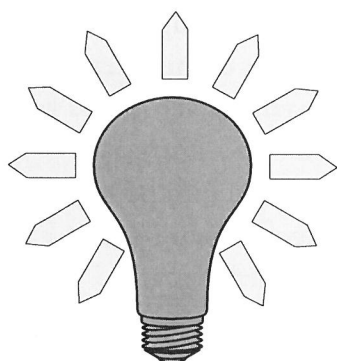
#### Athugunarefni:

Í sólbaðsstofum eru notaðar sérstakar flúrípur sem gefa frá sér útfjólubláa geisla.

Eru í gildi einhverjar reglur fyrir sólbaðsstofur? Sólarljós og sólbekkir geta valdið sólbruna. Er einhverjar hættur því samfara að vera mikið í sólböðum?

## Ljóstæknihugtök

Í lýsingartækni koma fyrir ýmis fagorð, s.s. ljósstreymi, ljósstyrkur, birta og ljómi. Hér á eftir fylgja útskýringar á þessum hugtökum. Þær eru ekki vísindalegar heldur er þeim fyrst og fremst ætlað að veita skilning á því hvað átt er við með orðunum. Við munum koma aftur að þessum hugtökum seinna í þessari kennslubók þegar röðin kemur að því að athuga nánar ljósgjafa, lampa og lýsingarhönnun.



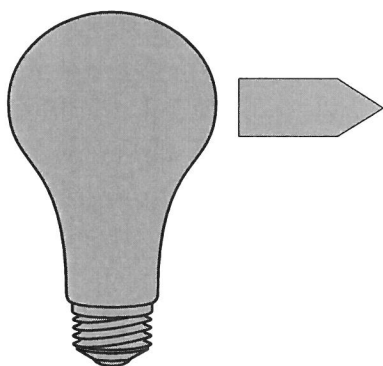
Ljósstreymi er heildarljósið frá lampanum.

**Ljósstreymi** er nátengt ljósgjöfum. Það er nefnilega mælikvarði á það hve mikið ljós ljósgjafi sendir frá sér. Ljósstreymi er mælt í lúmenum (lm). Eiginlega er það mæling á áhrifum geislunarinnar eins og hún reiknast út miðað við rófnæmi augans. Ef við tökum hlutfallið milli ljósstreymisins og rafaflsins sem fer til ljósgjafans fáum við afköst ljósgjafans, en þau nefnum við **ljósnýtni**.

$\eta$  er borið fram *eta*  
 $\Phi$  er borið fram *fi*

$$\eta = \frac{\Phi}{P}$$

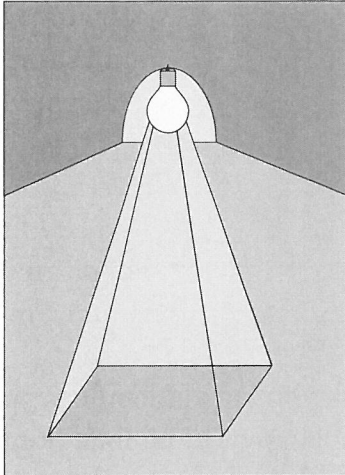
$\eta$  = ljósnýtni  
 $\Phi$  = ljósstreymi  
 $P$  = rafafli til lampa



Ljósstyrkur er ljósstreymið í tiltekna átt.

**Ljósstyrkur** er mælikvarði á ljósstreymið í tiltekna átt. Hann er notaður til þess að lýsa því hvernig ljósið dreifist frá lömpum eða ljósgjöfum. Mælieiningin fyrir ljósstyrk nefnist candela (cd). Oft eru notaðar svonefndar ljósdreifikúrfur til að sýna breytileik ljósstyrksins út frá lampa. Í þessum ljósdreifikúrfum er ljósstyrkurinn sýndur í cd/1000 lm. Ástæðan fyrir því er sú að æskilegt er að geta notað sama línurit fyrir lampa sem hefur ljósgjafa með mismunandi ljósstreymi en sömu ljósdreifingu.

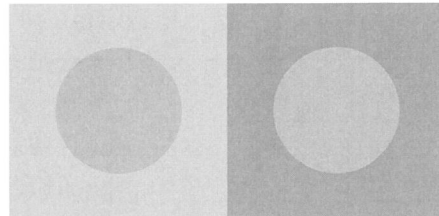




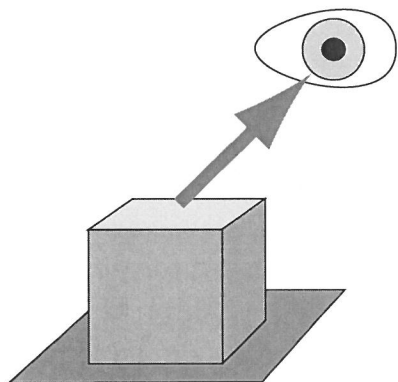
Birta er ljósstreymið á hverja flatareiningu.

**Birta** (lýsingarstyrkur) gefur til kynna hve mikið ljósstreymi lendir á ákveðnum fleti. Hann er mældur í einingunni lúx og jafngildir  $\text{lm}/\text{m}^2$ . Þegar lýsingarkerfi eru hönnuð gegnir birta stóru hlutverki.

Við upplifum umhverfi okkar sem ljóst eða myrkt. Þessi upplifun er háð því hversu bjart er og hvernig ljósið endurkastast. Birtan, sem segir til um hve mikið ljós við notum, er þess vegna afar haldlíttill grunnur að byggja á. Þá er nærtækara að notast við ljóma-hugtakið. Það er eðlisfræðilegur mælikvarði sem tekur með í reikninginn bæði ljósið sem notað er og hvernig það endurkastast. **Ljómi** er mældur með ljómamæli og einingin er  $\text{candela}/\text{m}^2$ .



Hringfletirnir eru jafnljósir. En þeir virðast ólíkir vegna þess að bakgrunnur þeirra er ekki sá sami.

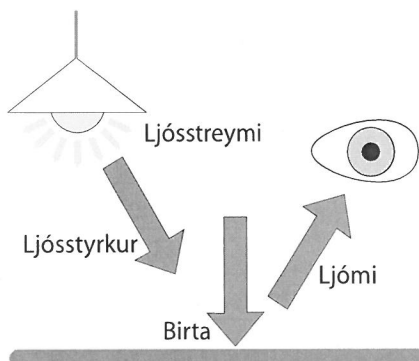


Ljómi er mælikvarði á ljósið sem endurkastast eða sem ljósflötur sendir frá sér.

Þó nægir ljóminn ekki til að gefa til kynna hversu bjart umhverfið muni koma okkur fyrir sjónir. Sjónskynjunin byggist á mun fleiri þáttum. Til dæmis virðist grár flötur sem lýstur er með ákveðinni birtu dekkri ef hann er á hvítum bakgrunni en ef hann er á dökkum bakgrunni. Ef við mælum ljómann á grúa fletinum yrði hann í báðum tilfellum sá sami. Ljómi og það hve ljóst eða dökkt eitthvað virðist er þannig tvennt ólíkt. Þrátt fyrir það er ljómi þarft hugtak og oft betra að nota það en birtu. Oft er ljómi tveggja samliggjandi flata borinn saman til að ganga úr skugga um að munurinn sé ekki of mikill, en það getur verið óþægilegt fyrir sjónina.

Við dreifið endurkast er ljóminn hlutfall af endurkastsstuðlinum og birtunni.

16-19



Hugtak	Tákn	Eining
Ljósstreymi	$\Phi$	lúmen (lm)
Ljósstyrkur	I	candela (cd)
Birta	E	lúx (lx)
Ljómi	L	$\text{cd}/\text{m}^2$

Yfirlit yfir ljóstæknihugtök.

# Skilyrði fyrir góðri lýsingu

---

Það er nokkuð útbreidd skoðun að góð lýsing sé það sama og mikið ljós. Það er alrangt. Ef þú hefur einhvern tíma lesið á bók í sterku sólskini, hefurðu sjálfsagt tekið eftir því að því fylgir þó nokkur áreynsla. Okkur finnst birtan of mikil. Ef við þírum augun minnkum við það ljós sem augun verða fyrir. Venjulega sjáum við smáatriði betur í sterkri birtu en hún má heldur ekki vera of mikil. Bæði getur það orðið til þess að við sjáum verr og líka að okkur finnist það óþægilegt.

Nú skulum við kynna hugtakið *ljósgæði*. Gæðin fara eftir því hvaða tilgangur er með lýsingunni, hvort við þurfum hana við vinnu eða viljum fyrst og fremst skapa notalega stemningu. Lýsing getur einnig verið þáttur í að minnka slyshættu eða glæpi. Lýsing er notuð til að láta okkur taka eftir vissum hlutum, til að fegra hluti eða selja meira, eins og í búðum. Gæði lýsingar velta á því hve vel hún þjónar tilgangi sínum.

Enda þótt við viljum á engan hátt draga úr fagurfræðilegu gildi ljóss skulum við nú einbeita okkur að góðri lýsingu við ýmiss konar vinnu.

### Góð lýsing verður:

- að vera laus við glýju (ofbirtu)
- að vera nægilega mikil
- að vera á réttum stað
- að koma úr réttri átt
- að vera eðlileg á litinn

ennfremur að stuðla að jákvæðum áhrifum í rýminu með því að skapa þægilega stemningu.

Mikilvæg skilyrði fyrir góðri lýsingu.

Við höfum þegar minnst á þörfina á nægilega miklu ljósi. Annað mikilvægt skilyrði er að lýsingin má ekki valda glýju (ofbirtu). Aðrir eiginleikar ljóss sem hafa áhrif á það hve vel við sjáum eru stefna þess, hvernig það dreifist í sjónsviðinu og hvernig litir koma út í viðkomandi ljósi.

## Glýja (ofbirta)

Glýja er óþægileg og spillir sjónskynjuninni. Hún stafar af sterkum ljósgjöfum í sjónsviðinu eða af of miklum mismun á ljóma.

Við gerum greinarmun á sjóndeyfiglýju og óþægindaglýju eftir því hvernig við upplifum glýjuna. Stundum er um báðar að ræða.

Ljósið þarf ekki að vera sterkt til að valda glýju. Oftast nær er það mismunurinn á ljóma sem verður til þess að glýju gætir. Reyndar þarf ljósið ekki að vera sterkara en kertaljós. Komdu þér fyrir í dimmu herbergi og lestu við kertaljós. Hlífðu augunum með því að halda hendi milli þeirra og logans. Eru áhrifin ekki betri? Kertaljósið olli glýju.

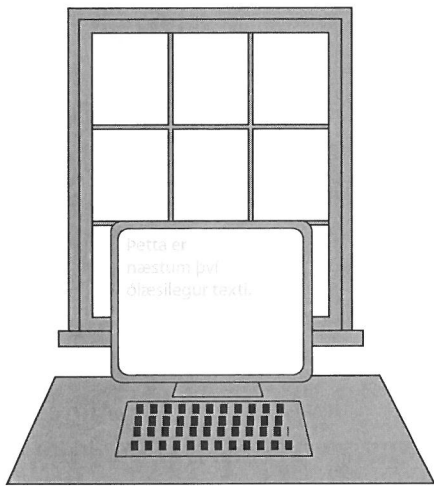
Þegar við verðum eldri verðum við viðkvæmari fyrir glýjuáhrifum. Það kemur m.a. til af því að ljósið dreifist í augasteininum, en tærleiki hans minnkar með aldrinum.

Þegar við öikum bíl í myrkri og mætum öðrum bíl, verðum við fyrir mikilli sjóndeyfiglýju. Sjónfærið minnkar mjög hastarlega. Við öikum svo að segja í blindni eitt augnablik. Mildari sjóndeyfiglýju gætir þegar horft er á eitt-hvað sem ber í ljósan bakgrunn. Þegar manneskja stendur við glugga getur verið erfitt að greina einkenni í andlitinu. Ef gluggaflöturinn er mjög bjartur sjáum við manneskjuna sem skuggamynd. En þótt við sjáum verr er ekki víst að við skynjum glýjuna. Kannski vegur sú jákvæða staðreynd að sjá út upp á móti óþægindunum af að sjá verr.

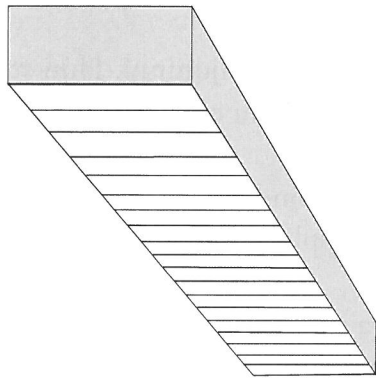
**Óþægindaglýja** getur orðið af lömpum innanhúss. Við finnum fyrir áreiti og okkur verður litið til lampans. Hann truflar því meira sem staðsetning hans nálgastr miðju sjónsviðsins.

Á sama hátt eykst glýjan eftir því sem ljósstyrkurinn frá lampanum á móti auganu er meiri. Eftir því sem ljósgjafarnir (perurnar) eru minni og ljóssterkari er meira í húfi að lampinn valdi ekki glýju. Menn eru yfirleitt sam-mála um að glýjuvandamál séu að aukast.

En ef lampi veldur glýju og okkur tekst að gera flötinn að baki honum ljósari, minnka óþægindin. Það er ein ástæða fyrir því að nota ljósa liti á loft og veggi. Lampi með uppljósum sem lýsa loftið upp, draga oftast úr glýju. En lampinn má heldur ekki beina svo miklu ljósi á loftið að það verði sjálft glýjuvaldur.



Þú skalt aldrei hafa myndskjá beint fyrir framan glugga. Glugginn mun valda sjóndeyfiglýju og það verður erfitt að lesa textann á skjánum.



Frá lampa með einföldum glýjuhlífum stafar oft óþægindaglýju.

Algengasta aðferðin til að minnka glýjuáhrif frá lampa er að koma fyrir heppilegum glýjuhlífum eða speglum (endurkösturum). Annar möguleiki er að stækka lýsflötinn. Það stafar minni glýju frá sterkum ljósgjafa í ópalkúlu eða tauskermi en ef ljósgjafinn er ber.

Einföld leið til að ganga úr skugga um hvort lýsing valdi glýju er að koma fyrir hlíf milli augans og lampans. Það gerðum við með kertið. Þegar þú reynir þetta áttu auðvitað ekki að horfa á lampann eða peruna heldur snúa þér að því sem þú ert að vinna við. Ef þér finnst þægilegra að vinna með hlífina veldur lýsingin glýju.

Í íslenskum gæðaviðmiðum fyrir lýsingu má finna reglur um **glýjustuðla** fyrir hin ýmsu rými og viðfangs efni. Þessa stuðla má reikna út en þá er ekki hægt að mæla. Útreikningurinn er gerður með UGR-aðferðinni (UGR: e. unified glare rating) og er nokkuð flókinn í útfærslu. Oft getur maður reiknað UGR-glýjustuðlana með því töluforriti sem notað er við útreikninga á lýsingu.

Glýjustuðlarnir gefa til kynna hverjar líkurnar fyrir glýju eru en segja ekki fyrir um glýjuna í raun. Glýjan í rýminu er breytileg, allt eftir staðsetningu manns og hvert horft er.





Ef glýjustuðullinn er 15 þýðir það að glýjan, ef hún er fyrir hendi, er mjög lítil. Ef hann er aftur á móti 24, gefur það til kynna að hættan á glýju sé mjög mikil og að hún geti verið til óþæginda. Aukning stuðulsins um þrjú stig sýnir verulega breytingu til hins verra.

Glýjustuðull	Líkur á glýju
15	Óveruleg hættu
18	Nokkur hættu
21	Hættu
24	Veruleg hættu

Glýjustuðla fyrir lýsingarkerfi má reikna út með UGR-aðferðinni.

## Nægilegt ljós og á réttum stað

Almennt má segja að við sjáum betur eftir því sem birtan er meiri. Það þýðir að auðveldara er að greina smáatriði og það kostar okkur minni áreynslu. Þó eru til þau mörk þegar birtan er orðin svo mikil að við förum að sjá verr. Það getur komið fyrir úti undir beru lofti í sterku sólskini. Þá getur birtan orðið meiri en 100 000 lúx. Það er töluvert meira en þau 300–1000 lúx sem venjulega eru höfð á vinnustöðum innandyra. Það er sáralítill

			
100 000	10 000	300 - 1000	< 1 lúx

Dæmi um mismunandi birtustig.

hætta á að birtan innanhúss verði of mikil. Ef okkur finnst hún vera of mikil inni stafar það yfirleitt af öðrum þáttum, t.d. miklum andstæðum í sjónsviðinu (of mikill mismunur á ljóma, ljósir/dökkir fletir).

Þau gildi sem mælt er með fyrir lýsingu innanhúss eiga við ólíkar tegundir vinnu. Ef við erum að vinna með dökka hluti eða þurfum að sjá smáatriði greinilega er þörf á meira ljósi. Þar sem meira ljós hefur meiri kostnað í för með sér verður að meta ljósþörfina miðað við kostnaðinn.

Tegund vinnu	Vinnu- lýsing	Næsta umhverfi vinnusvæðis
Bílskúr, sorpgeymsla o.þ.u.l.	75	75
Gangar, skjalasöfn	100 - 200	100
Einföld vinna s.s. ljósritun, skjalavistun	300	200
Verkstæði, skrifstofuvinna o.s.frv.	500	300
Teiknistofa, rannsóknar- vinna, saumavinna o.s.frv.	750	500
Vinna sem reynir mjög á augun	> 1000	500

Dæmi um hæfileg birtugildi.

Þessi viðmið hafa miðaldra manneskju með venjulega sjón. Ef meiningin er að eldra fólk noti lýsinguna er ástæða til að velja hærra birtugildi en þau sem mælt er með. Oftast má leysa málið með því að nota hæfilega sérlýsingu, á skrifborðinu eða á vélinni.

Við gerum greinarmun á lýsingu á sjálft vinnusvæðið, næsta umhverfi þess og ytra umhverfi. Viðmiðin eiga við vinnusvæðið. Birtan í næsta umhverfi getur verið aðeins minni og enn minni í ytra umhverfinu. Hún ætti þó aldrei að fara undir 100 lúx. Þegar ný lýsing er hönnuð verða hönnuðurinn og verkkaupinn að koma sér saman um hvar og hve stór verksvæðin muni vera.



Mest skal ljósið vera á verkefninu sem unnið er með og síðan minnka út frá því. Samkvæmt gamalli þumalreglu á ljóminn á vinnusvæðinu, næsta umhverfi og ytra rými að vera í hlutföllunum 5:3:1.

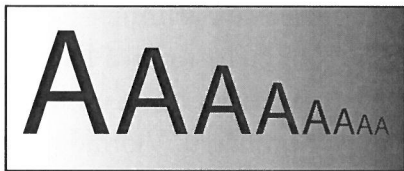
Lýsing í ytra umhverfi er oft nefnd **almenn lýsing**. Hún er venjulega skilgreind sem meðalgildi lýsingarinnar í rýminu. Þegar hún er reiknuð og mæld er 0,5 m bil frá veggjum venjulega haft útundan.

Tilgangurinn með almennri lýsingu er að skapa yfirsýn í rýminu. Þegar maður lítur upp frá verki sínu má ljómamismunurinn ekki vera of mikill. Annars verður augað að aðhæfa sig ljósu og dökku og slíkt verður til þess að í svip sér maður verr til og þreytist.

Almenn lýsing er mikilvæg fyrir rýmistilfinningu fólks og vellíðan þess. Ef hún er ekki eins alls staðar, sérstaklega ef hún er breytileg á veggjum, hefur hún örvandi áhrif og gefur jákvæða skynjun á rýminu. Hefðin hefur hins vegar orðið sú að almenn lýsing er afar jöfn og tilbreytingarlaus.

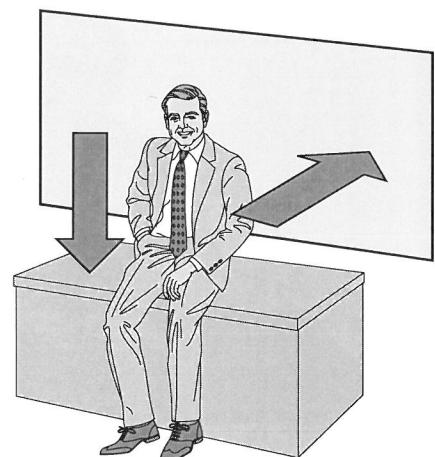
**Vinnulýsingunni** er fyrst og fremst ætlað að gefa sem besta birtu til vinnu. Það þýðir að taka verður tillit til þess hvernig vinnan fer fram. Við vinnum ýmist á láréttum eða lóðréttum fleti. Vinnubekkir og skrifborð eru dæmi um lárétta vinnufleti. Taflan í skólastofunni, bóka- eða lagerhillur og stjórnstöflur o.s.frv. eru hins vegar lóðréttir vinnufletir. Þegar hönnuð er vinnulýsing verður að taka mið af því hvort vinnuflöturinn er lóð- eða láréttur. Það skiptir máli í vali á lömpum og uppsetningu á þeim.

Oft er unnið alls staðar í rýminu og ómögulegt að benda á sérstök vinnusvæði. Þá verður almenna lýsingin að vera þannig að hún uppfylli einnig kröfur um vinnulýsingu. Dæmi um slík rými eru margar verslanir, vöruskemmur, vélasalir í verksmiðjum o.fl.



Til þess að sjá betur ógreinilegar andstæður og smáatriði þarf meira ljós.

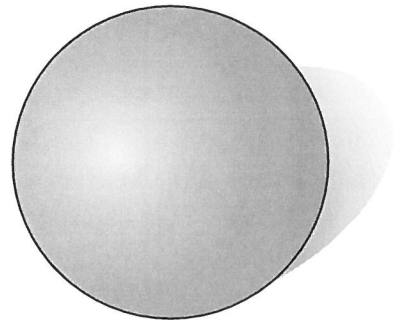
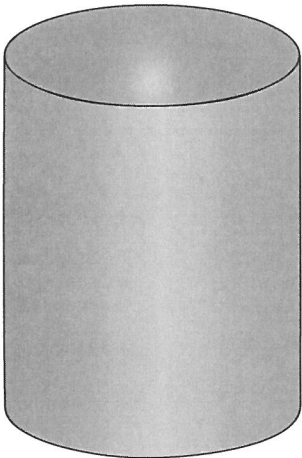
Í skólastofu má finna bæði dæmi um lárétta og lóðréttu lýsingu. Borðin eru lýst upp að ofan og taflan frá hlið.



## Ljós úr réttri átt

Ljós sem kemur úr vissri átt myndar skugga. Það hefur þýðingu fyrir sjónina. Með óæskilegum skuggum sjáum við verr. Dæmi um þetta er þegar ljósið kemur úr rangri átt. Þá skyggir höndin á þegar við skrifum. Skarpir skuggar af hlutum í umhverfinu er annað dæmi um óæskilega skugga. Aðrir og æskilegri skuggar gera það hins vegar að verkum að smærri atriði verða sýnileg. Ef við þyrftum til dæmis að komast að því hve sléttur ákveðinn flötur er, má nota læðiljós. Skuggar þess draga fram bæði litlar og stórar ójöfnur.

Stefnubundið ljós myndar ekki aðeins skugga heldur skugga- eða ljósbrigði, þ.e. ljósið er breytilegt á fletinum og hefur mismunandi mótunaráhrif. Mótunaráhrif ljóssins gera okkur kleift að skynja og þekkja aftur form. Kúlulaga hlutur sem lýstur er jafnt úr öllum áttum virðist flatur en stefnubundið ljós gefur hlutnum form sitt, þ.e. „mótar“ hlutinn.

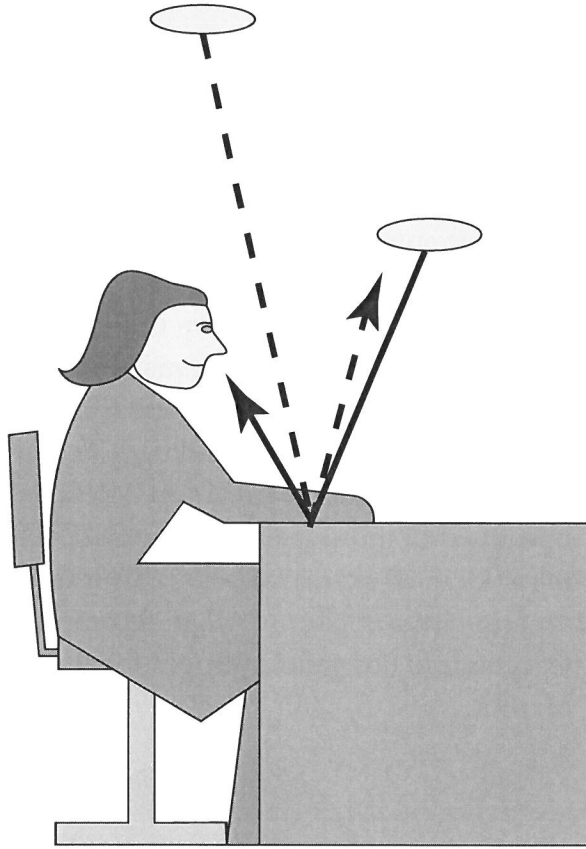


Mótunareiginleiki ljóss og skuggar eru forsenda þess að við getum skynjað form hluta.

Á síðustu árum hefur óbein lýsing mjög færst í vöxt. Hana má fá fram með einum lampi eða fleirum sem lýsa beint upp í loftið. Loftið endurkastar síðan ljósinu niður í rýmið. Þannig lýsing er mjög dreifð og hefur svo til engin mótunaráhrif. Rými með uppljósum eru oft sviplaus og hlutir í því virðast hafa dauflegt yfirbragð.

Uppljós ætti helst að nota í samspili með stefnugeislandi ljósi. Til að óbein lýsing heppnist vel er bæði þörf á góðri þekkingu á því hvernig ljós hegðar sér sem og tilfinningu fyrir góðri staðsetningu lampi.

Ljós getur valdið speglun. Því meira gljáandi sem efnið er, þeim mun skærara verður endurkast ljóssins. Þegar lampi endurspeglast í glansandi járnplötu getur



Til að ljósið gefi góðar andstæður verður það að koma frá vinstri ef við erum réttthent og frá hægri ef við erum örvhent. Ljós úr rangri átt myndar óæskilegan skugga.

Í stað andstæðumyndunar er oft notað hugtakið **andstæðuminnkun**.  
Minnkunin =  $100 - \text{andstæðumyndunin (\%)}$

Þegar andstæðurnar eru miklar, þ.e. mismunur á ljóma smáatriðis og bakgrunns er mikill, kemur smáatriðið betur fram.



### Athugunarefni:

Hvaða þarfir eru fyrir hendi að því er varðar lýsinguna í hinum ýmsu vistarverum skólans? Kannaðu hvort þessar þarfir séu uppfylltar.



## Viðeigandi ljóslitur

Litur ljóssins á að vera hlutlaus og þægilegur. Endurgjöf á litum í lýstu rými og á hlutum í rýminu á að vera rétt og óbrennluð. Þú munt læra meira um ljós og liti þegar kemur að kaflanum um ljósgjafa.

## Önnur atriði

Annað skilyrði fyrir því að lýsing sé góð er að hún valdi ekki óæskilegum hita. Það getur stafað annaðhvort af hitageislun frá lampa sem sendir ljósið í ákveðna átt eða af því að andrúmsloftið hitnar og spillir loftgæðum í rýminu. Útfjólublá geislun, flöktandi ljós, suð og titringur eru einnig þættir sem ekki eiga að vera fyrir hendi.

## Vistumhverfi og orka

Áhrif lýsingar á vistumhverfið er æ mikilvægari þáttur þegar kemur að vali á lömpum og lýsingarkerfum. Stærstu umhverfisáhrif má rekja til orkunotkunar lýsingarinnar. Fjallað verður um umhverfisáhrif og orkunýtna lýsingu í sérköflum.

## Rýmið og umhverfið

Á sama hátt og mikilvægt er að vinnulýsingin sé góð er þýðingarmikið að við höfum jákvæða tilfinningu fyrir rýminu og umhverfinu. Lýsingartæknin hefur alla jafna gefið vinnulýsingu mest vægi en skilningur fólks eykst sífellt á mikilvægi ljóssins fyrir upplifun okkar á umhverfinu. Á meðan vinnulýsingin kallar á jafnt ljós og tiltölulega laust við skugga hafa skuggar og breytileg lýsing yfirleitt jákvæð áhrif á líðan okkar gagnvart rýminu.

Þegar lýsing á í hlut greinum við yfirleitt á milli sjónrænna og eðlisfræðilegra gilda. Sjónrænu gildin eru þau sem við upplifum með sjónskynjuninni en hin eðlisfræðilegu gildi fást með mælingum og útreikningum. Til dæmis getur ljósdreifing og ákveðið litaval gefið rýminu dimmt og dauflegt yfirbragð þótt lúxmælirinn sýni nægilega mörg lúx. Á sama hátt getur rými virkað bjart jafnvel þótt lúxgildið sé lágt ef ljósið er á réttum stöðum, hefur hæfilegan breytileika og ef við notum ljósar innréttingar.

Einnig þarf að hugsa fyrir því að hönnun lampans falli vel inn í umhverfið. Við hengjum ekki ljósakrónu

úr kristal á verkstæði né setjum upp flúrpípur í setu-  
stofuna. Ef maður er í minnsta vafa er ástæða til að hafa  
samráð við innanhússhönnuð eða arkitekt.

Hönnun lampa og útlit verður æ mikilvægari þáttur.  
Það sést greinilega ef litið er til lampa fyrir flúrpípur.  
Áður fyrr var skrifstofulampi rétthyrndur kassi með  
flúrpípum. Nú á dögum sjást fjölmörg dæmi um skrif-  
stofulampa sem eru minni, hafa mýkri form en gefa  
góða lýsingu. Þessi þróun er ekki síst nýjum og minni  
ljósgjöfum að þakka.

### Sérstakar kröfur til lýsingar

Oft þurfa lýsingarkerfi að uppfylla sérstakar kröfur. Í  
verslunum er óskað eftir að lýsingin „selji“. Bæði við-  
skiptavininum og versluninni er akkur í því að vörurnar  
virki frísklegar, hafi réttan lit og glans. Viðskiptavinur-  
inn á ekki að þurfa að lenda í því að buxurnar sem voru  
brúnar inni í versluninni séu grænar í dagsbirtunni eða  
að kjötið sem var rautt og ferskt í kjötborðinu reynist  
vera grátt. Vörurnar eiga að vera aðlaðandi án þess að  
„spilað“ sé með litendurgjöfina.

Að sjálfsgöðu má lýsingin ekki heldur deyfa liti  
vörunnar eða á annan hátt afbaka þær. Leður, margs  
konar vefnaður og ekki síst ferskar matvörur verða mjög  
oft litdaufari eða fá á sig annan litblæ í sterki lýsingu.

# Reglur og tillögur um lýsingu

Sú ósk er alltaf fyrir hendi að lýsingin sem hanna á og nota verði góð. Það sem þykir gott ákvarðast af tilganginum með lýsingunni. Lýsingarþarfir skrifstofu, tískuverslunar eða safns geta ekki verið þær sömu. Þegar heilsa fólks og vellíðan er í húfi má setja fram lágmarkskröfur. Hið sama gildir um heilsu og öryggi.

Það er oftast nær ómögulegt, og jafnvel ekki við hæfi, að setja reglur um lýsingarhönnun þegar um er að ræða hreint fagurfræðilega lýsingu, lýsingu sem á að skapa stemningu eða verka lokkandi á viðskiptavinum. Aftur á móti má auðvitað gefa ráð og ábendingar og benda á þörfina á þessum gildum.

Aðrar aðstæður eða þættir sem kalla á reglur eða tillögur eru til dæmis orkunotkun, lýsing í neyðartilvikum, götulýsing og lýsing fyrir keppnisáðstæður í íþróttum.

## Lög og reglugerðir um vinnuumhverfi

Fyrirmæli sem lúta að vinnuumhverfi er að finna í vinnuverndarlögum. Það eru rammalög og gilda að jafnaði fyrir alla vinnustaði. Þess vegna eru lögini mjög almenn og yfirleitt einnig virt. Þar stendur m.a. um lýsingu: „Þeir, sem annast hönnun á þeim búnaði, [...], framleiðslusamstæðum, húsnæði vinnustaða og hverjum þeim mannvirkjum öðrum, sem ætluð eru til notkunar vegna atvinnurekstrar, skulu við hönnunarstarf taka tillit til góðs aðbúnaðar, hollustuhátta og öryggis, hvað varðar starf og rekstur í þeim byggingum og mannvirkjum, sem um er að ræða.“ Þetta er ekki ýkja ýtarlegur leiðarvísir fyrir þá sem hanna lýsingarkerfi.

**Vinnuverndarlögin** veita viðkomandi opinberri stofnun heimild til að gefa út reglur varðandi aðbúnað á vinnustöðum, til þess að stuðla að heilsu fólks og draga úr slysaættu. Ein slík reglugerð er Reglur um húsnæði vinnustaða nr. 581/1995.

Fyrirmæli um lýsingu í heimahúsum er ekki að finna í **byggingarreglugerð**. Ljóstæknifélag Íslands hefur þó gefið út rit um efnið, nú síðast ritið **Góð lýsing á heimilum** (2004), sem er þýðing á dönsku riti, *Godt lys i boligen*.

### Staðlar fyrir lýsingu á vinnustöðum

Eitt af stefnumiðum Evrópusambandsins er að svipaðar eða sömu reglur gildi í öllum aðildarríkjum. Þetta hefur orðið til þess að nú eru til evrópskar reglur um lýsingu. Þannig reglur geta verið annaðhvort bindandi eða ráðgefandi.

Evrópureglurnar eru síðan teknar upp í löggjöf hinna ýmsu aðildarríkja. Að því er lýsingu varðar hefur þetta m.a. leitt af sér íslenskan staðal fyrir lýsingu, **ÍST EN 12464-1:2002**.

Þessi staðall varðar eingöngu vinnustaði innandyra. Hann segir því ekkert um lýsingu í híbýlum, lýsingu við söluaðstæður eða fyrir íþróttir.

Þá er auk þess til staðall fyrir lýsingu á vinnustöðum utandyra, ennfremur reglur um götulýsingu, en þær má finna í ritinu **Götu- og veglýsing**, sem kom út árið 2004 á vegum Ljóstæknifélags Íslands, Gatnamálastofu, Vegagerðarinnar og Sambands íslenskra sveitarfélaga.

Þegar reglur eru samdar um kröfur varðandi lýsingu er sérstaklega litið til sjónþæginda, ákjósanlegra sjónskilyrða og öryggis.

## Ljós og rými

Það er ekkert sérlega upplífandi eða skemmtilegt að lesa staðla. Hins vegar má benda á bókina **Ljós og rými** (Ljus & Rum). Hún inniheldur m.a. birtutöflur úr staðli ÍST EN 12464-1:2002, en þar að auki er í henni að finna heilmikið efni um það hvað er góð lýsing frá ýmsum sjónarhornum. Í henni er rakið ferlið við að koma á nýrri lýsingu, frá fyrstu tæknilegu verklýsingu til fullgerðs kerfis ásamt úttekt á því. Ljóstæknifélag Íslands gaf þessa bók út í íslenskri þýðingu árið 2005 í samvinnu við Vinnueftirlitið og Rannsóknarstofnun byggingariðnaðarins. Sá sem ætlar að koma að skipulagningu lýsingar ætti að kynna sér bókina.

Ljóstæknifélagið hefur einnig gefið út fjölmörg önnur rit, m.a.:

**Götu- og veglýsing** (2004) í samráði við Gatnamálastofu, Vegagerðina og Samband íslenskra sveitarfélaga.  
**Neyðarlýsing** (2004) í samvinnu við Brunamálastofnun.  
**Góð lýsing í skólum** (2006) í samvinnu við Menntamálaráðuneytið.

### Ræðið

Hvað er átt við með góðri lýsingu á eftirfarandi stöðum:

- Ísknattleiksvöllur
- Safn
- Tónleikasalur
- Matvöruverslun
- Almenningsgarður
- Bílaverkstæði

**Verkefni:**

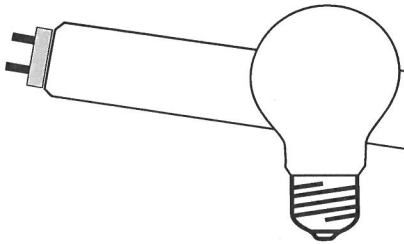
Hlaðið niður Reglum um húsnæði vinnustaða nr. 581/1995 og athugið hvað þar stendur um lýsingu.

**Verkefni:**

Notið bækurnar Ljós og rými og Góð lýsing í skólum og athugið hvaða kröfur gilda um lýsingu í skólum. Notið síðan lúxmæli til að gá að því hvort skólastofan ykkar uppfylli þessar kröfur.

Athugið hvaða tegund flúrpípna er notuð. Er litendurgjöf þeirra nægilega góð fyrir skólastofu?

# Ljósgefjafar eru gæddir mörgum eiginleikum



Ljósgefjafar eru búnir töluvert ólíkum eiginleikum. Glóperur gefa frá sér lítið ljós og endast frekar stutt en eru einfaldar í notkun og ljósið frá þeim er þægilegt. Flúrpípur gefa frá sér mikið ljós og endast lengur, en þær eru flestar stórar og henta ekki alls staðar.

Ljósgefjafinn, eða peran, eins og við segjum í daglegu tali, sér um það mikilvæga atriði að breyta raforku í ljós. Það á að gerast á eins hagkvæman hátt og hægt er og gefa gott ljós. Áður fyrr neyddust menn til að velja á milli hagkvæmni og gæða. Nú á

dögum hefur framleiðendum í mörgum tilvikum tekist að sameina þessi tvö skilyrði svo til fyrirmyndar er.

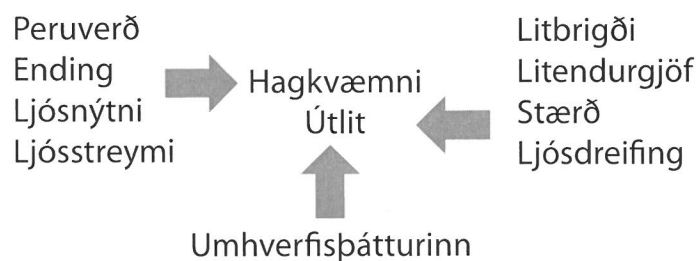
Rafljós má fá fram með ólíkum aðferðum. Í dag eru fjórar aðferðir algengastar.

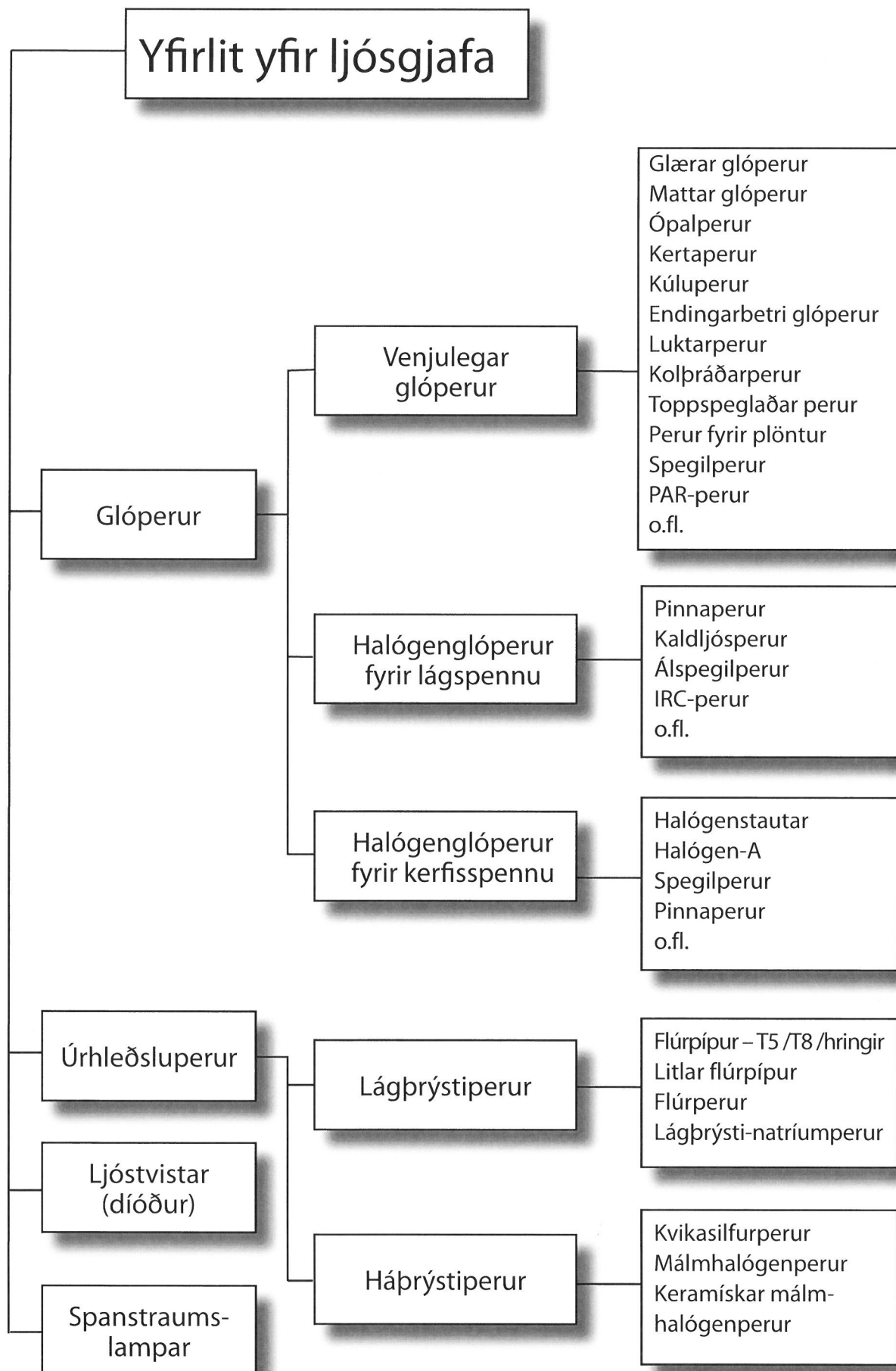
Í glóperum og skyldum ljósgjöfum er ljósið fengið með því að hita upp málmþráð svo að hann glóir og sendir frá sér ljós. Í flúrpípum og öðrum úrhleðsluperum er mynduð rafúrhleðsla í röri eða brennara með heppilegu fyllingargasi. Úrhleðslan kemur af stað geislun sem er sýnileg að hluta. Oft myndast einnig útfjólublá geislun, sem er breytt í ljós með ljósdufti. Sú aðferð er notuð í flúrpípum. Að lokum má svo fá fram ljós í hálfleiðurum (ljósdíóðum eða ljósvistum, LED). Í þeim losna fótónur við það að straumur fer gegnum díóðuna og flytur með sér lausar rafeindir.

Mikilvægir eiginleikar ljósgjafa eru ending og litendurgjöf, ásamt ljósnýtni. Einnig er mikilvægt hversu auðveldir þeir eru í meðförum og hvaða áhrif þeir hafa á umhverfið.

Við val á ljósgjafa hafa þeir eiginleikar einnig þýðingu sem lúta að hagkvæmni og útliti.

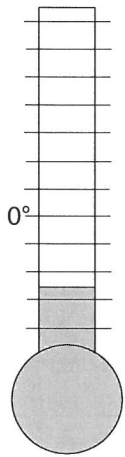
Á næstu síðu finnur þú yfirlit yfir hina ýmsu flokka ljósgjafa.



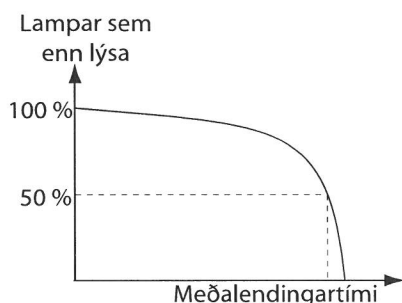




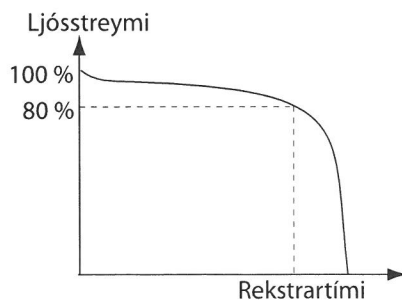
# Endingu má skilgreina á ýmsan hátt



Það kviknar tregar á flúrþípum í kulda og þær gefa minna ljós. Endingin minnkar.



Skilgreining á meðalendingartíma



Skilgreining á rekstartíma

Ending ljósgjafa fer mikið eftir því hvernig þeir eru notaðir. Þættir sem hafa sitt að segja í því sambandi eru hiti og kuldi, hristingur og ekki síst það hve lengi er haft kveikt á ljósgjafanum í hvert sinn. Þegar ending er gefin upp er þess vegna miðað við vissar aðstæður sem eru gefnar upp í alþjóðlegum stöðlum. Þess vegna getur ending reynst töluvert ólík því sem gefið er upp fyrir ljósgjafann án þess að hann sé á nokkurn hátt gallaður. Einnig eru til ólík hugtök til að gefa upp endingu. Þau sem mest koma fyrir eru meðalendingartími og rekstartími.

Hugtakið **meðalendingartími** gefur til kynna stundafjöldann þegar 50% peranna eru enn í lagi. Þetta endingarhugtak er notað fyrir ljósgjafa sem skipt er um þegar þeir „springa“. Það á við um glóperur, halógenperur, flúrþípur, litlar flúrþípur og keramískar málmhalógenperur. Þar sem um er að ræða meðalendingartíma eru til ljósgjafar sem endast skemur og aðrir sem lifa lengur.

Úrhleðsluperur hafa yfirleitt mjög langan endingartíma. Aftur á móti verða þær verri með aldrinum. Þær gefa minna ljós og einnig getur litendurgjöfin versnað. Þess vegna er ástæða til að skipta þeim út þótt þær virki ennþá. Venjulega er þá öllum ljósgjöfum í kerfinu skipt út í einu.

Fyrir úrhleðsluperur er notað endingarhugtakið **rekstartími**. Það eru þau tímamörk þegar ljósgjafinn er kominn niður í 80% af sínu upprunalega ljósstreymi. Þá hefur bæði ljósminnkun verið tekin með í reikninginn og það að lampar hafi gefið sig. Þessi aðferð til að reikna út endingu er prýðilegur mælikvarði á það hvenær tímaþættur er að skipta um alla ljósgjafa í tilteknu kerfi. Ef bedið er með það fram yfir meðalrekstartímamann koma æ fleiri lampar til með að leggja upp laupana og skiptikostnaður hækkar.

Áður fyrr var talað um **hagrænan endingartíma**. Hann byggðist á því að 70% ljóssins var eftir. Í nútíma ljósgjöfum svo sem þríbandaflúrpípum og háþrýsti-natríumperum dofna ljósið mjög hægt. Ef miðað væri við þessa skilgreiningu mundi fjöldi þeirra lampa sem slokknuðu verða óverjanlega mikill. Þess vegna er hagkvæmara að miða við rekstrartíma-hugtakið.

Enn annað endingarhugtak er **White life**. Það segir til um hvenær sé tímabært að skipta um ljósgjafa og miðar þá við hnignun ljóslitarins.

- M Meðalendingartími
- SL Rekstrartími
- E Hagrænn endingartími

Tegund ljósgjafa	Ending (klst.)	Endingarviðmið
Glópera	1000	M
Halóglópera	2000 - 5000	M
Flúrpípa T5	17000	SL
Flúrpípa T8 þríbanda með hefðbundinni spólu	12000	SL
Flúrpípa T8 þríbanda með rafeindastraumfestu	17000	SL
Endingarbetri flúrpípa		
Flúrpípa T8 venjuleg	9000	E
Flúrpera	2500 - 15000	M
Lítill flúrpípa með hefðbundinni spólu	8000	M
Lítill flúrpípa með rafeindastraumfestu	11000 - 16000	M
Lítill flúrpípa löng með hefðbundinni spólu	11000	M
Lítill flúrpípa löng með rafeindastraumfestu	16000	M
Kvikasilfurpera	4000 - 16000	SL
Málmhalógenpera	2000 - 6000	E
Keramísk málmhalógenpera	9000 - 15000	M
Háþrýsti-natríumpera	16000	SL
Lágþrýsti-natríumpera	11000	E

Endingartími hinna ýmsu ljósgjafa (tölurnar geta verið mismunandi frá einum framleiðanda til annars).

## Ljósstreymi og ljósnýtni

Hér á undan hefur ljósstreymi verið skilgreint sem það ljós sem ljósgjafi sendir frá sér. Það ákvarðar þann fjölda ljósgjafa og lampa sem setja þarf upp til að fá fram ákveðið birtustig. Ljósstreymið eykst ef valin er sterkari pera. En einnig má velja annað ljós sem er skilvirkara, þ.e. hefur betri ljósnýtni. 40 watta glópera hefur 430 lúmena ljósstreymi. Ef við veljum þess í stað 36 watta flúrpípu, þ.e. með svo til sömu aflstærð, fæst 3350 lúmena ljósstreymi, næstum átta sinnum meira. Flúrpípa hefur betri ljósnýtni en glópera. Taflan hér að neðan sýnir ljósnýtni nokkurra tegunda ljósgjafa.

Ljósnýtnin skiptir miklu máli þegar horft er til orkuneyslu og þar með kostnaðar. Af ýmsum ástæðum er yfirleitt ekki hægt að velja ljósgjafa eingöngu með tilliti til ljósnýtni. Það verður líka að taka með í reikninginn aðra þætti s.s. endingu, litendurgjöf, stærð og þátt umhverfisins. Engum dytti í hug að nota lágþrýsti-natríumperu í svefnherberginu enda þótt ljósnýtni hennar sé best. Ekki mundum við heldur lýsa hraðbraut upp með glóperum þótt þær gefi þægilegustu birtuna. Í hverju tilfelli verður að veða og meta forgangsröð ofangreindra þátta. Stundum skiptir hagkvæmnin mestu máli og í öðrum tilfellum þægileg lýsing.

Ljósgjafi	Ljósnýtni lm/W	Ljósgjafi	Ljósnýtni lm/W
Glópera	10 - 14	Flúrpera	33 - 67
Halógenpera	13 - 33	Kvikasilfurpera	36 - 61
Flúrpípa T8	64 - 89	Málmhalógenpera	74 - 97
Flúrpípa T5	67 - 104	Háþrýsti-natríum	40 - 150
Lítill flúrpípa	46 - 76	Lágþrýsti-natríum	99 - 203

Ljósnýtni nokkurra tegunda ljósgjafa (frávik geta verið milli framleiðenda)

## Litaráhrif – litbrigði og litagæði

Litarhitastigið er gefið upp í Kelvin (K). Kelvin-kvarðinn hefur sömu skiptingu og celsíus-kvarðinn en byrjar (0 K) við  $-273^{\circ}\text{C}$ .

Flúrpípa	Litarhitastig Kelvin
„heimilis“	2700
Hlýhvít	3000
Hvít (kaldhvít)	4000
Dagsbirtu	> 5000
Himinhvít	8000

Litarhitastig nokkurra flúrpípulitbrigða.

Yfirleitt skiptir miklu að litaráhrif ljóss séu eðlileg og þægileg. Það er svo til aðeins utandyra sem ekki er litið mjög til góðrar litendurgjafar af sparnaðarástæðum. Góð litendurgjöf er sérlega mikilvæg á hárgreiðslustofum, í verslunum sem selja föt, við litaefirlit í prentsmiðjum og skyldum vinnustöðum. Innanhússarkitekt mundi mislíka ef litirnir í fullgerðri hönnun væru ekki réttir eða jafnvel styngju í stúf hver við annan. Litaákvörðun verður alltaf að framkvæma í eins ljósi og litirnir eiga síðar eftir að sjást í.

Rafvirki verður að gæta að því að setja upp ljósgjafa sem mælt er fyrir um en ekki einhvern annan í staðinn sem er verri að ljósgæðum aðeins vegna þess að hann er ódýrari í innkaupsverði. Einkum eru flúrpípur fánlegar í mörgum tilbrigðum og með ólíka litendurgjöf. Þegar skipt er um gamla ljósgjafa er ekki síður mikilvægt að setja rétta tegund í staðinn. Það er ekki sérlega fallegt að sjá lýsingarkerfi með nokkrum hlýhvítum flúrpípum innan um aðrar með köldu bláhvítu ljósi.

Litendurgjöf er lýst með tveim hugtökum: litarhitastigi og  $R_a$ -stigi. Þegar valdar eru flúrpípur með ákveðnu litarhitastigi, stendur valið milli ólíkra  $R_a$ -stiga.

Litarhitastigið eða litbrigðið lýsir einkennum ljóssins, hlýtt (gult) eða kalt (blátt). Greint er á milli fimm ólíkra litbrigða: „heimilislitblær“, hlýhvítur, hvítur (kaldhvítur), dagsbirtu- og himinhvítur.

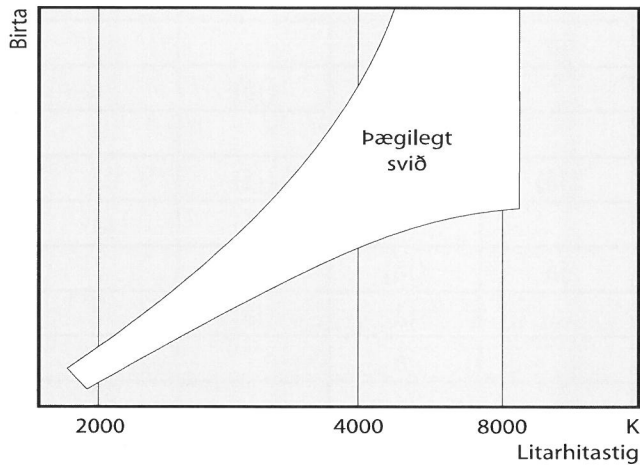
„Heimilislitaðar“ flúrpípur eru aðallega notaðar í heimahúsum, á hótelum og á stöðum þar sem óskað er eftir þægilegri, hlýrri og mjúkri birtu.

Notkun	teg. flúrpípu	heimilis	hlýhvít	hvít	dagsbirta
Híbýli	sérstök	já	(já)		
Hótel	sérstök	já	(já)		
Skrifstofur	sérstök	já	(já)		
Kennsla					
Skólar	þríbanda		já	(já)	
Dagheimili	þríbanda	(já)	já		
Verslun					
Matvara alm.	þríbanda		já		
Kjöt	sérstök	já	(já)		
Grænmeti	þríbanda		já		
Fiskur	þríbanda		(já)	já	
Bækur, pappír o.fl.	þríbanda		já		
Blóm	þríbanda	já	(já)		
Rafm.vörur	þríbanda		já	(já)	
Hárskeri	sérstök		já		
Fatnaður	þríbanda	(já)	já	(já)	
Loðfeldir, skinnvörur	sérstök			(já)	já
Gullsmiðir	sérstök	já	(já)		
Ljósmyndir, útv.-/sjónv.	þríbanda		já	(já)	
Vefnaðarvara	sérstök		já		
Húsgögn	þríbanda		já		
Heilsugæsla					
Biðstofa	þríbanda	já	(já)		
Meðferð	þríbanda			já	já
Skoðun	sérstök			(já)	já
Framleiðsla					
Rafeindatæki	þríbanda		(já)	já	
Prentsmiðjur	þríbanda		(já)	já	
Vélaiðnaður	þríbanda		(já)	já	
Litaprófun	sérstök			(já)	já
Matvörur	þríbanda		(já)	já	
Vefnaðarvörur	þríbanda		já	(já)	
Efnaiðnaður	þríbanda		(já)	já	

Æskilegt val á flúrpípum miðað við ólíka notkun

Hér á landi er algengast að nota hlýhvítan ljóslit. Hann má sjá bæði á skrifstofum og á verkstæðum. Ef maður er ekki viss um hvaða lit skal velja ætti maður að reyna hlýhvítan. Hvítar flúrþípur má nota á sömu stöðum og þær hlýhvítu en ljósið frá þeim er aðeins kaldara (hvítara). Mörgum finnst hvíta ljósið frísklegra og hafa fjörgandi áhrif.

Ljósgrjafar sem líkja eftir dagsbirtunni eru svo til eingöngu notaðir til sérstakra þarfa. Ýmist er það til að skapa sérstaka stemningu eða til að framkalla litendurgjöf sem líkist dagsbirtu. Ef dagsbirtulitur er notaður þarf að sjá til þess að birtan sé mikil, annars er hætta á að ljósið virki blátt og óþægilegt.



Yfirleitt kjósum við hlýja ljósliti fyrir lágbirtustig og eilítið kaldara ljós fyrir hærri birtustig.

Það fer eftir gæðum litendurgjafarinnar hversu sterkir og blæbrigðaríkir litirnir virka. Ef hún er slæm geta vissir litir virkað eins, þótt þeir séu það ekki. Einnig geta litir virkað mattir og upplitaðir. Jafnvægið á milli lita getur skekkst þannig að litaupplifunin verði röng. Rautt og grænt getur þá fengið gulan blæ og litirnir virka óhreinir. Litur húðar breytist mikið ef litendurgjöfin er slæm. Húðin getur virkað gulgræn og maður getur fengið sjúklegt yfirbragð.

Gæði litendurgjafar ljósgjafa eru gefin til kynna með  $R_a$ -stigi ljósgjafans.  $R_a$

= 100 þýðir að litendurgjöfin er fullkomin. Þegar  $R_a$ -stig ólíkra ljósgjafa eru borin saman verður að miða við ljósgjafa með sama ljóslit til að samanburðurinn hafi einhverja þýðingu. Bæði dagsljós og glóperuljós hafa  $R_a$ -stigið 100 en ekki sama ljóslit né litendurgjöf.  $R_a$ -stig flúrþípna getur verið á bilinu u.þ.b. 50 til u.þ.b. 95. Fyrir rými þar sem fólk heldur til ætti að velja ljósgjafa með lágmarks  $R_a$ -stig 85.

Framleiðendur hafa innleitt nýja aðferð til að gefa upp litendurgjöf ólíkra ljósgjafa. Á þeim stendur þriggja tölustafa númer. Fyrsta talan stendur fyrir gæði litendurgjafar. Því hærri sem hún er, þeim mun betra. Hinar tölurnar tvær gefa vísbendingu um litarhitastig. Í tölunni 830 á ljósgjafa þýðir „8“ að  $R_a$ -stigið sé herra en 80. „30“ gefur til kynna að litarhitastigið sé u.þ.b. 3000 K.

# Glóperur

**Glóperur** eru einfaldir ljósgjafar og auðveldir í notkun. Sé litið til fjölda þeirra eru þær langalgengustu ljósgjafarnir. Þó gefa þær aðeins 10% af öllu því ljósi sem er fengið með hinum ýmsu ljósgjöfum. Glóperur eru aðallega notaðar í lýsingu í húbýlum. Verð þeirra er lágt, ljósið frá þeim þægilegt og litendurgjöf mjög góð. Glóperan hefur þó nokkra neikvæða eiginleika sem gerir hana óheppilegri til notkunar á skrifstofum, á opinberum stöðum og í iðnaðarhúsnæði. Gallar hennar felast m.a. í því að hún endist stutt og hefur lága ljósnýtni. Þess vegna eru flúrþípúr, litlar flúrþípúr, flúrperur og halógenperur teknar fram yfir hana þar sem meira liggur við.

Glóperur eru til í afar fjölbreyttu úrvali. Af gömlum vana veljum við oftast hefðbundnar mattar perur. En í mörgum tilfellum fæst betri lýsing við að velja rétta tegund.

## Myndun ljóssins

Í glóperunni er hitaður upp þunnur **volfram**-þráður þannig að hann glóir og gefur frá sér ljós. Því hærra sem hitastigið er, þeim mun meira ljós gefur þráðurinn frá sér. Ljósið verður einnig hvítara. Vandamálið er aðeins að þráðurinn bráðnar ef hitinn verður of mikill.

Glóþráðurinn er hafður úr volframi vegna þess að þessi málmur hefur mjög hátt bræðslumark, u.þ.b. 3380° C. Í glóperu er þráðurinn hitaður upp að u.þ.b. 2500° C. Ljósnýtni við það hitastig er u.þ.b. 12 lm/W og meðalending er í kringum 1000 klst.

Peran er lofttæmd og í staðinn er hún fyllt gasblöndu úr argoni og svolitlu köfnunarefni. Fyllingargasið vinnur gegn uppgufun þráðarins og því að þráðurinn svertist. Í þessum sem hafa logað lengi má þó sjá töluverða svertu sem gerir það að verkum að þráðurinn gefur minna ljós.

### Kostir glóperunnar:

- + einföld í notkun
- + þægilegt ljós
- + lítið umfang
- + góð litendurgjöf
- + lágt innkaupsverð

### Gallar:

- stutt ending
- lág ljósnýtni
- verður mjög heit
- dýr í rekstri

## Ending

Ending venjulegra glópera er um 1000 klst. Þær eru því þokkalega hagkvæmar. Einnig eru til glóperur með bæði styttri og lengri endingartíma. **Merkjaperur** geta enst í allt að 50.000 klst. en gefa frá sér mjög lítið ljós. **Ljósmyndunarperur** er aftur á móti ætlað að gefa mikið ljós. Það kemur niður á endingunni. Hún getur farið niður í allt að 50 klst. En ljósmyndunarpera er aðeins notuð stutta stund í einu og þarf því ekki að skipta henni út mjög oft.

Ending glópera fer eftir hitastigi glóþráðarins og þar með, óbeint, rafspennunni. Endingin er afar viðkvæm gagnvart rafspennunni. Ef rafspennan er aukin um 5% minnkar endingin um helming. Ef spennan er minnkuð um 5% tvöfaldast endingin. Til þess að halda hagkvæmni þegar notaðar eru glóperur, verður að velja glóperur fyrir rétta spennu.

Til eru glóperur með óvenjulangan endingartíma, svokallaðar **endingarbetri perur**. Þær eru gerðar fyrir hærri spennu og endingartíminn er yfirleitt milli 2500 og 4000 klst. en þær gefa minna ljós en venjulegar perur. Þessar perur er rétt að nota aðeins þar sem erfitt og dýrt er að skipta um perur.

Í nýjum perum er volfram-þráðurinn mjög mjúkur og seigur. Þegar hann hefur brunnið í nokkurn tíma myndast kristallar og þráðurinn verður stökkari. Þess vegna eru glóperur viðkvæmar fyrir hnjaski og titringi. Ef mikið álag er á perunum vegna titrings má nota **titringsþolnar perur**. Þær eru búnar fleiri stoðvírur sem bera uppi þráðinn sem gerir hann stöðugri. Stoðvírarnir kæla hins vegar glóþráðinn og titringsþolnar perur gefa þess vegna minna ljós.

Vandaðar glóperur eru búnar innbyggðu vari. Þegar pera springur getur orðið skammhlaup í perunni. Þá á innbyggða varið að koma í veg fyrir að varið í rafmagnstöflunni valdi straumrofi. Í ódýrar perur vantar stundum þetta var.

Í vissum tegundum glópera er ekkert fyllingargas. Þegar kveikt er á þeim í fyrsta sinn brennur upp smá magn af fosfati. Þetta gerir það að verkum að sýran sem er í perunni eyðist. Þunn gulleit slika innan á perunni gefur til kynna að enn sé fosfat til staðar. Þá er engin sýra eftir í perunni. Þessar perur eru líklegar til að endast óvenjulengi.



## Glóperur hitna

Einn af göllum glóperunnar er sá að hún verður mjög heit. Hitageislunin getur orðið óþægileg, sérstaklega ef setið er nálægt perunni. Ef tekið er óvart um peru er hættu á að maður brenni sig. Perurnar auka einnig hitann í herberginu. Það getur þurft að leiða óþarfa hita burt eða kæla hann niður, en það kostar peninga. Stundum heyrast þau rök að hiti af ljósaperum nýtist með því að ofnar þurfi ekki að gefa frá sér eins mikinn hita. En hitinn frá ljósaperum er kyrr uppi við loftið og getur ekki komið í veg fyrir kælingu lofts við gluggana. Glóperur eru þar að auki mjög dýrir og afar endingarlitlir hitagjafar. Perur þjóna fyrst og fremst þeim tilgangi að gefa frá sér ljós. Annað vandamál tengt hitanum er það að lampinn getur skaddast eða valdið brunahættu ef notaðar eru of sterkar perur eða ef uppsetningin er röng. Lampi er alltaf hannaður fyrir hámarksafli ljósgjafa sem tilgreint skal á lampanum. Einnig eru til reglur um það hvar og hvernig lampa má festa í loft, innréttingar eða húsgögn.

## Sökkjar

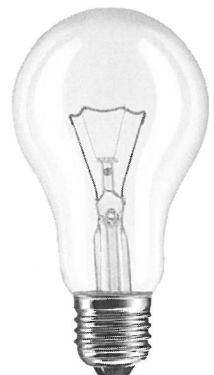
**Skrúfsökkjar** eru algengastir á glóperum en einnig eru til **stungusökkjar**. Hefðbundinn skrúfsökkull er stundum kallaður **edisonsökkull**. Hann er táknaður á eftirfarandi hátt: E10, E14, E27 eða E40 eftir því hvert þvermál hans er. E14 og E27 eru algengastir. Vissar kúluperur og kertaperur eru til með sama styrkleika í báðum þvermálum E14 og E27. Þá ríður á að kaupa rétta peru þegar skipta þarf um.

Perur með stungusökkli (B15 eða B22) eru sjaldgæfari. Þær koma að góðum notum þar sem hættu er á að perur losni vegna titrings. Einnig geta þær nýst í stigagöngum og kjöllurum ef hættu er á að perunum sé stolið.



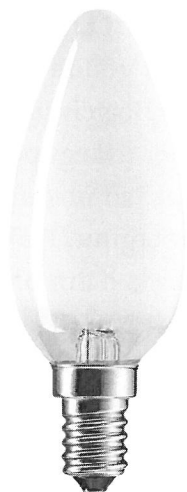
**Mattar glóperur** eru algengastar. Þær eru notaðar bæði á heimilum og á vinnustöðum. Matta húðin gerir það að verkum að glýja frá perunni verður minni. Mattar perur eru framleiddar í stærðum á bilinu frá 15 til 300 W.

**Glærar glóperur** má nota þegar óskað er eftir glitáhrifum, eins og t.d. í kristalljósakrónum. Það er auðveldara að beina ljósi frá glærum perum. Þess vegna er algengt að nota þær í niðurljós og punktljós. Glærar glóperur fást á bilinu 15 til 1000 W.



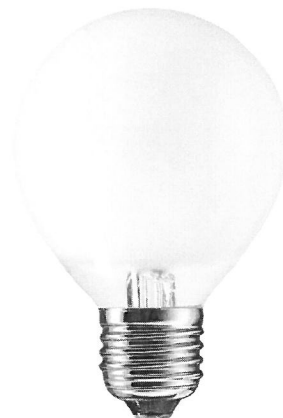


**Mjúktónaperur** eru ekki mjög algengar. Það kemur til af því að þær eru dálítið dýrari en venjulegar glóperur en líka minna þekktar. Þær eru klæddar mjólkurhvíttri raf-statískri ópalhimnu sem gerir ljósið mjúkt og þægilegt. Þessar perur henta því vel í lampu með skermum því glýjan minnkar.

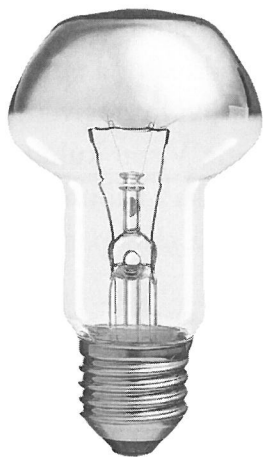


**Kertaperur** þekkjast á því að þær eru aflangar og mjóar. Þær má fá glærar, mattar eða mjúktóna. Vegna lögunar sinnar eru þær hentugar þar sem óskað er eftir tiltölulega flötum lömpum, t.d. undir veggskápum og í bókahillum.

Algennt er að nota glærar kertaperur í kristalljósakrónur.



**Kúluperur** eru litlar og nettar. Þær eru framleiddar glærar, mattar, mjúktóna og litaðar, og einkum notaðar í litla lampu, borðlampa, náttlampa og lítil punktljós.



**Toppesgilperur** eru hafðar í punktljós og sum hengiljós. Þegar punktljós eru búin þannig perum fæst góð ljósstefna og glýja er minni. Þá er nauðsynlegt að nota sérstakan endurkastara. Toppesgilperur varpa miklum hita aftur fyrir sig. Þess vegna verður lampinn að vera sérstaklega hitapolinn.



**Spegilperur** með blásnu glerhylki verða sífellt algengari. Þær hafa ákveðna ljósstefnu og eru framleiddar með ýmsum dreifihornum. Með þannig perum má auka lýsingu á afmörkuðu svæði en það getur gefið falleg ljósáhrif. Þær eru einnig fánlegar litaðar.



Í **kryptonperum** er gasfyllingin krypton eins og nafnið gefur til kynna. Það verkar á móti uppgufun frá glóþræðinum og eykur með því ljósið frá honum. Lögun hylkisins beinir ljósinu á blett þar sem peran gefur u.þ.b. 30% meira ljós.



Spegilperur með pressuðu glerhylki (PAR-perur) eru notaðar í lýsingu í verslunargluggum, á sýningum o.þ.u.l. Þó eru halógenlampar farnir að leysa þær æ oftar af hólmi. Framhliðin er búin sérstöku gleri sem þolir vatnsskvettur. PAR-perur eru þess vegna notaðar utanhúss til að lýsa upp framhliðar bygginga, skilti o.þ.h.

## Halógenlóperur

---



Ein algengasta halógenperan er 12 V kaldljósperan.

Kostir halógenperunnar í samanburði við glóperur:

- Betri ending
- Hærri ljósnýtni
- Jafnt ljósstreymi
- Hvítara ljós

Allt frá því að glóperan var fundin upp fyrir rúmlega hundrað árum hafa menn stöðugt reynt að bæta hana. Þegar logar á glóperu gufar volfram upp af glóþræðinum og sest á innra borð peruhylkisins og myndar dökka himnu. Þetta minnkar ljósið sem peran gefur frá sér. Í kringum 1960 tókst mönnum að nýta tvígennt efnahvarf milli jöðs og volframs og koma í veg fyrir svertumyndun. Ljósgejafinn sem þróaðist út frá þeirri uppgötvun var **halógenlóperan**.

Auk þess jókst ljósnýtnin úr u.þ.b. 12 í 22 lm/W.

Þessi þróun hefur ekki staðið í stað. Síðustu nýjungar eru m.a. þær að hylkið er klætt himnu sem endurkastar hita. Hitinn endurkastast þannig til baka á glóþræðinn og ljósnýtnin eykst um 60%, þ.e. fer upp í u.þ.b. 35 lm/W.

Halógenlóperur eru til í mörgum gerðum, bæði fyrir kerfisspennu 230 V og lægri spennu (venjulega 12 V), með og án spegils o.s.frv.

### Bygging perunnar og myndun ljóssins

Halógenlóperan er búin glóþræði úr volframi en utan um hann er glerhylki til verndar. Af hitunarástæðum er það minna en hylki um glóperu. Það hefur einnig aðra lögun og er framleitt úr kvarsgleri. Gasfyllingin í perunni inniheldur halógen, oftast bróm.

Þegar kveikt er á perunni gufar volfram upp af glóþræðinum. Í venjulegri glóperu sest það innan á hylkið og svertir það. Í halógenperunni myndast aftur á móti efnasamruni, við u.þ.b. 1400° C, milli volframs og halógens. Á meðan hitastig glersins helst yfir 260° C heldur nýja efnasambandið áfram að vera gas og engin svertumyndun verður innan á glerhylkinu.

Þegar gasið nálgast heitan glóþræðinn verður hitinn til þess að volframið og halógenið stíast aftur í sundur. Volframatómin setjast á glóþræðinn og halógenið heldur áfram að vera fyrir hendi í hylkinu og getur hvarfast við ný volfram-

atóm. Tilflutningur volframs til glóþráðarins og hátt hitastig veldur því að ljósnýtni hækkar og endingartími lengist.

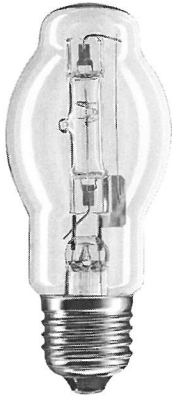
Í mörgum halógenperum er brennarinn hafður í ytra peruhylki. Það getur til dæmis verið hannað sem spegill. Í lágspennuperum er glóþráðurinn sterkari og þéttari. Þetta gefur betri nýtni en í perum sem gerðar eru fyrir kerfisspennu 230 V.

## Halógenpera með lampahylki fyrir 230 V

Í þessum perum er brennarinn umlukinn ytra glerhylki. Sökkullinn er yfirleitt E27 eða E14. Ytra hylkið getur verið glært eða ópálíserað og verndar gegn útfjólublárrí geislun. Brennarinn má snúa hvernig sem er.

Perurnar má yfirleitt nota í staðinn fyrir samsvarandi glóperur og gefa þær þá meira ljós með lengri notkunartíma.

Þessar perur henta vel á opinberum stöðum, t.d. í niðurljós, hengiljós, bord- og gólfampa. Auðvitað er ekkert sem mælir í mót því að nota þessar perur á heimilum en fyrir flesta heimilisnotendur er dýrara að nota þær en venjulegar glóperur.



Halógenpera fyrir 230 V sem hægt er að nota í staðinn fyrir glóperur í venjulegum lampa.

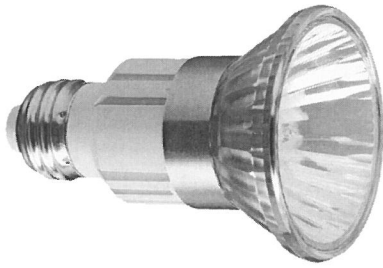


230 V halógenlópera með spegli og hylki úr hertu gleri. Oft notuð í verslunum til sérlýsingar.

## Spegilperur fyrir 230 V

Ytra hylki þessarar peruteygundar er hannað sem spegill. Þær eru fánlegar í ýmsum vattastærðum og með ólíkum ljósdreifikeilum.

Ein útfærslan er lítil pera úr hertu gleri með E27-sökkul. Hún getur þess vegna komið í staðinn fyrir aðrar og óskilvirkari harðglerperur. Einnig má nota hana í venjuleg punktljós. Kostir hennar eru lengri endingartími, meira ljóstreymi og möguleiki á því að breyta um dreifihorn. Þegar peran er sett í venjulegt punktljós er spegill þess óþarfur.



Halógenpera fyrir 230 V með innbyggðum rafeindaspenni.

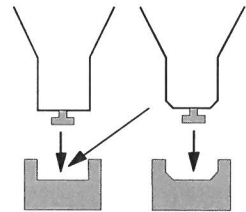
Þessa perutegund má oft sjá í verslanalýsingu. Þær gefa kost á betra og meira ljósi án þess að fjárfesta þurfi í nýjum lömpum.

Ef aðalatriðið er að hafa ljósgæðin sem best er þó æskilegra að nota lágspennuperur. Til eru sérstakar bakspiegelperur með lágspennuljósi og innbyggðum rafeindaspenni sem hægt er að tengja 230 V spennu. Þetta eru því perur með kosti lágspennutækninnar í búningi fyrir kerfisspennu. Tilgreindur endingartími er hvorki meira né minna en 5000 klst.



Spegilpera fyrir 230 V í halógenútfærslu. Algeng í heimilislýsingu. Fáanleg með kaldljósi (GZ 10-sökkli) og álspegli (GU 10-sökkull).

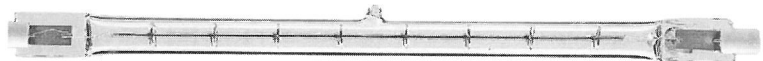
Peruhaldan GZ 10 og GU 10 er hönnuð þannig að ekki er hægt að villast og setja kaldljósperu í lampa sem ekki er gerður fyrir hana.



Önnur spegilpera fyrir 230 V, sem hefur rutt sér mjög til rúms í heimilislýsingu, minnir mjög á 12 V bakspegilsperu. Tilgangurinn með framleiðslunni hefur auðvitað verið að bjóða upp á spegilperu sem er lítil og auðveld í notkun. Hún er framleidd ýmist með kaldljósspegli eða álspegli sem minnkar hitasókn upp í búnaðinn og aftur fyrir.

Þessir ljósgjafar nota tiltölulega mikið rafmagn og verða mjög heitir. Þeir eru búnir sökkli sem kemur í veg fyrir að manni verði á í messunni og setji kaldljósperu í lampa sem ekki er hannaður fyrir hana.

Halógenstautar fyrir 230 V eru algengir í einföldum ljóskösturum.



### Halógenstautar fyrir 230 V

Halógenstautar með tveimur sökklum voru ein fyrsta útfærslan á halógenperum. Minni stærðirnar eru notaðar í lýsingu á skiltum og vörum í verslunum. Hærri aflstærðir eru notaðar í ljóskastara á byggingarlóðum, til flóðlýsingar og til að lýsa upp minni íþróttavelli.

Perur upp í 500 W stærð mega snúa nokkurn veginn hvernig sem er, en hærri vattastærðir verða að vera láréttar  $\pm 4^\circ$ . Þær eru einnig til með innrauðri klæðningu.

Þegar um er að ræða ljóskastaralýsingu er ótvíræður kostur að halógenperur, ólíkt úrhleðsluperum, kvikna samstundis. Ljosið er hlýtt og þægilegt. Ef kveikt er lengi í einu er þó æskilegra, frá hagkvæmnissjónarmiði, að velja ljóskastara fyrir heppilegar úrhleðsluperur.



Litlar 12 V pinnaperur eru búnar ýmist láréttum eða vöfðum glóþræði. Vafinn glóþráður gefur yfirleitt besta ljóslagið ef perurnar eru notaðar í lampa með spegli.

## Lágspennuperur án spegils

Þetta er minnsta og einfaldasta gerð lágspenntrar halógenperu. Hún samanstendur af brennara með stungusökkli. Hylkið getur verið glært eða matt.

Perur af þessari gerð ættu helst að vera lágþrýstiperur og búnar sérstaklega meðhöndluðu gleri sem síar burt útfjólubláa geislun (UV-block/UV-stop). Perur sem ekki eru lágþrýstiperur má aðeins nota í lampa með hlífðargleri. Dæmigerð notkun er í lampa fyrir sérlýsingu, punktljós, niðurljós o.fl. með innbyggðum spegli. Einnig eru þessar perur hafðar í skrautlýsingu þegar markmiðið er að ná glitáhrifum.

## Kaldljósperur fyrir lágspennu

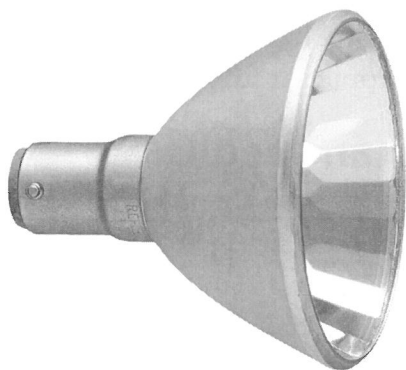
Kaldljósperur eru búnar spegli úr gleri. Spegilhúðin varpar ljósinu fram en megnið af hitanum leggur aftur. Þessar perur eru því sérlega heppilegar til að lýsa upp hluti sem eru viðkvæmir fyrir hita hvort sem um er að ræða vörur í verslunum, list- eða sýningarmuni. Kaldljósperur eru mjög algengar og eru notaðar við hinar ýmsu aðstæður. Ljósgefjafinn er fyrst og fremst hugsaður fyrir punktlýsingu en er einnig oft hafður í almenna lýsingu og veldur þá oft glýju og orsakar hitavandamál.

Flestir framleiðendur hafa á boðstólum mikið úrval af þessum perum, sem eru þá ýmist ætlaðar fyrir vinnustaði eða heimili. Þær í fyrrnefnda flokknum eru búnar betri eiginleikum, s.s. meira ljósi, lengri notkunartíma, minni UV-geislun, en eru dýrari í innkaupsverði. Nú á síðustu árum eru aðallega notaðar perur með gleri að framan.



Kaldljóssperan er búin spegli úr gleri með húðun sem hleypir í gegnum sig næstum 70% hitans. Þetta krefst góðs lampa og lýsingarkerfis.

Kaldljósperur eru fáanlegar í IRC-útfærslu. Það þýðir meiri ljósnýtni þannig að 35 W IRC-pera gefur álíka mikið ljós og venjuleg 50 W halógenpera. En perurnar hitna álíka mikið og þess vegna verður að nota aðeins veikari IRC-perur til þess að lampinn ofhitni ekki.



Dæmi um halógenperur með álspogli.

### Lágspennuperur með spegla úr áli

Sumar tegundir bakspegilpera af halógengerðinni eru búnar spegli úr áli eða gleri með álhúðun.

Álspegill er skilvirkari og optískt nákvæmari en gler-spegill kaldljósperunnar. Þess vegna fæst meira ljós og betra. Bæði ljós og hiti beinist fram.

Perur með litlum kúpli yfir brennarannum og hágljáandi fleygbogalöguðum spegli úr áli gefa mjög nákvæma ljósdreifingu og valda afar lítilli glýju.

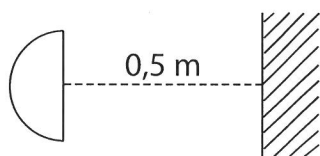
Halógenperur með álspegli henta vel í punktljós í verslunum, lýsingu á söfnum og sýningum, áherslu-lýsingu í heimahúsum og veitingahúsum o.fl. sem og í vinnulýsingu.



12 V halógenpera með álspogli sem gefur mjög góða ljóstýringu. Algeng í sérlýsingu í verslunum.

### Lýsingarfjarlægð

Halógenperur verða mjög heitar og geisla ennfremur hita í stefnu ljóssins. Röng notkun getur haft brunahættu í för með sér. Á lömpum fyrir stefnugeislandi ljósgjafa er haft tákni sem gefur til kynna minnstu leyfilega fjarlægð að þeim hlut eða fleti sem lýstur er. Að sjálfsgöðu má heldur ekki nota sterkari perur í lampa en gefið er upp fyrir hann.

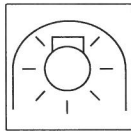






Á perum búnum hlíf gegn útfjólubláari geislun er merki sem gefur þetta til kynna.

„UV-stop/UV-block“ minnkar útfjólubláa geislun til muna, sér í lagi að því er varðar stystu og orkumestu bylgjulengdirnar.

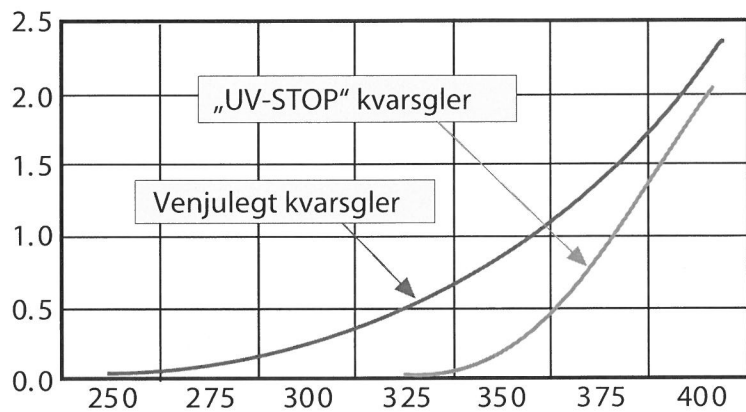


Táknið fyrir lágþrýstiperur.

## Útfjólublá geislun

Ljós og útfjólublá geislun upplitar og breytir viðkvæmum efnum. Upplitunin er háð litrófssamsetningunni, styrk birtunnar og hve lengi efnið verður fyrir geislun.

Brennarinn í halógenperu er búinn til úr kvarsgleri. Það hleypir stuttbylgjugeislum auðveldar í gegn og eykur þar af leiðandi hættuna á t.d. upplitun. Vandaðri perur eru búnar sérstaklega meðhöndluðu gleri í brennaranum eða þá að framan á þeim er gler sem minnkar skaðlega útgeislun. Við venjulega notkun stafar mönnum engin hættu af þessum perum.



## Lágþrýstingur

Flestar halógenperur sem framleiddar eru í dag eru lágþrýstiperur. Þær má því nota í lampa án hlífðarglers. Lágþrýstiperur og lampar sem ætlaðir eru fyrir þannig perur hafa sérstaka lágþrýstimerkingu.

## Að skipta um perur

Ekki má skipta um halógenperur nema ef slökkt er á þeim. Spennan á 230 V perum er hættuleg og á 12 V perum er straumurinn svo mikill að perusökkullinn getur skaddast.

Halógenperur án ytra hylkis má ekki snerta með berum fingrum. Fita af fingrum brennur föst við glerið og skaðar perurnar. Ef maður hefur slyst til að snerta peru skal hreinsa hana með mjúkum klút, vættum í spritti. Ekki má heldur gleyma að perur sem ekki hafa náð að kólna geta verið mjög heitar við snertingu.

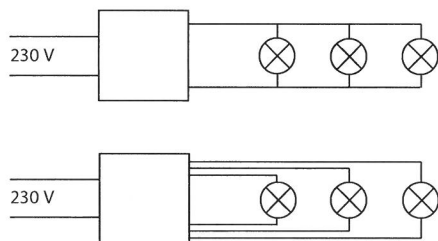
## Uppsetning á lágspennuperum

Það er útbreidd skoðun að lágspennuperur séu hættulausar vegna lágrar spennunnar og því geti hver sem er sett þær upp. En í raun og veru er straumurinn mjög mikill og það gerir sérstakar kröfur til uppsetningar. Þegar settar eru upp lágspennuperur er um að ræða sterkstraumsuppsetningu og hana á viðurkenndur rafvirki að annast.

Í fyrsta lagi verður að breyta kerfisspennunni svo að hún samsvari þeirri spennu sem ætluð er fyrir perurnar. Það er gert með **hlífðarspenni**. Það getur verið rafsegulspennir eða rafeindaspennir. Sá síðarnefndi er minni og léttari og lagar sig að álaginu þannig að rekstrarspenna perunnar verður eins og best verður á kosið. Spennubreytinn má setja upp beint í lampann eða sér, en þá getur hann nýst fleiri lömpum. Þó er uppsetningin einfaldari þegar spennirinn er hafður í lampanum.

Lágspennuperur hafa háan rekstrarstraum. 12 V pera með aflstærðina 50 W hefur 4,2 ampera straum. Þetta þýðir að hafa þarf réttan gildleika og rétta lengd á leiðslunni bæði hvað varðar álag og spennufall.

Spennirinn verður að vera varinn fyrir skammhlaupi og yfirálagi. Ef það er ekki fyrir hendi í spenninum (rafeindaspennar eru það yfirleitt) verður að tryggja sig á annan hátt, t.d. með vari lágspennumegin.



Af ýmsum ástæðum er betra að sjá hverjum lampu fyrir eigin leiðslu frá spenninum.

Til þess að þurfa ekki að nota groddalegar og illmeðfærilegar leiðslur og stór vör er æskilegt að draga sérleiðslu í hvern lampu. Þegar rafeindaspennir er notaður mega leiðslur ekki vera lengri en 2 m því annars getur myndast truflandi hátíðnisvið.

Ljósstyrkur halógenpera er háður spennunni. Ef perurnar fá mismunandi spennu, t.d. vegna þess að leiðslur eru mislangar og álagið ekki það sama, getur það valdið því að þær lýsi með ólíkum styrk.

Halógenperur eru eins viðkvæmar fyrir spennu og venjulegar glóperur. 5% yfirspenna minnkar endingartímann um helming. Fyrir 12 V peru samsvara 5% 0,6 V spennu. Spennar sem eiga að þjóna mörgum perum eru oftast með tómgangsspennu yfir 12 V til að veða upp á móti spennufalli við álag og í leiðslum. Ef álagið minnkar hækkar spennan og endingartími peranna minnkar. Þess vegna er mikilvægt að hafa rétta stærð á spennu og gildleika leiðslna.

Hitinn í kerfum með innfelldri halógenlýsingu getur verið stórt vandamál bæði með tilliti til spennu og lampa.

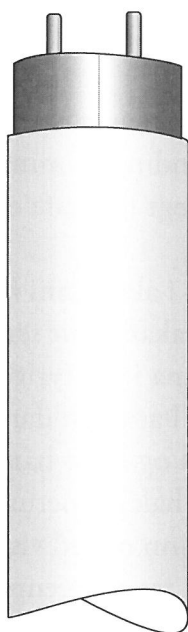
Spennarnir eru hannaðir fyrir hámarks umhverfishita. Ef hitinn verður hærri minnkar endingartíminn. Þess vegna má ekki hafa spennu of nálægt ljósgjafa og einnig þarf að sjá fyrir góðri kælingu.

Innfelldir lampar verða að vera í ákveðinni fjarlægð frá eldfimum efnunum. Til eru sérstakar hlífar sem settar eru utan um lampann og sem koma í veg fyrir að eldfim efni komist í snertingu við hann. Þannig hlífar sjá einnig til þess að loft leikur um lampann og kælir hann.

Hægt er að nota ljósdeyfi með halógenperum. En þegar rafaflið minnkar lækkar hitinn og við visst hitastig hættir halógenferlið. Á þessu stigi fer halógenperan að virka eins og venjuleg glópera. Til þess að forðast það að hylkið sortni ætti ekki að hafa halógenperur deyfðar að staðaldri. Lesið meira um ljósdeyfingu á halógenperum í kaflanum um ljósstýringu.

## Flúrpípur

---



Flúrpípur eru vafalaust algengustu ljósgjafar sem notaðir eru á skrifstofum og í iðnaðarhúsnæði. Kostir þeirra eru m.a.:

- Afar mikið rekstraröryggi
- Há ljósnýtni
- Hæg ljósminnkun
- Langur endingartími
- Góð litendurgjöf
- Hægt að velja lit á ljósinu
- Lágt verð og mikil sparneytni

Galli flúrpípna er stærð þeirra. Flúrpípur eru langar og þess vegna getur verið erfitt að athafna sig með þær. Þar að auki verða lamparnir að sama skapi stórir, en frá hönnunarsjónarmiði þykir það yfirleitt neikvætt. Ljóskerfi með flúrpípum geta stundum haft fremur dapurlegt yfirbragð.

Gera þarf greinarmun á flúrpípum fyrir ný kerfi og pípum sem notaðar eru í eldri kerfi. Oftast eru notaðar T5-flúrpípur í ný kerfi (þvermál 16 mm). Í eldri kerfum eru oft T8-pípur (þvermál 26 mm) og í mjög gömlum lýsingarkerfum rekst maður stundum á T12 (þvermál 38 mm).

Flúrpípur eru úrhleðsluperur. Til þess að kveikja og fá stöðuga lýsingu er nauðsynlegt að nota einhvers konar ræsibúnað.

### Flúrpípan sem allir nota nú til dags er T5

T5 flúrpípur eru búnar fleiri kostum en eldri gerðir. Þær er ekki hægt að nota í sömu lampana. Þetta stafar af því að T5-pípunar eru ekki af sömu lengd, eru framleiddar í öðrum aflstærðum og virka aðeins með rafeindastraumfestu. Öll þróun sem á sér stað á lömpum fyrir flúrpípur miðast við T5.



T5 gengur fyrir hátíðni frá rafeindastraumfestu. Þess vegna flóktir ljósið ekki neitt. Rafeindastraumfestur nota litla eiginorku sem gerir það að verkum að kerfi með T5-pípum eru mjög hagkvæm frá orkusjónarmiði.

T5-pípunar eru vistvænar. Vegna hærri ljósnýtni nota þær minni orku en eldri gerðir flúrpípna. Þá krefst framleiðsla þeirra minna hráefnis. Þær eru minni um sig og léttari og því hagkvæmari í flutningi. Þær komast því í minni lampa. Hægt er að endurvinna flúrpípur allt að 98%. Nú á dögum er næstum öllum flúrpípum safnað til endurvinnslu.

Hönnun T5-flúrpípna er miðuð við að gefa mest ljós við 35° C umhverfishita, en það er venjulegt hitastig nútímalampa. Ljósstreymið sem framleiðendur gefa upp gildir þó við 25° C. Það hefur þær afleiðingar að sú nýtni sem gefin er upp fyrir lampann eykst. Þar sem T5-pípur vinna best við 35 gráða umhverfishita eru þær ekki sérlega heppilegar til notkunar utanhúss eða í kæliklefum.

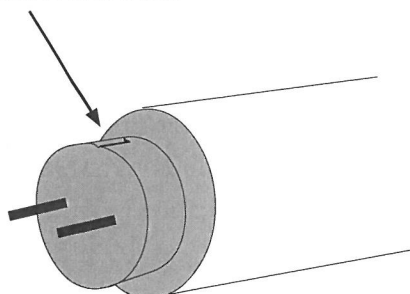
Ef notaðar eru mjórri pípur í lampann verður optíkin skilvirkari og minna af ljósi lokast inni í honum. Samanlagt má reikna með að ljósnýtni lampa hafi aukist um 20% ef miðað er við samsvarandi lampa fyrir eldri gerðir flúrpípna.

T5-pípunar eru tvenns konar: **High Efficiency** (mikil nýtni) og **High Output** (mikil afköst). T5 „High Efficiency“ gefur meiri ljósnýtni og er því sparneytnari. Hún er til í aflstærðum á bilinu 14–35 W. „High Output“ er búin „túrbó-pípu“ sem hefur meira afl miðað við lengdarmetra. Þessar pípur eru einnig til í hærri aflstærðum, frá 24 til 80 W. Þannig fæst meira ljós frá hverjum lampa og þess vegna er ekki þörf á eins mörgum lömpum í kerfinu. Það er gerð kerfisins sem segir til um hvora gerðina er æskilegt að nota. Í rými þar sem lofthæð er mikil er yfirleitt best að nota „High Output“.

Þar sem bæði „High Efficiency“ og „High Output“ eru fánlegar í sömu lengdum en mismunandi aflstærð verður að gæta að sér þegar skipt er um pípur. Ef maður velur ranga tegund hefur það áhrif á virkni pípunnar.

Lengd pípnanna er miðuð við 60 og 120 cm staðal-umgjörð. Þær eru einnig framleiddar sem hringpípur; þá er lampinn fyrirferðarminni en gefur mikið ljós.

Á sökkli flúrpípunnar er merki sem gefur til kynna að pípan sitji rétt. Þetta er mikilvægt við hátíðnirekstur.





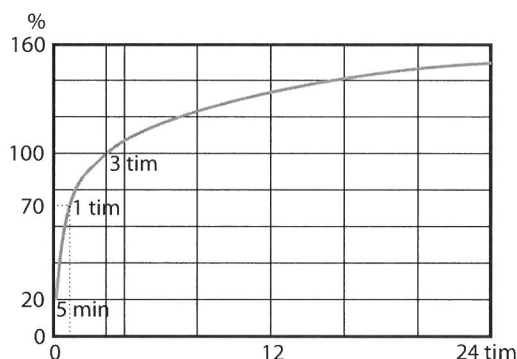
## Eldri gerðir flúrpípna

Elstu tegundir flúrpípna voru 38 mm í þvermál (T12). Nú rekst maður aðeins á þessar pípur í gömlum lýsingarkerfum með ljósstillingu, þar sem ekki er hægt að nota mjórri pípur í staðinn. Einnig er til svokölluð hitapípa sem samanstendur af mjórri pípu byggðri inn í 38 mm pípu. **Hitaflúrpípur** virka eins og hitabrusar og eru notaðar á köldum stöðum, t.d. í kæliklefum og utanhúss.

Algengustu flúrpípur í eldri kerfum eru T8, með 26 mm þvermáli. Af þeim eru til þrjár gerðir (með tilliti til litendurgjafar), þríbandalitbættar, sérstaklega litbættar og venjulegar.

Þríbandapípur eru algengastar. Ástæðan er há ljósnýtni, hæg ljósminnkun, langur endingartími og góð litendurgjöf.

Endingartími flúrpípna er miðaður við þriggja stunda logtíma í hvert sinn sem kveikt er. Ef þessi tími styttist minnkar endingin. Þetta á við um flúrpípur sem reknar eru með rafsegulstraumfestum.



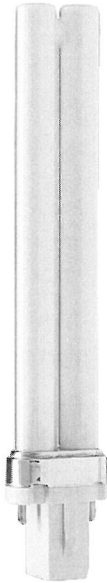
## Merkingar á flúrpípum

Flúrpípur fást í ólíkum ljóslitum og með mismunandi góða litendurgjöf. Áður fyrr hafði hver framleiðandi sitt eigið kerfi fyrir þessi kennigildi. Nú hafa menn sameinast um þriggja stafa merkingu til að lýsa eiginleikum pípunnar. Fyrsta talan á við litendurgjöf. Talan 8 þýðir að  $R_a$ -stigið er hærra en 80 og 9 að það sé hærra en 90. Flúrpípa með  $R_a > 80$  kallast þríbandapípa, og  $R_a > 90$  svarar til sérstaka flokksins. Í rýmum þar sem fólk heldur til að staðaldri á aldrei að nota ljósgjafa með  $R_a$ -stigi undir 80.

Síðari tölurnar tvær svara til ljóslitarins. Ef bætt er við þær tveimur núllum fáum við litarhitastigið miðað við Kelvinkvarða. Algeng litarhitastig eru 2700, 3000, 4000 og 6500 K.

Flúrpípa með merkingunni 830 hefur þannig litarhitastigið 3000 K og góða litendurgjöf. Ef merkingin er hins vegar 930 er ljósliturinn hinn sami en litendurgjöfin ennþá betri. En þegar besta litendurgjöfin er valin verður ljósnýtnin aðeins lægri. Þess vegna eru þríbandapípunar algengastar.

## Litlar flúrpípur og flúrperur



Fyrstu smápípurar voru „tvívingraðar“. Með því að beygja saman og bæta við fingrum hefur umfang þeirra minnkað.

Báðir þessir ljósgjafar eru smáir flúrljósgjafar, yfirleitt þríbanda. Þar sem ljósnýtni þeirra er há og endingartími langur eru þeir hagkvæmur og orkusparandi valkostur á móti glóperunni. Litendurgjöfin er svo góð að það er erfitt að segja til um hvort um sé að ræða glóperu, flúrperu eða litla flúrpípu ef ekki sést í sjálfan ljósgjafann.

Þróunin í hönnun þessara ljósgjafa er sú að umfang þeirra minnkar stöðugt, þeir verða minni og léttari. Til eru flúrperur sem hafa u.þ.b. sömu lögun og stærð og glóperur.

Lítill orkunotkun og lengri endingartími gerir það að verkum að litlar flúrpípur og flúrperur eru ódýrari í notkun en glóperur. Þetta á fyrst og fremst við um notkun á vinnustöðum en einnig um heimilislýsingu. Tilgreind meðalending er á bilinu 6000 til 15000 klst. Ljósnýtnin er 40 til 85 lm/W eftir því hvaða gerð á í hlut.

Ljósstreymi þessara ljósgjafa er breytilegt eftir því hvernig þeir snúa svo og umhverfishitanum. Reglan er sú að þegar litlar flúrpípur og flúrperur eru notaðar

Neysluútreikningur – samanburður  
(15000 klst. og orkukostnaður 10 kr/kWst)

### 60 W glópera, endingartími 1000 klst.

Glópera 60 W	15 stk. x 60 kr.	900 kr.
Orkukostnaður	900 kWh x 10 kr.	9000 kr.
Samtals		9900 kr.

### 11 W flúrpera, endingartími 15000 klst.

Flúrpera 11 W	1 x 1500 kr.	1500 kr.
Orkukostnaður	165 kWh x 10 kr.	1650 kr.
Samtals		3150 kr.

Sparnaður fyrir utan kostnað v/peruskipta 6720 kr.

14 peruskipti á 250 kr. hvert 3500 kr.

Sparnaður að meðtöldum peruskiptingum 10220 kr.

utanhúss á að hafa þær í lóðréttri stöðu svo að þær gefi meira ljós. Í miklum kulda geta eldri gerðirnar átt erfitt með að ná ræsingu. Nýrri gerðir með rafeindabúnaði eiga sjaldan við þennan vanda að etja.



Nýrri tegundir flúrpera með rafeindabúnaði.

**Flúrperum** er ætlað að leysa glóperur af hólmi í sama lampu. Þær eru venjulega búnar E27 eða E14 sökkli. Straumfesturnar eru innbyggðar í peruna. Nú til dags eru allar flúrperur með innbyggðum rafeindastraumfestum. Þannig verða perurnar minni og léttari og það kviknar á þeim án þess að ljósið flökti. Þegar kveikt hefur verið á perunni líða nokkrar mínútur áður en hún gefur frá sér fullt ljós. Til þess að koma í veg fyrir að endingartíminn styttist er æskilegt að flúrperur með rafeindabúnaði kólni í nokkrar mínútur áður en kveikt er á þeim á ný. Flúrperur er ekki hægt að ljósdeyfa.

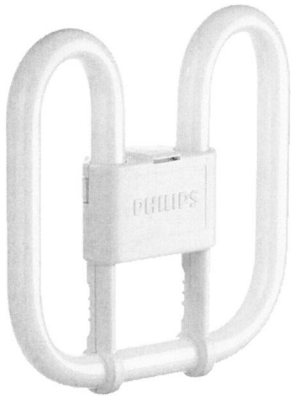
Enda þótt flúrpera gefi eins mikið ljós og glópera er ekki þar með sagt að hún geti komið í staðinn fyrir hana. Hún getur verið of stór, of þung eða óheppileg í laginu. Margir lampar eru ekki hannaðir til þess að hægt sé að nota í þá flúrperur. Þetta á sérstaklega við um lampu með speglum. Þar sem flúrperan er yfirleitt ekki af sömu stærð og lögun virkar lýsingin heldur ekki á þann hátt sem hæfir lampanum. Glóperan geislar ljósi í allar áttir, en margar flúrperur senda megnið af ljósinu út frá hliðunum. Það getur valdið glýju eða þá að ljósið lokist inni í lampanum.

Nú eru flúrperur fáanlegar í miklu úrvali. Þær eru af ýmsum stærðum, misþungar og mismunandi að lögun.



Það eru jafnvel til perur með spegli, tvíþreparæsingu, innbyggðum rökkurliða o.fl.

Á markaðnum má m.a. finna perur frá lítt þekktum framleiðendum. Óvilhallar endingarprófanir hafa sýnt fram á að þær geta haft skemmri endingartíma og í sumum tilfellum er litendurgjöf verri vegna þess að ljósduftið er af „venjulegu“ gerðinni. Og umfram allt eru gæðin yfirleitt misjöfn.



Þessi smápípa gefur möguleika á mjög grunnum lampa.

**Litlar flúrípúr** er aðeins hægt að nota í þar til gerða lampa. Sökkklar þeirra eru frábrugðnir venjulegum sökkklum og straumfestan er í lampanum. Af þessum ástæðum eru þær ódýrari í notkun en flúrperur. Þess vegna ætti alltaf að nota litlar flúrípúr í ný lýsingarkerfi en ekki flúrperur.

Lampa fyrir litlar flúrípúr má einnig gera skilvirkari og betur aðhæfða ljósgjafanum en þegar flúrperur eru notaðar í lampa fyrir glóperur. Innfelldur lampi fyrir litlar flúrípúr verður ekki eins heitur. Ef flúrípúan er liggjandi verður innfellingin þar að auki grynri.

Straumfesta fyrir litlar flúrípúr getur verið hvort sem er af hefðbundinni tegund með járnkjarna eða rafeindaspóla. Sumar smápípúr þurfa rafeindastraumfestu. Litlar flúrípúr með fjóra tengistauta má yfirleitt deyfa.

Litlar flúrípúr eru framleiddar í æ hærri vattastærðum. Nú má fá upp í 120 vatta smápípúr. Það hefur í för með sér að fyrir litlar flúrípúr koma ný notkunarsvið. Þar sem áður voru notaðar stórar flúrípúr má nú nota lampa sem eru öðruvísi í laginu og nettari að allri hönnun. Ef áður voru notaðar kvikasilfurperur fást nú meiri ljósgæði. Litlar flúrípúr gefa líka möguleika á því að velja ljóslitinn.

Í bestu smápípunum hefur tekist að minnka kvikasilfurmagnnið niður í aðeins 3 mg. Pípur með kvikasilfurblöndu eru ekki eins viðkvæmar fyrir hita umhverfisins.



Dæmi um litlar flúrípúr sem hægt er að fá í háum vattastærðum.

# Háprýstar úrhleðsluperur

---

Margar gerðir ljósgjafa falla undir skilgreininguna háprýstar úrhleðsluperur. Þá er ljósið myndað við úrhleðslu milli tveggja rafskauta. Þrýstingurinn í þeim er eilítið hærri en þrýstingur andrúmsloftsins. Þessir ljósgjafar eru oft litlir miðað við aflstærðina, en hún getur verið frá 20 W og allt upp í 3500 W. Á síðustu árum hefur orðið hröð framþróun á sviði þessara ljósgjafa en það hefur aftur leitt til þess að notkunarsvið þeirra hefur stækkað til muna. Áður fyrr voru háprýstiperur einkum notaðar utanhúss og í iðnaðarhúsnæði þar sem hátt er til lofts. Nú á dögum eru gæði sumra þeirra slík að þær eru notaðar innanhúss, t.d. í verslunum.

Úrhleðsluperur hafa langan endingartíma. Í flestum tilfellum yfir 15000 klst. Til að þær virki verða þær að hafa straumfestu. Flestar þeirra þurfa einnig sérstakan ræsi til að kvikni á þeim. Þegar kviknað hefur á perunum líða nokkrar mínútur áður en þær gefa fullt ljós og hafa náð stöðugleika í ljósgjöf. Ef slökkt er á slíkri peru þarf hún oftast að kólna og þrýstingurinn að lækka áður en hægt er að kveikja að nýju.



Kvikasilfurpera. Eiginleikar hennar eru eilítið breytilegir eftir því hvaða ljósduft er notað.

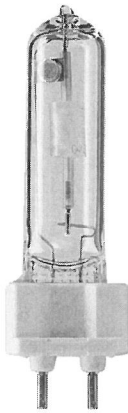
## Kvikasilfurperur

Kvikasilfurperan er mjög gamall ljósgjafi. Notkun hennar í dag takmarkast nær eingöngu við veга- og götulýsingu. Ljós liturinn er lítið eitt blágrænn. Kvikasilfurperur eru af mismunandi gerðum. Munurinn liggur í ljóslitnum, litendurgjöf og ljósnýtni. Vandadri tegundir kvikasilfurpera eru aðeins dýrari í verði en „fátækari ættingjar“ en eru samt algengari.

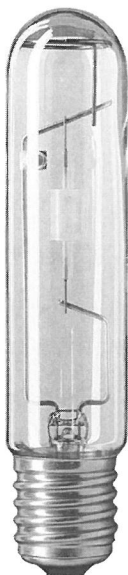
Meðalendingin er mjög mikil en ljósnýtnin minnkar og litendurgjöfin versnar með tímanum. Stundum rekst maður á perur sem eru farnar að lýsa grænu ljósi. Þá hafa þær verið notaðar of lengi. Æskilegt er að skipta um þær eftir u.þ.b. 15000 klst. Það samsvarar nokkurn veginn fjögurra ára notkun við götulýsingu.



Eldri málmhalógenpera með úrhleðslu-  
pípu úr gleri.



Nýrri tegund málmhalógenpera með  
keramikbrennara.



Keramísk málmhalógenpera. Hún getur  
komið í stað háþrýsti-natríumpera, gefur  
hvítt ljós með betri litendurgjöf.

Kvikasilfurperur hafa vikið æ meir fyrir háþrýsti-natríumperunum. Þær gefa meira ljós og hafa hlýrri blæ en þykja stundum helst til gular. Með því að nota færri vött sparast orka. En ef maður vill aftur á móti bæta ljósgæðin notar maður keramískar málmhalógenperur.

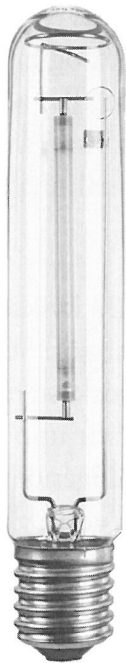
## Málmhalógenperur

Málmhalógenperur hafa þróast út frá kvikasilfurperunum og hafa töluvert betri litendurgjöf. Stærri gerðirnar eru fyrst og fremst notaðar í ljóskastara. Margir af stærstu leikvöngum utanhúss eru lýstir upp með þannig perum. Ein sérstök tegund málmhalógenpera (TS) hefur sökkla í báðum endum. Sú hönnun gerir kleift að nota 30–60.000 V ræsispennu. Þá er hægt að kveikja á perunum þótt þær séu heitar. Annar kostur þess að hafa tvo sökkla er sá að það leyfir mjög nákvæma stillingu á perunum, sem gerir þær ákjósanlegar fyrir t.d. ljóskastara.

Nú er farið að nota keramikbrennara í málmhalógenperur. Í þannig perum er liturinn mjög stöðugur. Allar perur eru þá með sama ljóslit og litendurgjöfin breytist sáralítið með tímanum. Þessar perur eru fánlegar með ýmsum gerðum sökkla og jafnvel sem spegilperur.

**Keramískar málmhalógenperur** eru orðnar mjög vinsælar til notkunar í verslunargluggum. Þá eru þær ennfremur notaðar í almenna lýsingu, í niðurljós o.fl. Þróun þessarar perutegundar er hröð og tilhneigingin er að hafa smærri perur með lága vattatölu og rafeindastraumfestu. Þar sem ljósnýtni þeirra er betri og endingartími lengri en venjulegra halógenpera koma þær að öllum líkindum til með að leysa þær af hólmi í verslunum. Nýjustu gerðir keramísku peranna bjóða upp á ljósdeyfingu án þess að ljósliturinn breytist.

Ein tegund málmhalógenpera er notuð í ökuljós á bílum. Hún þekkist af bláleitu ljósi. Þessi lampi er kallaður Xenarc og gefur allt að þrisvar sinnum meira ljós en halógenlóperur fyrir bíla.



Glær og rörlaga háþrýsti-natríumpera.

### Háþrýsti-natríumperur

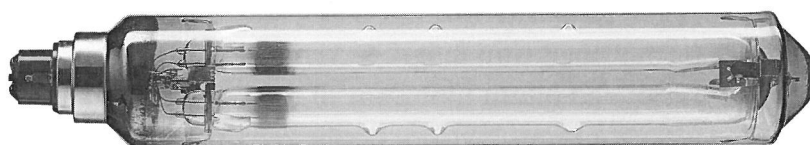
Háþrýsti-natríumperur eru búnar brennara úr sindruðu áloxíði. Ljosið er gulhvítt og ljósnýtnin er að bilinu 70–130 lm/W. Á síðustu árum hafa perurnar öðlast betri litendurgjöf, meira ljós og lengri endingartíma. Nú til dags eru jafnvel fánlegar perur af þessari gerð sem eru algerlega lausar við kvikasilfur.

Sterkustu perurnar, 250–1000 W, eru m.a. notaðar í ljóskastara á iðnaðarlóðum, járnbrautar-, hafnar- og íþróttasvæðum. Það er einkum fjárhagsleg hagkvæmni þessara pera sem ræður því.

Perur á bilinu 35–250 W eru notaðar í lýsingu á vegum, húsagötum og stærri umferðargötum.

Þegar háþrýsti-natríumperur verða gamlar fara þær að blikka á nokkurra mínútna fresti. Það er merki um að skipta þurfi um. Nýir lampar eru búnir svokölluðum ræsirofa sem slekkur á perunum þegar þær byrja að blikka og losar menn þannig við þau vandamál sem fylgja þessari ljóstruflun.

Sérstök tegund háþrýsti-natríumperu er notuð innanhúss, m.a. til að lýsa upp útstillingarglugga, ávexti, grænmeti og blóm. Hún er venjulega kölluð „hvítt natríum“ (white SON) og gefur hlýtt og þægilegt ljós með góðri litendurgjöf. Rauðir og gulir litir taka sig sérlega vel út í því.



Lágþrýsti-natríumpera.

### Lágþrýsti-natríumperur

Lágþrýsti-natríumperan var fyrsta natríumperan. Ljós hennar er einlitt gult og endurgefur enga liti. Maður upplifir allt í gráum litaskala. Ljósnýtnin er mjög há, allt upp í 200 lm/W. Það er það hæsta sem nokkur ljósgjafi er fær um.

Lágþrýsti-natríumperur hafa hingað til verið notaðar til að lýsa upp stórar umferðaræðar. En vegna þess að litendurgjöfina skortir hafa háþrýsti-natríumperur komið í staðinn.

# Tengibúnaður



Flúrperur hafa innbyggðan ræsibúnað.

Marga ljósgjafa þarf að tengja við rafkerfið með því að nota einhvers konar **ræsi- eða tengibúnað**, annars mundu þeir ekki virka. Þessi búnaður getur verið annaðhvort spennir, sem gefur perunni rétta spennu, eða straumfesta sem takmarkar strauminn. Þá telst einnig til tengibúnaðar ræsir (startari) og þéttir sem leiðréttir fasvik. Oft er notaður sérstakur **rekstrarbúnaður** til að unnt sé að nota ljósstýringu. Tengibúnaðurinn getur verið á þremur mismunandi stöðum:

- hann getur verið innbyggður í ljósgjafann, sbr. flúrperur
- settur í lampann, eins og fyrir flúrpípur
- eða settur upp sér og þá látinn þjóna fleiri en einum lampa, sem getur átt við um halógenlýsingu.

## Ræsibúnaður í ljósgjafanum

Ræsibúnaður sem er innbyggður í ljósgjafann á ekki að valda neinum vandamálum. Yfirleitt er þó ekki hægt að deyfa þannig perur.

## Ræsibúnaður í lampanum

Algengast er að ræsibúnaðurinn sé í lampanum. Það gildir um allar venjulegar flúrpípur, litlar flúrpípur og flesta lampa fyrir lágspenntar halógenperur. Þegar um háþrýstiperur er að ræða er ræsibúnaðurinn annaðhvort í lampanum eða þá í sérstakri dós.

Tengibúnaðurinn getur verið af rafeindagerð en hann getur líka verið spennir eða spóla með járnkjarna. Rafeindatengibúnaður verður æ algengari. Suma nýrri ljósgjafa er aðeins hægt að nota með rafeindabúnaði. Með rafeindatekninni má jafnvel byggja inn rásir sem koma jafnvægi á starfsemi ljósgjafanna. Fjallað verður um ljósstýringu og stýrikerfi í sérstökum kafla.

Ekki er flókið að tengja lampa með tengibúnaði. Það þarf aðeins að tengja leiðslurnar í tengikubb lampans.

Rafeindatæknin er samt viðkvæm fyrir spennubreytingum á allt annan hátt en gamli rafsegulbúnaðurinn og þess vegna gilda vissar reglur sem fara þarf eftir til þess að tengibúnaðurinn skemmist ekki eða önnur vandamál komi upp í kerfinu.

## Tengibúnaðurinn settur upp sér

Tengibúnaður er stundum hafður sér af ýmsum ástæðum. Ein þeirra er sú að menn vilja gera lampann minni og léttari. Ending tengibúnaðarins er háð umhverfishitastiginu. Með því að hafa hann sér, má lækka hitastigið umhverfis. Ef fleiri lampar eru tengdir við sama tengibúnað er einnig hentugt að hafa straumfestuna eða spenninn í sérhylki.

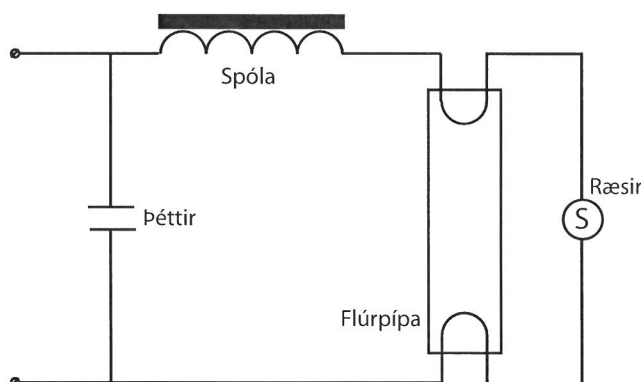
Þegar tengibúnaður er hafður sér þarf stundum að fara eftir reglum um hámarks lengd á leiðslum milli tengibúnaðar og ljósgjafans. Það kemur til af því að löng leiðsla getur haft áhrif á ræsispennuna eða geislað hátíðni sem getur valdið truflunum.

Þegar straumfestan er fest ofan á milliloft gilda sérstakar reglur.

## Hefðbundnar straumfestur

Rafsegulstraumfesta eða rafsegulspóla fyrir flúrpípur samanstendur af spólu sem undin er utan um járnkjarna. Hlutverk hennar er að takmarka rafstrauminn að flúrpípunni og gefa henni réttan skammt. Ef straumfestuna vantaði færi allur straumurinn um pípunna þegar kviknaði á henni og ylli skemmdum. Spólan kemur einnig við sögu í kveikingunni. Á teikningunni hér til hliðar má sjá hvernig tengja á lampa fyrir eina flúrpípu.

Til eru rafsegulspólur með litlum töpum. Þær eru einkum notaðar í Mið-Evrópu. Í þessum spólum er meiri kopar og járnkjarninn er öðruvísi byggður.



Tenging fyrir flúrpípu með rafsegulspólu.

Eins og sést á teikningunni kemur einnig við sögu, fyrir utan spóluna, **ræsir** (startari) og oftast líka **þéttir** til að leiðrétta fasvik. Þegar straumi er hleypt á, fer hann um ræsinn. Tvímálmssnerta í honum skammhleypir og rafskautin í pípunni hitna. Þegar tvímálmurinn rýfur síðan sambandið, gefur spólan spennuhögg sem kveikir á pípunni. Þegar kviknað hefur á flúrpípunni, fer spennan gegnum pípunna og ræsirinn verður óvirkur.

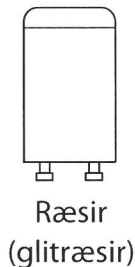
Svona kerfi verða fyrir sliti og eru ónákvæm. Oft þarf að endurtaka kveikiferlið nokkrum sinnum áður en kviknar á flúrpípunni. Þá blikkar það fleirum sinnum áður en kviknar. Ef kalt er, kviknar erfiðlegar á pípunni. Kveikiferlið veldur sliti bæði á flúrpípunni og ræsinum. Þegar skipt er um flúrpípu skal skipta um ræsinn líka.

Auk hefðbundinna ræsa eru til rafeindaræsar og rofaræsar. Báðar tegundirnar vinna betur og öruggar. Ef ekki kviknar á flúrpípunni og hún flöktir bara í staðinn, binda þessir ræsar enda á þessar kveikilraunir. Þegar skipt er um flúrpípuna verður síðan að koma ræsinum fyrir á nýjan leik. Rafeindaræsum og rofaræsum þarf ekki að skipta út í hvert sinn sem skipt er um flúrpípu. Hefðbundinn ræsir getur brætt úr sér. Það hefur í för með sér að spólan skammhleypir og getur ofhitnað. Ef illa tekst til getur þetta leitt til bruna.

Hefðbundnir ræsar eru til í tveimur gerðum, fyrir einfalda ræsingu og fyrir raðræsingu. Sú síðari er notuð í lampa þar sem tvær 18 W flúrpípur eru raðtengdar við eina straumfestu.

Til er margs konar tengibúnaður til ræsingar og rekstrar á flúrpípum. Í einni útfærslunni er enginn ræsir heldur ræsispennir.

Nú gilda nýjar kröfur varðandi orkunýtni í flúrpípu-tengibúnaði sem kemur á markaðinn. Til að uppfylla kröfurnar verður að nota lágtapa rafeindatengibúnað eða straumfestur.



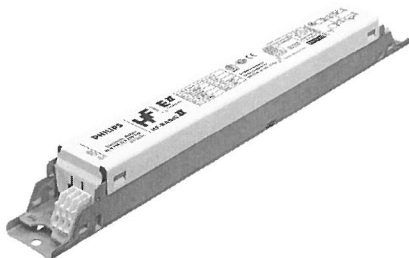
Ræsir  
(glitræsir)

## Straumfestur fyrir hátíðni

Eins og áður hefur komið fram verða rafeindastraumfestur æ algengari. Kostir þeirra felast í auknum þægindum, betri endingu flúrpípnanna og orkusparnaði.

### **Kostir sem leiða til aukinna þæginda**

Þeir eru nokkrir. Vírundnum straumfestum fylgir flökt sem kerfistíðnin veldur. Þar sem kveikingin í flúrpípunni á sér stað bæði á jákvæðu og neikvæðu sveiflunni er tíðni flöktsins 100 Hz. Venjulega verðum við ekki vör við flöktið. Við athugun sem gerð var á hópi fólks sem þjáðist af miklum höfuðverk kom í ljós að hjá u.þ.b. 50% þátttakenda í könnuninni minnkaði höfuðverkurinn þegar þeir unnu í birtu frá flúrpípum með rafeindastraumfestu.



Rafeindastraumfesta.

Nýjar rannsóknir sýna einnig að fólk sem er viðkvæmt fyrir rafmagni verður fyrir óþægindum af flökki. Flökt getur valdið snúðsjárhreifum. Vélarhlutar á hreyfingu sýnast þá standa í stað eða snúast með öðrum hraða eða í aðra átt. Þá verður að telja til kosta rafeindastraumfestunnar að það kviknar á flúrpípunni án þess að ljósið flökki og að sjálfvirkt straumrof verður á flúrpípu sem ekki ætlar að kvikna á.

## **Sjálfvirkt straumrof og ný ræsing**

Þegar hátíðniræsing er notuð er oftast höfð ein straumfesta fyrir tvær flúrpípur. Þá er eðlilegt að það slokkni á báðum pípunum þegar önnur þeirra geispar golumni. Rafeindastraumfestunni þarf að koma í samt lag eftir að hún slekkur á flúrpípu. Það gerist með því að taka strauminn af henni. Þegar hefðbundin ræsing er annars vegar má skipta um flúrpípur meðan straumur er á kerfinu og það kviknar á nýju pípunni. Þetta gengur ekki með rafeindaræsing. Þess í stað er skipt á pípunni sem bilaði, kerfið er látið vera straumlaust í u.þ.b. 20 sekúndur, svo er kveikt og þá ætti að kvikna á öllum pípum.

Flúrpípa / var	10 A	16 A	20 A
1 x 18 W HF	70	112	140
1 x 36 W HF	40	63	79
1 x 58 W HF	26	41	66
2 x 36 W HF	12	19	24
2 x 58 W HF	11	18	23

Fjöldi rafeindaspólna sem tengja má við eina samstæðu með sjálfvirku vari. Fjöldinn getur verið breytilegur eftir framleiðanda.

## **Færri lampar á hvert var**

Annað atriði sem hugsá verður út í með rafeindastraumfestur er að það kviknar samtímis á öllum flúrpípum. Ræsiferli hefðbundinnar flúrpípu var öllu flóknara og gerði það að verkum að ekki kviknaði á öllum pípum í einu. Ræsisstraumurinn var því minni. Ef varið í hátíðniræsingunni er of veikt geta spennuhögginn í kveikingunni komið því til að slá út. Þetta á sérstaklega við um sjálfvirk vör. Vörin verður þess

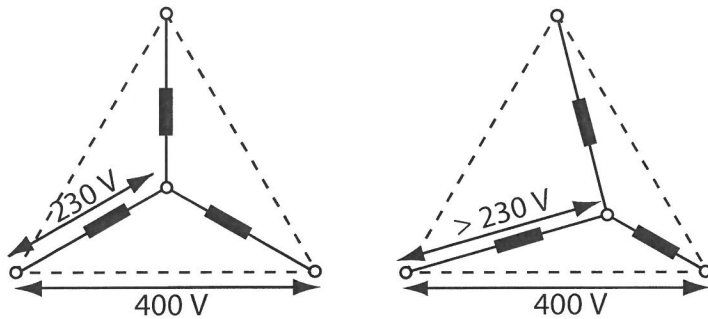
vegna að miða við ræsigildið en ekki við rekstrargildið. Töflunni hér að ofan er ætlað að segja til um hve margar straumfestur má tengja við hinar ýmsu stærðir vara.

## **Rafeindatæknin er viðkvæm fyrir spennu**

Rafeindatæknin er viðkvæmari fyrir spennuvikum en gamla raftæknin. Rafeindaræsibúnaður þolir venjuleg 10% spennuvik miðað við 230 V, þ.e. 207–253 V.

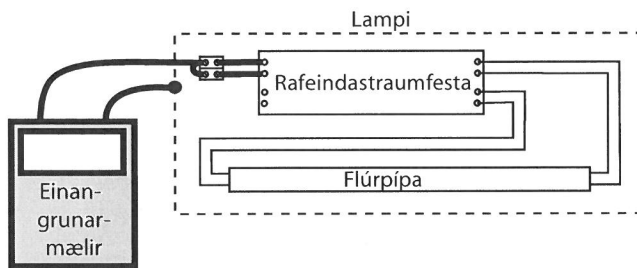
Sumar rafeindastraumfestur hafa þar að auki yfirspennuvörn sem hlífir t.d. ef straumfesta væri tengd milli tveggja fasa (380 V).





Ef núllpunkturinn færir til vegna skáálags eykst eða minnkar fasaspennan.

Ef núllleiðari í 3-fasa kerfi með skáálagi er ekki tengdur almennilega getur núllpunkturinn færst til og þá getur spenna fasanna orðið mjög ólík. Þá er hætt á að ræsibúnaðurinn skemmist. Þess vegna er mikilvægt að ganga úr skugga um að núllleiðarinn sé vel tengdur og að lampar með rafeindastraumfestum séu ekki tengdir nema þegar engin spenna er á þeim.



Þegar lampi með rafeindastraumfestu er einangrunarmældur verður að gæta varúðar.

### **Einangrunarmæling**

Einangrunarmæling er venjulega gerð með þar til gerðum mæli (megger) og hámarks 500 V jafnspennu. Þessi spenna má ekki komast í ræsibúnaðinn því hann getur þá skemmst. Fyrst þarf að taka alla spennu af kerfinu. Tengdu síðan saman fasa og núll. Einangrunarmældu milli fasa og jarðar. Tengdu núllið aftur og gakkstu úr skugga um að það sé vel tengt. Þá fyrst má setja spennu á lampann.

### **Lekastraumar**

Í rafeindaræsibúnaði er truflanapóttir tengdur milli fasa og jarðar. Gegnum hann fer lekastraumur. Lekastraumurinn má ekki verða meiri en 0,5 mA fyrir hvern ræsibúnað eða 1 mA fyrir hvern lamp. Lekastraumurinn takmarkar fjölda þeirra rafeindaspólna sem hægt er að tengja við lekastraumsrofa. Tvíeinangraðar rafeindaspólur eiga ekki að leka neinum straumi.

### **Yfirtónar**

Annarlegir yfirtónar í rafkerfinu er vandamál sem kemur æ oftar fyrir. Yfirtónarnir gera það að verkum að sínusformstraumsins aflagast og núllið fer að flytja straum. Flutningsstöpin í kerfinu aukast og viðkvæm tæki geta skemmst.

Alþjóðlegi IEC-staðallinn leyfir ekki að yfirtónar fari yfir visst hlutfall af kerfisspennunni. Vandaðar rafeindastraumfestur eru búnar síu sem takmarkar dreifingu yfirtóna.

### **Truflanir á búnaði með innrauðri fjarstýringu**

Eldri búnaður af þessu tagi notaðist við tíðni sem lá nærri tíðni rafeindastraumfestunnar, 20–25 kHz. Valvísí hans var einnig lélegt, þ.e. hann skynjaði fremur breitt tíðnisvið. Rafeindaræsibúnaður gefur enga truflandi innrauða geislun frá sér en það gera aftur á móti flúrpípurnar. Ef upp kemur vandamál getur það stafað af því að ljós flúrpípunnar truflar eldri gerð af innrauðum skynjara.

Í nýrri tækjum er tíðnin í innrauðum stýribúnaði mun hærri og engin hætta er á að truflana gæti.

### **Rafsegulsvið**

Bæði segulsviðið og rafsviðið eru undir þeim hámarks-gildum sem miðað er við hér á landi. Í flestum tilfellum liggja gildin undir því sem hefðbundinn ræsibúnaður gefur. Til þess að bæði sviðin haldist eins lág og mögulegt er eiga lampar að vera jarðtengdir og ef glýjuhlífar eru úr málmi eiga þær líka að vera jarðtengdar.

### **Flúrpípurnar endast lengur**

Endingartími flúrpípunnar ákvarðast að miklu leyti af því að rafskautin slitna við kveikinguna. Með rafeindaræsibúnaði verður kveikingin mjög nákvæm og örugg og hún fer betur með flúrpípuna. Flestar tegundir rafeindaræsibúnaðar forhita rafskautin, en það gerir kveikinguna enn nærgætnari. Þetta er yfirleitt kallað **heitræsing**.

Við það að nota rafeindaræsibúnað má búast við 25–50% lengri endingartíma flúrpípunnar, gróflega áætlað. Þetta lækkar ljósgjafaútgjöld og viðhaldskostnað.

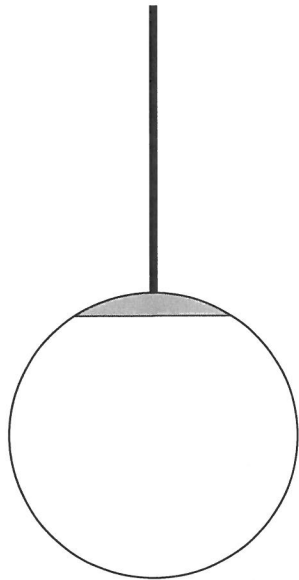
### **Rafeindaræsibúnaður sparar orku**

Þegar flúrpípur er reknar með hátíðni eykst ljósnýtnin. Það hefur gert mönnum kleift að lækka aflstærðirnar. Þar að auki er eiginorkunotkun rafeindaræsibúnaðar lægri en þess hefðbundna. Þessir tveir þættir þýða að með því að skipta yfir í rafeindaræsibúnað tekst að lækka orkunotkun um allt að 25%.

### **Heildarkostnaðaráhrif**

Rafeindaræsibúnaður er dýrari en sá hefðbundni. Aftur á móti er rekstrarkostnaðurinn lægri. Og ef við tökum með í reikninginn kostina við meiri þægindi og minni ljósgjafa- og viðhaldskostnað verður útkoman sú að rekstur með rafeindaræsingu er hagkvæm fjárfesting.

# Lampar



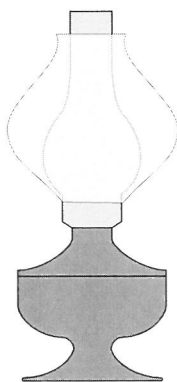
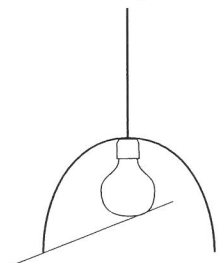
Með því að stækka hið lýsandi yfirborð, þ.e. setja kúpul eða skerm utan um peruna, minnkar glýjan.



Lampar gegna margs konar hlutverki. Að sjálfsögðu er mikilvægast að þeir sjái fyrir góðri lýsingu. Ljósið myndast í ljósgjafanum en það ræðst af lampanum hvernig það dreifist og hvernig því er beint. Lampinn ræður þess vegna miklu um gæði lýsingarinnar. Einfaldasta gerð lampa samanstendur af lampahöldu einni saman. Peran lýsir þá í allar áttir. Slíkur lampi er hvorki hentugur, notalegur né fallegur.

Einfaldasta gerð lampa fyrir flúrpípur samanstendur af blikk- eða plastumgjörð með flúrpípuhöldu í hvorum enda. Þessi búnaður er ekki mikið skárri en lampahaldan. Hann veldur glýju og dreifir ljósinu þannig að rýmið sem lýst er upp virðist óvistlegt og ópersónulegt. Þannig búnaður er ekki sérlega skilvirkur. Þó rekst maður enn á slíka lampa.

Fyrsta skrefið í þá átt að bæta lýsinguna felst í því að dreifa ljósinu frá ljósgjafanum eða að skerma hann af. glýjan frá honum verður þá ekki eins mikil. Með því að koma perunni fyrir í einhvers konar „dós“, sem er alveg eða að hluta ógegnsæ, hefur maður myndað lampa með glýjuhlíf.



Jafnvel gamlir steinolúlampar þurftu glýjuhlífur.

Þegar við skermum ljósgjafann af lokum við ljósið líka inni. Það gerir að verkum að nýtnin minnkar. Með því að mála innhliðar lampans hvítar eða koma fyrir speglum batnar nýtni ljósgjafans. Í nýrri tegundum lampa er ljósinu beint þannig að það komi að sem bestum notum. Það er gert með speglum í lampanum eða með sérstökum glýjuhlífum. Með öðrum orðum er ljós með slæma glýju gert að nytsömu og góðu ljósi.

Þegar gamall lampi er skoðaður verður ljóst að þessi lögmál hafa verið þekkt lengi. Í gamla daga þegar ljósgjafar voru veikir var ljósið magnað í hentugar áttir með gljáandi plötum. Þegar ljósgjafarnir urðu öflugri neydd-

ust menn hins vegar til að draga úr glýjunni. Þá voru settar hvítar glerkúpur eða skermar utan um peruna. Þetta var raunar gert þegar á dögum steinolíulampanna.

Í fyrndinni fékkst ljós frá brennandi logum. Opinn eldur hefur alltaf haft hættu í för með sér. Nú á dögum notum við rafmagnsljós. En rafstraumur er heldur ekki hættulaus. Eitt hlutverk lampans er að minnka slysa-hættu. Hann á að varna ofhitnun og bruna en einnig að hindra að maður komist óvart í snertingu við þá hluta ljósa-búnaðarins sem straumur er á. Eldhætta getur verið mikil ef lampinn er innfelldur og ef kæling er slæm. Hættan er sérstaklega mikil ef lampinn er í rykuðu umhverfi eða ef þar eru hafðar um hönd eldfimar lofttegundir. Þess vegna eru í gildi reglur um það hvar og hvernig megi setja upp lampa, hvaða umhverfishita hann megi hafa og hvernig hann skuli tengdur rafkerfinu. Á sumum athafnasvæðum þarf hönnun lampa t.d. að vera þannig að straumur rofni sjálfkrafa þegar hann er opnaður.

Yfirleitt höfum við býsna skýra hugmynd um það hvar ákveðinn lampi er notaður. Við tölum um lampa fyrir heimili, opinbera staði, skrifstofur, iðnaðarhúsnæði, notkun utanhúss o.s.frv. En þetta er aðeins gróf flokkun. Af lömpum fyrir opinbera staði passa vissar tegundir í hótélherbergi, aðrar í ráðstefnusali eða í kirkjur o.s.frv. Það sem m.a. ræður valinu er hönnun, efni, uppsetning og gerð ljósgjafa.

Af lömpum til notkunar utanhúss má nefna lampa fyrir almenningsgarða og göngubrautir, lampa fyrir umferð og ljóskastara. Ljóskastarar geta svo verið af ýms-um gerðum, eftir því hvort þeim er ætlað að lýsa upp lítið skilti, byggingu, fótboltavöll, stórt iðnaðarsvæði, hafnar-svæði eða flugvöll.

### Ræðið:

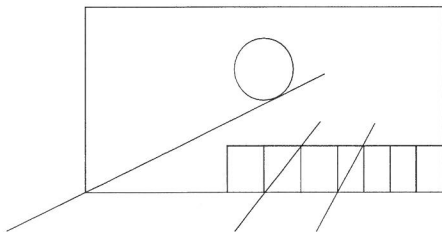
Hvaða hlutverki þjónar góður lampi? Nefnið fjögur mikilvægustu atriðin.

- 1 \_\_\_\_\_
- 2 \_\_\_\_\_
- 3 \_\_\_\_\_
- 4 \_\_\_\_\_

Það getur verið flókið mál að velja réttan lampa. Stundum eru það tæknileg atriði sem ráða valinu, en stundum er það útlit lampans. Til að velja rétt þarf bæði tæknilega kunnáttu og tilfinningu fyrir stíl og hönnun. Í mörgum tilfellum ætti samráð milli lýsingarhönnuðar og arkitekts að fara á undan valinu.

## Ljóstækni

Eitt mikilvægasta hlutverk lampa telst að beina ljósinu þannig að það komi að sem bestum notum, einnig að það valdi ekki glýju og skapi þægilegt lýsingarumhverfi. Lampinn getur haft þrens konar áhrif á ljósið: með því að skerma það af, hafa áhrif á stefnu þess eða deyfa það.



Mekanísk skermun lampa er tilgreind sem hornið milli lóðlínu og línunnar sem skermir ljósgjafann af.

Með grindum má minnka hlífðarhornið.

### Skermun (ljóshlífar)

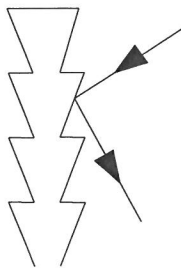
Einfaldasta skermunin felst í því að koma ljósgjafanum fyrir í kassa svo að hann sjáist ekki frá venjulegum sjónarhornum. Þessum kassa má gefa aðlaðandi yfirbragð eins og t.d. sést á vel hönnuðum lampa yfir eldhúsbordinu. En hann getur líka verið stór, klunnalegur og ljótur eins og stundum má sjá utan um flúrþípur. Ef ljósgjafinn er stór verður hann að sitja djúpt og þá verður lampinn líka að vera djúpur. En einnig má setja grindur fyrir birtuopið í staðinn. Með því fást mismunandi skermunarhorn, allt eftir hönnun og uppsetningu grindarinnar. Ef hún er þétt og há verður glýjuvörnin betri en um leið lokar maður ljósið inni í lampanum.

Þegar um er að ræða langan og mjóan lampa fyrir flúrþípur nægir stundum að takmarka sjónarhornið með því að skerma af á lengdina. Þannig grindur kallast **langbandagrindur**.

Grindur eru venjulega kallaðar **óvirk glýjuvörn**. Það er vegna þess að þær gera ekkert annað en að skerma ljósið af. Til þess að gefa grindum mýkra og hlýrra yfirbragð eru þær stundum málaðar í daufum litbrigðum. Rétt er að forðast dökka liti þar sem þeir minnka nýtni lampans.

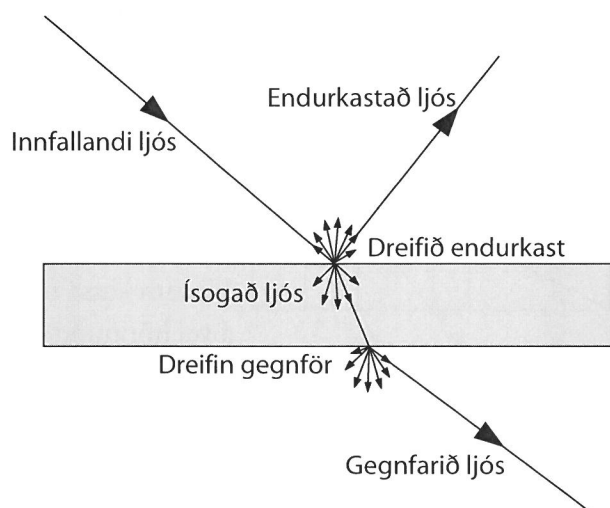
Hvít innri hlið lampa getur valdið glýju. Þess vegna er neðsti hluti skrifborðslampaskerma og niðurljósa stundum málaður í dekkri lit eða notaðir hlífðarhringir.

Við val á lampa með grindum þarf að gera samanburð á glýjuvörninni. Í gisnum og óvandaðri grindum er minna efni og þær eru því ódýrari í framleiðslu. En það er dýrara að skipta um glýjuvörn eftir á en að velja rétta strax. Ein leið til að dæma gæði glýjuhlífar er að athuga hvaða skermunarhorn hún hefur.



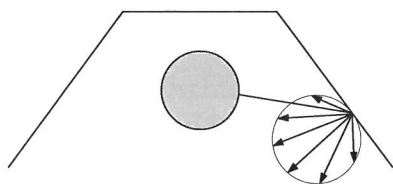
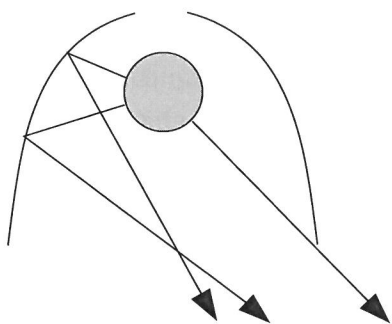
Í glýjuhlíf með langböndum er stundum notaður álprófill sem lækkar ljómagildið á skerminum. Hann kemur einnig fyrir sem þverprófill í skerm fyrir endurkastara.

Skermunarhornið gefur til kynna hversu góða skermun lampinn hefur. Ef skermunarhornið er reiknað út frá lóðlínu lampans má það ekki vera stærra en  $45^\circ$  í lampa með góða skermun. Ef skermunarhornið er lítið er nýtni lampans yfirleitt minni. Það getur einnig haft þau áhrif að rýmið sýnist dimmra þar sem minna ljós fellur á veggina. Þess vegna er ljósinu oft sleppt út jafnvel með stærri hornum. Þetta á sérstaklega við um lampa fyrir almenna lýsingu.



## Að gefa ljósi ákveðna stefnu

Ljós sem fellur á flöt endurkastast, fer í gegn eða er ísogað. Hægt er að breyta stefnu ljóssins bæði með því að beita endurkasti og gegnför. Til þess að breyta stefnu ljóssins eru notaðir gljáandi speglar (endurkastarar). Gegnför gefur til kynna að ljósið fer í gegnum efnið. Ljósbrotið getur þá gerst með ljósbrjót eða linsum. Í lampa er endurkasti aðallega beitt til að breyta stefnu ljóssins.



Endurkastarar með gljáandi fleti endurkasta ljósinu ekki á sama hátt og þeir sem eru mattlakkaðir.

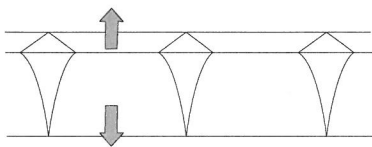
## Endurkast

Endurkast þýðir að ljósið kastast aftur frá fletinum. Þetta endurkast getur verið beint eins og frá spegli eða dreifið eins og frá möttum hvítmáluðum fleti. Flötur sem hefur beint endurkast getur verið alveg dökkur í vissar áttir en með sterkt endurkast í aðrar. Flötur með dreifið endurkast er jafnljós frá öllum sjónarhornum. **Endurkastsstuðullinn** er hlutfallið milli innfallandi ljóss og þess ljóss sem endurkastast.

Algeng efni í endurköstum eru hvítlökkuð stálplata eða gljáandi rafhúðað ál. Stálplötur eru notaðar í lampaumgjardir. Bæði þessi efni hafa álíka mikið endurkast. Munurinn á þeim er sá að gljáandi álflöturinn beinir ljósinu. Því skírari sem álflöturinn er þeim mun færari er hann um að beina ljósinu. Í endurkastara úr áli er mikill munur á beingislandi endurkasti við 99,50% eða 99,99% skírleika.

**Miro** er álplata með sérdeilis gott endurkast. Spegilflöturinn er marghúðaður með endurkastandi efni. Með miro-endurköstum fæst allt upp í 95% endurkast í stað 80–90% þegar hvítlakkaðir eða venjulegir rafhúðaðir álkastarar eiga í hlut. Miro fæst með allt frá möttum og upp í mjög gljáandi fleti. Þessi tegund álplötu er mikið notuð sem endurkastsefni í lampa nú til dags.

Nýrri tegundir glýjuhlífa sem bæði skerma ljósið af og beina því eru nefndar **speglandi glýjuhlífar**. Þær eru **virkt glýjuvörn**.



Þegar skipt er um ljósgjafa í lampa með lágljómahlíf er mikilvægt að setja hana rétt í á eftir.

**Lágljómahlífar** úr málmhúðuðu plasti eru möskvagrindur þar sem möskvablöðin eru fleygbogalöguð. Þetta kemur í veg fyrir að sjáist upp í lampann miðað við venjulegar sjónlínur. Möskvablöðin eru með gljáandi áferð og endurkasta ljósinu niður. Það kemur svo að segja ekkert ljós niður í yfir 45° horni. Úr fjarlægð getur verið erfitt að sjá hvort lampinn lýsir. Þessi búnaður er öflug glýjuvörn en nýtni lampans er lítil. Þessar lágljómahlífar voru vinsælar í skrifstofulýsingu um tíma, ekki síst vegna þess að þær ollu engri speglun í tölvuskjám. Í nýrri lömpum eru notaðar gisnar spegilgrindur sem halda glýju jafn vel í skefjum en hafa meiri lampanýtni.

## Gegnför

Ein forsenda þess að hægt sé að beina ljósinu með gegnför er að efnið sé tært og gegnsætt. Dæmi um þannig tækni eru prismaplötur. Nú á dögum eru slíkir lampar tiltölulega óalgengir.

**Prismaplötur** eru gerðar úr **akrýl-** eða **stýren-**plastplötum. Akrýl er sterkara og gulnar síður. Neðri hlið plötunnar er mótað úr strendingsmunstri (prismamunstri). Strendingarnir brjóta ljósið niður á við, minnka við það glýju og auka lýsinguna á vinnusvæðið. Glýjan minnkar einnig vegna þess að ljósið frá flúrþípunni dreifist.



Prismaplötur eiga að snúa þannig að strendingsmunstrið vísi niður.

## Að deyfa ljósið

Þriðja leiðin til að minnka glýju er að deyfa ljósið. Það er gert með því að stækka flötinn sem lýsir. Litlar perur má setja í stærri kúpul með ópaláferð og flúrþípu er hægt að setja upp á bak við hlíf úr tæru munstruðu plasti eða ópalplasti. Dæmi um deyfingu eru lampar með ópalgleri og ýmsir heimilislampar með tauskermi. Lampar með ópalglerhlíf eru algengir á opinberum stöðum.

## Ljósdröifing lampa

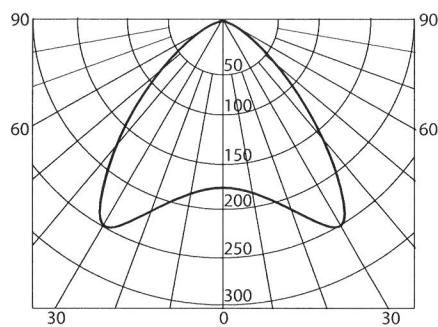
Til eru ýmsar aðferðir til að sýna hvernig lampi dreifir ljósi. Algengast er að notast við **ljósdröifikúrfur í skaut- eða pólriti**. Þær gefa mjög góða mynd af dröifingunni og eru notaðar þegar maður vill reikna út birtu. Við komum aftur að því þegar við fjöllum um lýsingarhönnun. Hér á síðunni má sjá nokkur algeng dæmi um ljósdröifingu.

Önnur aðferð er að gefa upp dröifingarhornið. Það er algengt í sambandi við punktljós, niðurljós og ljóskastara.

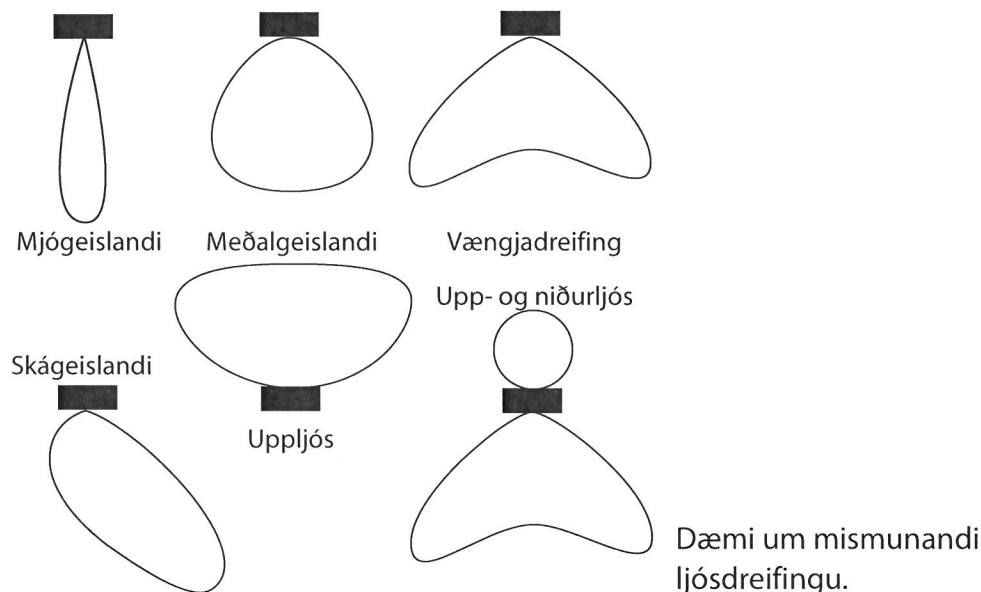
Dröifingarhornið er skilgreint sem hornið milli geisla þegar ljósstyrkurinn hefur minnkað um 50% af hámarksgildinu (áslægt).

Þar sem dröifingarhornið segir ekkert um það sem gerist utan við þessa ljóskeilu getur lýsing tveggja lampa með sama dröifingarhorn og ljóshámark orðið býsna ólík.

Enn ein aðferð til að sýna ljósdröifingu er að nota lúxkúrfu. Henni er lýst á bls. 80.



Dæmi um ljósdröifikúrfu.





## Dæmi um ýmsar tegundir lampra

Iðnaðar- og verksmiðjulampar eru oft einfaldir en sterkbyggðir. Þeir fást bæði með og án glýjuhlífa. Lampana má yfirleitt festa beint við loftið eða láta hanga í vírum. Flestir þeirra eru þannig gerðir að hægt er að tengja frá einum lampra til annars.

Á sumum vinnustöðum eru aðstæður þannig að lampar þurfa að vera í háum varnarflokki.



Dæmigerður verksmiðju-  
lampi af varnarflokki IP 23.



Verksmiðjulampi af  
varnarflokki IP 65.

Nútímalegur lampi fyrir skrifstofu  
með uppljósi og beingeislandi ljósi.



Hengilampi sem hentugur er til notkunar  
á opinberum stöðum.

Skrifstofulampar með u.þ.b. 70% uppljósi hafa orðið mjög vinsælir síðustu ár. Ef lamparnir eru rétt notaðir gefa þeir mjög góða lýsingu og eru að sama skapi sparneytnir. Staðsetning þeirra skiptir mjög miklu máli og ef hún er röng, þótt ekki muni nema 10 cm, getur það gert lýsinguna talsvert lakari. Ef þú ert óviss um staðsetninguna skaltu strax hafa samband við umboðið eða þann sem gerði drög að lýsingunni. Á bls. 69 er teikning sem sýnir hvernig á að staðsetja lampana.

Mjög oft hanga lampar í snúrum niður úr loftinu, og kallast þá **hengiljós** eða hengilampar. Þá er oftast átt við lampra sem ætlaðir eru yfir borð, vinnusvæði o.s.frv.

Flúrpípulampar eru líka látnir hanga úr loftinu. En þá er réttara að tala um „lækkaða lýsingu“. Þegar lýsing er lækkuð verður að hugsa vel sinn gang því það getur valdið því að lægra virðist til loftis. Lampra með uppljósi þarf alltaf að láta hanga. Þeir þurfa að vera í a.m.k. 70 cm fjarlægð frá lofti til að það virðist ekki of blettótt og bjart.



Veggjós fyrir nútíma-  
legt umhverfi.



Halógen-punktjós fyrir upp-  
setningu á braut. Tengibúnað-  
urinn er aðskilinn lampahúsinu  
til að fá betri kælingu.

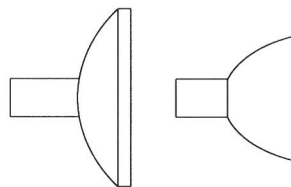
Lampar á veggjum eru yfirleitt kallaðir veggjós eða **vegglampar**. Þeir sjá fyrir notalegri stemningu. Oft eru vegglampar listilega hannaðir og gerðir úr frekar dýrum efnum s.s. messing, gleri o.s.frv.

Þegar settir eru upp vegglampar þarf að gæta þess að þeir séu ekki fyrir, eða á þannig stað að þeir eigi á hættu að verða fyrir hnjaski.

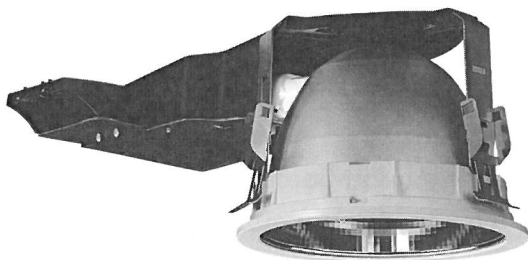
**Punktjós** eru hugsuð fyrir punktlýsingu. Það sem á að lýsa upp getur verið málverk, listaverk eða vörur í verslunum og útstillingargluggum.

Punktjós fást í ýmsum útfærslum. Nú til dags eru punktljós með halógenperum, keramískum málmhalógenperum eða „White SON“ afar algeng.

Þegar punktljós eru valin þarf að taka dreifihornið með í reikninginn og það hvaða birtu ljósið gefur í vissri fjarlægð. Ekki hafa punktljósið svo nálægt hlutnum að hitinn frá því verði vandamál.



Enn eru punktljós með glóperum mikið notuð. Mismunandi endurkastsbúnaður kallar á mismunandi perur. Lampinn til vinstri hér að ofan er fyrir toppspeglaðar perur, og sá til hægri fyrir venjulegar glóperur.



**Niðurljós** eru lampar sem venjulega er beint niður á við. Þeir geta verið utanáliggjandi eða innfelldir, að hluta til eða alveg.

Í nýrri niðurljósum eru oft notaðar litlar flúrþípur. Ljósgefjafinn getur verið festur í miðjuna eða legið þvert. Þverliggjandi pera gefur grynri lampa og oftast meira ljós. Stundum eru notaðar fleiri perur í sama lampa. Lýsing með niðurljósum gefur oft mikið ljós niður á við en minna á veggina. Það getur gert það að verkum að rýmið sýnist dimmt og lýsingin slæm. Ef lamparnir eru mjög mjógeislandi geta þeir myndað ljóta skugga í andlitum þeirra sem staddir eru í rýminu.

## CE-merking og flokkun lampa

Allar rafmagnsvörur verða að uppfylla vissar kröfur til að leyfilegt sé að selja þær og nota. Þessar kröfur má finna í fyrirmælum og reglugerðum sem byggð eru á hinum ýmsu Evróputilskipunum. Framleiðandinn eða innflutningsaðili tryggja að þessar kröfur séu virtar með því að sjá vörunum fyrir **CE-merkinu**. Til að það sé hægt þurfa vörurnar að gangast undir prófun og skráningu. Framleiðandinn verður einnig að halda uppi skráðu eftirliti með framleiðsluferlinu.

Prófun og skráning getur verið í höndum framleiðanda. Annar merkingarmöguleiki er svokölluð „valfrjáls vottun“, eða S-merking. Það þýðir að óvilhöll skoðunarstofa gengur úr skugga um að varan uppfylli öryggiskröfur. Vottun þessi gefur sterkari stöðu ef kemur til málsóknar vegna skaðsemisábyrgðar. Skaðsemisábyrgð er fjárhagsábyrgð vegna tjóns sem vara hefur valdið í umhverfi sínu, þ.e. persónuskaða eða tjóni á eignum.

Ef rafvirki gerir breytingar á lampa færast skaðsemisábyrgðin á hann. Ef hann skiptir til að mynda einu stykki út fyrir annað af öðru tagi væri ósanngjarnt að framleiðandinn yrði kallaður til ábyrgðar vegna þess. Að taka eitt stykki búnaðarins og setja annað sambærilegt í staðinn er ekki talið breyta vöru. Aftur á móti ef sú breyting er gerð á lampa að sett er rafeindastraumfesta í stað hefðbundinnar straumfestu kallast það breyting á vörunni.

Prófanir á lömpum geta verið afar umfangsmiklar. Þetta á t.d. við um hitaprófun. Við prófun er varnarflokkur lampans einnig ákvarðaður. Flestir lampar verða líka að fá **EMC-vottun** (rafsegulviðssamhæfi). Henni er ætlað að tryggja að varan valdi ekki truflunum eða láti truflast af öðrum vörum.

Til að lampa sé hægt að nota við hinar ýmsu aðstæður verða rafföng að standast vissar kröfur í samræmi við ákveðna **varnarflokka**. Varnarflokkur er gefinn til kynna með kennibókstöfunum IP og tveimur tölustöfum. Fyrri talan á við vörn gegn snertingu og innkomu aðskotalhuta. Seinni tölustafurinn á við vörn gegn innrennsli vatns. Taflan á næstu síðu gefur upplýsingar sem styðjast má við þegar velja þarf æskilegan varnarflokk.

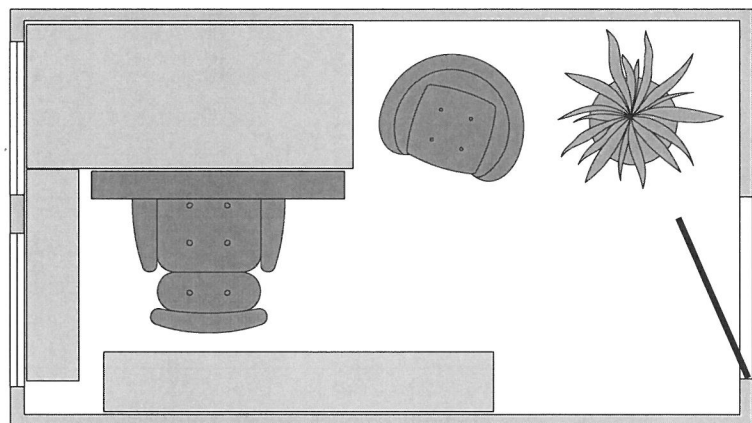
## Lýsingartækni

Varnar-flokkur	Vörn gegn aðskotahlutum og vökva	Tegund rýmis og starfsemi
IP20	Vörn gegn snertingu (prufufingur) Ekki vörn gegn vökva	Purrir staðir án eldhættu. Híbýli, skrifstofur, verslanir og vissir staðir fyrir iðnstarfsemi. Háaloft, kjallara og svipuð rými.
IP21	Vörn gegn snertingu (prufufingur) Dropavörn	Rakir staðir. Kæli- og frystiklefar, eldhús á veitingastöðum. Bað- og sturtuherbergi, flokkur 3, utanhúss undir skjólþaki.
IP23	Vörn gegn snertingu (prufufingur) Regnvörn (gegn ýringi)	Rakir staðir. Baðhús, brugghús, litunarhús, efnaverksmiðjur, niðursuðuverksmiðjur, mjólkurbú, sláturhús. Lampar utanhúss > 0,5 m yfir jörð.
IP34	Vörn gegn snertingu (2,5 mm vír) Skvettvörn	
IP43	Vörn gegn snertingu (1 mm vír) Regnvörn (gegn ýringi)	Eldfimir staðir. Staðir með góðu útsogskerfi, þar sem unnið er með við, mjöl, vefnaðarvöru, litaduft o.fl.
IP44	Vörn gegn snertingu (1 mm vír) Skvettvörn	Rakir staðir. Rými með tærandi efnum, gripahús, loftvarnarbyrgi o.fl. Bað- og sturtuklefar, flokkur 1 og 2 (IP24) undir 1,5 m. Utanúss < 0,5 m yfir jörð og þaki.
IP45	Vörn gegn snertingu (1 mm vír) Sprautvörn	Lampar sem geta orðið fyrir vatnssprautun. Þvottahús.
IP54	Rykvörn Skvettvörn	Loftræsikerfi með miklu ryki eða fitumenguðu lofti. Sum sprengiefnarými.
IP65	Rykpétt Sprautvörn	
IP67	Rykpétt Vatnspétt	Staðir með sprengiefnaryki eða eldfimu ryki.
IP68	Rykpétt Þrýstivatnspétt	Uppsetning í vatni samkvæmt leiðbeiningum framleiðanda.

Varnarflokkur tiltekins lampa segir til um hvar má setja lampann upp.

## Að skipuleggja og reikna út lýsingu

Þegar lýsing er skipulögð koma mörg atriði við sögu sem taka þarf tillit til. Það að ákvarða hve marga lampa þarf er aðeins lítill hluti verkefnisins. Þegar lýsingin er tilbúin á hún að vera notaleg fyrir sjón manna og stuðla að vellíðan þeirra. Oftast er lýsingunni ætlað að samsamast rýminu án þess að of mikið beri á henni en stundum gegnir hún meira skrauthlutverki. Hennar hlutverk getur verið að lýsa upp einhvern ákveðinn hlut á staðnum. Auk þess að lýsa upp herbergið eða sjá fyrir ljósi til vinnu getur lýsing átt að lýsa upp málverk, listaverk eða plöntur. Á sölustöðum eru vörur settar fram í þeim tilgangi að þær líti lokkandi út. Á öðrum vettvangi er það stemningin sem fæst með lýsingunni sem er mikilvægust. Skipulagning lýsingar byggir þannig á þekkingu, reynslu, tilfinningu sem og tæknilegum útreikningum.



Skrifstofulýsingu má oft ákvarða út frá staðallausnum. Ein þeirra er fólgin í því að koma fyrir lampa rétt framan við skrifborðsbrúnina. Lampinn gefur beint ljós á vinnuflötinn og óbeina lýsingu út í herbergið með því að hún lýsir á loftið. Búnaðurinn samanstendur af þremur 28 W T5 flúrpípum. Með þessari lausn fást 500 lúx á vinnuflötinn og nægileg almenn lýsing í herberginu.

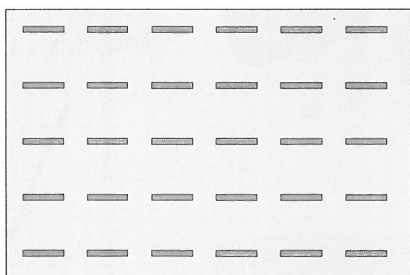


Í þessari sérstöku safnverslun verður lýsingin fyrst og fremst til með hugmyndaflugi og reynslu. Þetta má síðan fullkomna með praktískum prófunum.

Skipulagning lýsingar gengur ekki alltaf eins fyrir sig. Oft má notast við staðallausnir eða styðjast við uppsafnaða reynslu.

En ef um er að ræða lýsingu í lítilli búð eru kröfur til lýsingarinnar töluvert flóknari. Hér gerir hugmyndaflugið, reynsla og tilfinning fyrir staðsetningu ljóss útslagið. Ímynd búðarinnar og sá bragur sem er á henni skipta miklu máli. Hins vegar eru útreikningar ekki eins mikilvægir enda erfitt að gera þá og meta. Skipulagning með punktljósum skapar forsendur fyrir breytingar og sveigjanleika með tilliti til þarfa í framtíðinni.

Að síðustu getum við tekið lýsingu í skólastofu, verkstæði eða stóru verslunarrými. Þar þarf lýsingin sennilega að vera jöfn og fjöldi lampa getur orðið mikill. Ef lamparnir eru of fáir verður birtan ekki nægileg og ójöfn. Ef þeir eru hins vegar of margir eru kröfur um birtu uppfylltar en kerfið verður óþarflega kostnaðar-



Lýsing á verkstæðum, í stórum verslunum og skólastofum o.fl. er oft gerð með lömpum sem dreift er jafnt í rýminu og gefa mikla birtu. Þetta er dæmi um það þegar gera þarf góða útreikninga við hönnunina.

samt. Þessi gerð lýsingar kallar á að hinar ýmsu lausnir séu vegnar og metnar til að finna þá ákjósanlegustu.

Útreikningar á lýsingu eru einnig nauðsynlegir þegar menn eru ekki vissir um endanlega útkomu eða vilja reyna nýja tækni.

### Mismunandi reikniaðferðir

Algengasta ástæðan fyrir því að farið er út í að framkvæma útreikninga í sambandi við fyrirhugaða lýsingu er sú að maður vill vita hve marga lampa þarf til að ná tiltekinni birtu. Þannig útreikninga má annaðhvort gera í höndunum eða með tölvu. Nú á tímum eru allir umfangsmeiri útreikningar svo til eingöngu gerðir í tölvum. Einfaldari og grófari útreikninga er þó hægt að gera í höndunum.

Útreikningur í höndunum veitir skilning á tölvuútreikningum og gefa manni forsendur til að uppgötva villur í þeim. Maður fær tilfinningu fyrir því hvað er líklegt. Tölvan skipuleggur ekki lýsinguna heldur framkvæmir hún aðeins þá útreikninga sem notandinn biður um. Fjallað verður um tölvuútreikninga á lýsingu í sérstökum kafla.

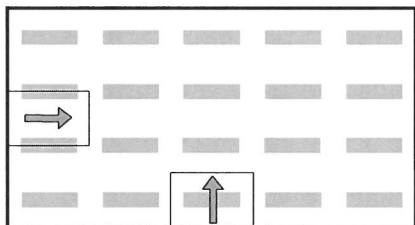
Í útreikningum á lýsingu innanhúss vandast málin af því að taka verður tillit til ljóss sem endurkastast milli hinna ýmsu flata rýmisins. Ljós sem fellur á gólfíð mun endurkastast upp á við, lenda á lofti og veggjum, og falla aftur að hluta til á gólfíð. Til að auðvelt sé að framkvæma útreikningana hafa verið þróaðar aðferðir til að reikna út nærgildi. Handreikninga má útfæra á tvo vegu, með nytstudulsaðferðinni og punktaðferðinni. Þeim verður lýst í næstu tveimur köflum.

## Nytstuðulsaðferðin

---

Nytstuðulsaðferðin er notuð til að reikna út almenna lýsingu í hinum ýmsu rýmum. Til eru ýmis tilbrigði við aðferðina. Það sem notað er á Norðurlöndum er kallað NB-aðferðin (Nordisk Belysningsberäkningsmetod) og var tekin upp á níunda áratug síðustu aldar til að bæta nákvæmni í útreikningum við notkun á nútímalömpum. Áður var BZ-aðferðin notuð (British Zonal method).

Svo lengi sem það er meðalbirtan sem mæld er, er engin munur á aðferðunum. Munurinn liggur í því hvernig framleiðendur setja fram upplýsingarnar um lampann. Sá munur sem notandinn verður var við er hvernig glýjustuðullinn er reiknaður. Við notum svo-kallaðan UGR-glýjustuðul. Hann er gefinn upp í ÍST EN 12464-1. NB-aðferðin hefur verið lögðuð að honum. Við förum þó ekki inn á það hvernig glýjustuðullinn er reiknaður. Þú getur lesið meira um glýju á bls. 11.



NB-aðferðin gerir ráð fyrir jafnri staðsetningu lampa og rétthyrndum rýmum. Glýjustuðlarnir tveir eru reiknaðir sem meðalgildin innan fernings á annars vegar langvegg og hins vegar gafl.

### NB-aðferðin

Með NB-aðferðinni má reikna út hve margna lampna af tiltekinni tegund þarf til að fá þá birtu sem óskað er eftir. Þar að auki má reikna út tvo glýjustuðla fyrir kerfið og sjá til þess að jafnleiki beinnar lýsingar fari ekki undir 70%.

Birtan er mæld í lúx-einingum. Lúx er það sama og lúmen/m<sup>2</sup>. Ef við gætum beint öllu því ljósi sem lampi gefur frá sér á lýstan flöt mundum við geta reiknað meðalbirtuna með formúlunni:

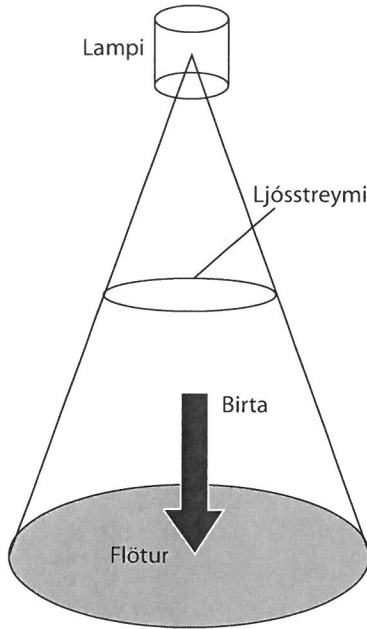
$$E = F / A$$

E = Reiknuð meðalbirta, lúx

F = Heildarljósstreymi kerfisins, lúmen

A = Lýstur flötur, m<sup>2</sup>





Heildarljósstreymið (F) er:

$$F = N * n * \Phi$$

N = fjöldi lampa

n = fjöldi ljósgjafa í lampanum

Φ = ljósstreymið frá hverjum ljósgjafa

Með því að slá þessum formúlum saman fáum við formúlu til þess að reikna út hve margna lampa við þurfum:

$$N = \frac{E * A}{n * \Phi}$$

En í rauninni er málið ekki svona einfalt. Af ýmsum ástæðum, s.s. nýtni lampans, rýrnunar við að ljósið endurkastast á flötum rýmisins og ljóstaps, skilar aðeins hluti ljóssins sér niður á reikni- eða mæliflötinn. Erfiðleikarnir felast í því að finna út hve stór hluti uppsetts ljósstreymis kemur raunverulega á vinnuflötinn. Það gerum við með því að ákvarða nytstuðul lýsingarinnar.

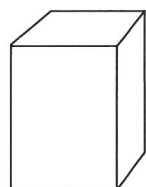
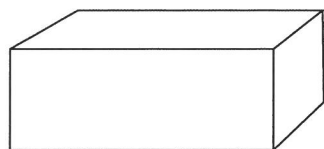
### Nytstuðull lýsingarinnar

Þegar framleiðendur taka saman upplýsingar um lampa gefa þeir m.a. upp **nytstuðlatöflu**. Þær má stundum finna í vörulistunum. Töflurnar byggja á nýtni lampanna, hvernig þeir dreifa ljósinu, lögun rýmisins og endurkastseiginleika flatanna í því.

	ENDURKASTSSTUÐLAR á								
lofti	0,7	0,7	0,7	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3	0
veggjum	0,5	0,3	0,1	0,5	0,3	0,1	0,3	0,1	0
vinnufleti	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0
Rúmvísir	NYTSTUÐULL LÝSINGAR í %								
k = 0,60	19	13	10	18	13	9	13	9	8
0,80	24	18	14	23	18	14	17	14	12
1,00	29	23	18	27	22	18	21	18	16
1,25	33	27	22	31	26	22	25	22	20
1,50	37	31	26	35	30	26	29	25	23
2,00	42	36	32	40	35	31	34	30	28
2,50	45	40	36	43	39	35	38	34	32
3,00	48	44	40	46	42	38	40	37	35
4,00	52	48	44	49	46	43	44	42	39
5,00	54	51	48	52	49	46	47	45	42

Dæmi um nytstuðlatöflu.

Í rými þar sem hátt er til lofta kemur mikill hluti ljóssins til með að endurkastast á flötum þess áður en það skilar sér á vinnuflötinn. Við hvert endurkast verður ljóstap. Nytstuðull lýsingarinnar minnkar. Og í rými með lága lofthæð gerist hið andstæða, nytstuðull lýsingarinnar eykst. Lamparnir í miðju herberginu lýsa kannski alls ekki upp veggina heldur fellur mestur hluti ljóssins á vinnuflötinn. Lögun rýmisins er tilgreint með **rúmvísi**.



Stór gólfplötur og lítil lofthæð gefur háan rúmvísi. Lítil flötur og mikil loft-hæð gefur lágan rúmvísi.

Hann er reiknaður með formúlunni:

$$k = \frac{L \times B}{h_m \cdot (L + B)}$$

k = Rúmvisir  
L = Lengd herbergisins  
B = Breidd herbergisins  
h<sub>m</sub> = Upphengihæð lampayfir reiknifleti

Þegar reikna á út almenna lýsingu er mæliplanið alltaf haft 0,85 m yfir gólfi.

Til þess að geta fundið nytstuðul lýsingar út frá töflunni verður maður, auk rúmvisis, að þekkja endurkastsstuðla rýmisisins. Endurkast af gólfi hefur lítil áhrif á niðurstöður. Þess vegna er notað staðalgildið 0,20. Í skrifstofuhúsnæði er yfirleitt valið gildið 0,7 fyrir endurkastsstuðul lofts og 0,5 fyrir vegg. Í iðnaðarhúsnæði eru þessi gildi lækkuð niður í 0,5 annars vegar og 0,3 hins vegar. Því raunsærra sem endurkastsmatið er þeim mun áreiðanlegri verður útreikningurinn að sjálfögðu. Mælingin fer fram í tómu rými. Nú getum við breytt formúlunni í:

$$N = \frac{E \cdot A}{n \cdot \Phi \cdot \eta}$$

þar sem  $\eta$  nytstuðull lýsingarinnar.

Efni	Endurkast
Hvítur pappír	0,7 - 0,8
Hvít málning	0,75 - 0,85
Ljósgrá málning	0,4 - 0,6
Milligrá	0,25 - 0,35
Dökkgrá	0,1 - 0,2
Svört	0,05
Ljós viður, birki	0,6
Meðalljós viður, eik	0,3
Steypa	0,25
Rauður múrsteinn	0,15

Dæmi um endurkastsstuðla fyrir mismunandi fleti og efni.

## Viðhaldsstuðullinn ( $\beta$ )

Þau birtugildi sem mælt er með í bókinni Ljós og rými eru miðuð við rekstrargildi sem aldrei ætti að fara undir. Þannig verður að hafa kerfið öflugra til þess að vege upp á móti ljósrýrnun ljósgjafanna og rýrnun vegna óhreinkunar lampanna og flata í rýminu.

Viðhaldsstuðullinn er venjulega hafður á bilinu 0,5 til 0,8. Þegar við höfum bætt honum inn í formúluna lítur hún svona út:

$$N = \frac{E * A}{n * \Phi * \eta * \beta}$$

Ef við viljum hins vegar reikna út meðalbirtu í rými með ákveðnum lampafjölda má skrifa formúluna svona:

$$E = \frac{N * n * \Phi * \eta * \beta}{A}$$

## Dæmi

Setja á upp lýsingu í skólastofu sem er 10 x 8 m og lofthæðin er 3,35 m. Endurkast lofts er metið 70% og endurkast veggja 50%. Stefnt er að birtu upp á 500 lúx að rekstrargildi. Lamparnir eru búnir tveimur 28 W T5 flúrpípum sem gefa 2600 lúmen hvor. Lamparnir eru festir í loftið og hafa nytstuðla í samræmi við töfluna á bls. 73

Reiknaðu út hve margna lampa þarf.

### Lausn:

Við byrjum á því að reikna rúmvisinn. Fyrir almenna lýsingu gildir mæliplan sem er 0,85 m yfir gólfi.

$$k = \frac{L * B}{h_m * (L + B)} = \frac{10 * 8}{(3.35 - 0.85) * (10 + 8)} = 1.8$$

Í töflunni getum við séð að nytstuðullinn verður u.þ.b. 40%. Við gerum ráð fyrir því að viðhaldsstuðullinn sé 80% og reiknum út lampafjöldann sem þarf:

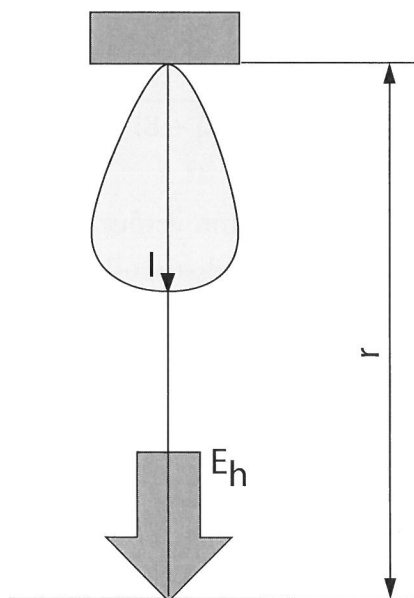
$$N = \frac{E * A}{n * \Phi * \eta * \beta} = \frac{500 * 10 * 8}{2 * 2600 * 0.40 * 0.80} = 24 \text{ st}$$

Hafðu fjórar raðir með 6 lömpum í hverri. Við útreikninga af þessu tagi er í lagi að sætta sig við 10% frávik.

## Punktaðferðin

Með punktaðferðinni má reikna út birtu á mismunandi stöðum í tilteknu rými. Þegar reiknað er í höndunum tökum við ekkert tillit til ljósendurkasts. Við þáð yrði aðferðin svo tímafrek að ófært yrði að beita henni. Nú á dögum er þar að auki afar óvenjulegt að maður reikni út innanhússkerfi samkvæmt punktaðferðinni án tölvu. Þegar þess þarf er um að ræða einfalda útreikninga eins og þegar maður vill vita hve mikil birta er mitt á milli tveggja lampa og undir þeim, eða að maður vill fá hugmynd um hve mörg lúx punktljós gefur í vissri fjarlægð. Flest tölvuforrit byggja á punktaðferðinni í sínum reikniforritum. Hún er þá notuð með einhverjum útreikningum á endurköstuðu ljósi.

Punktaðferðin er sú aðferð sem liggur til grundvallar í svo til öllum útreikningum á lýsingu utandyra. En þá eru einnig notaðar tölvur og það er afar sjaldgæft að reikna þurfi í höndunum.

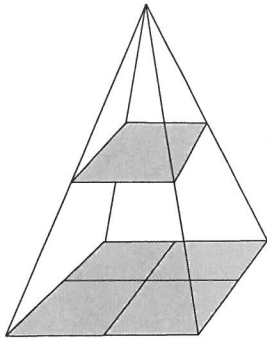


### Fjarlægðarlögmálið

Forsenda þess að punktaðferðin sé notuð er sú að lampinn sé punktlaga. Þá gildir það hlutfall að ljósið minnkar með fjarlægðinni í öðru veldi. Birtan  $E$  á fleti sem er hornréttur á innfallshorn ljóssins verður þá:

$$E = \frac{I}{r^2}$$

- $E$  = Birta í lúx-einingum
- $I$  = Ljósstyrkur á punktin
- $r$  = Fjarlægð milli lampa og reiknipunkts

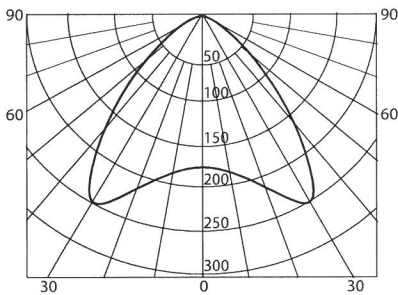


Í tvöfaldri fjarlægð er lýsti flöturinn fjórfalt stærri. Ljosið minnkar með fjarlægðinni í öðru veldi.

Ljósstyrkurinn er lesinn af ljósdreifikúrfu. Þær eru oftast gerðar þannig að ljósstyrkurinn sé miðaður við 1000 lúmen. Það gildi sem maður les af þarf þess vegna að margfalda með heildarljósstreymi lampans deilt með 1000. Þetta vill stundum vefjast fyrir þeim sem eru óvanir. Ef lampinn er t.d. búinn tveimur flúrþípum sem hvor um sig gefa 2600 lm verður að margfalda aflesið gildi með 5,2 ( $2 \times 2600 / 1000$ ).

**Dæmi:** Reiknaðu birtuna beint undir lampa með breiðgeislandi ljósdreifingu. Lampinn hangir í 2,5 m hæð. Hann er búinn lítilli flúrþípu sem gefur 1200 lm.

Þar sem við ætlum að reikna út birtuna beint undir lampanum verðum við að lesa ljósstyrkinn af við 0° geislhorn, þ.e. beint niður.

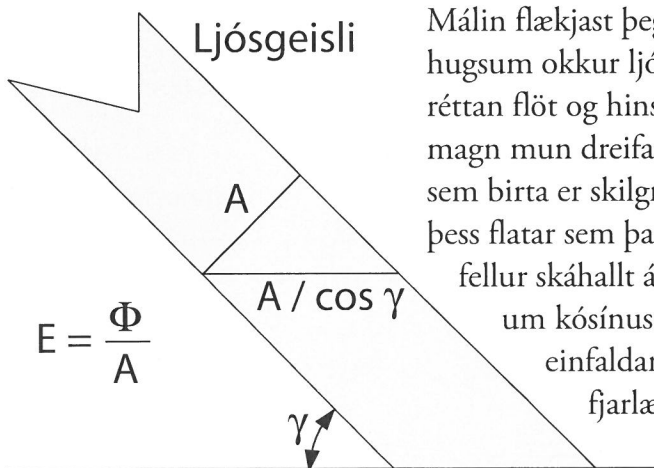


Dæmi um ljósdreifikúrfu fyrir lampa með spegli.

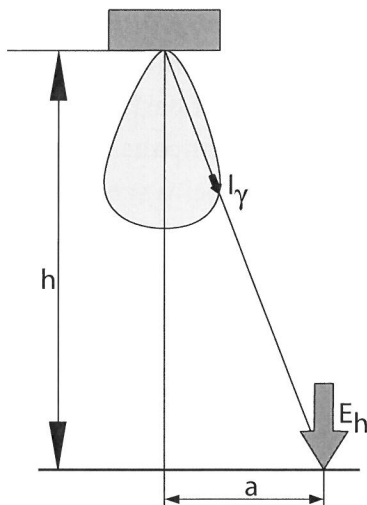
$$E = \frac{1 * 1200 / 1000 * 175}{2,5^2} = 33,6 \text{ lux}$$

### Kósínus-lögmálið

Málin flækjast þegar ljosið fellur skáhallt á flöt. Ef við hugsum okkur ljósgeisla sem fellur annars vegar á hornréttan flöt og hins vegar á skáflöt er ljóst að sama ljósmagn mun dreifast yfir stærri flöt í síðara tilvikinu. Þar sem birta er skilgreind sem hlutfallið milli ljósstreymis og þess flatar sem það fellur á minnkar birtan þegar ljosið fellur skáhallt á flöt. Á stærðfræðimáli minnkar birtan um kósínus innfallshornsins. Við útreikningana er einfaldara að taka hengihæð lampans og lárétta fjarlægðina að mælipunktinum en fjarlægðina milli lampa og reiknipunkts.



Birtan minnkar þegar ljosið fellur skáhallt á flöt.



Ef við lögum formúluna í samræmi við þetta fáum við:

$$E_h = \frac{I_\gamma * \text{Cos}^3\gamma}{h^2}$$

$E_h$  = Lárétt birta í lúx-einingum

$I_\gamma$  = Ljósstyrkur í kandelum á punktinn

$h$  = upphengihæð lampans í metrum yfir reiknipunktinum

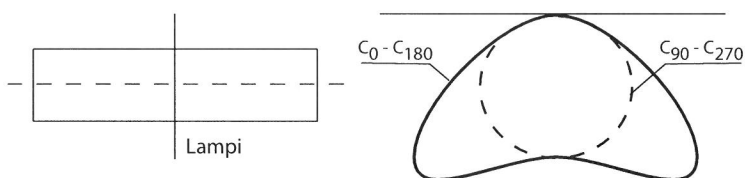
Útgeislunarhornið er ákvarðað með formúlunni:

$$\text{tg } \gamma = a / h$$

$\gamma$	$\text{tg}(\gamma)$	$\text{cos}^3(\gamma)$
0	0,000	1,000
1	0,017	1,000
3	0,052	0,996
5	0,087	0,989
7	0,123	0,978
9	0,158	0,964
11	0,194	0,946
13	0,321	0,925
15	0,270	0,901
17	0,306	0,875
19	0,334	0,845
21	0,384	0,814
23	0,424	0,780
25	0,466	0,744
27	0,510	0,707
29	0,554	0,669
31	0,601	0,630
33	0,649	0,590
35	0,700	0,550
37	0,754	0,509
39	0,810	0,469
41	0,869	0,430
43	0,933	0,391
45	1,000	0,354

Tafla með gildum til að geta beitt punktaðferðinni á skáhallt ljósfall.

Sú birta sem fundin er á þennan hátt er nýgildið. Til þess að fá fram rekstrargildið verður að margfalda með viðhaldsstuðlinum. Þegar maður notar lampa, sem ekki hefur snúningsjafnlæga ljósdreifingu, þarf líka að gæta að því í hvaða plani ljósstyrkurinn er mældur. Ljósdræifing flúrþípulampa er yfirleitt ekki sú sama langsum og þversum. Ef lampinn er þar að auki ósamhverfur verður að taka tillit til fram- og bakhliðar hans.

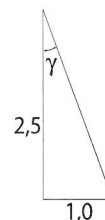


Ljósdræifing lampans er táknuð með planinu C.  $C_0 - C_{180}$  á við þvert á lampann og  $C_{90} - C_{270}$  er dreifingin á lengdina.

**Dæmi:** Reiknaðu út birtuna 1 m til hliðar við lampann í dæminu hér að ofan. Reiknaðu nýgildið. Byrjaðu á því að ákvarða útgeislunarhornið. Með því að styðjast við töfluna hér til hliðar getur þú síðan fundið þau gildi sem nauðsynleg eru fyrir útreikninginn.

$$\text{tg } \gamma = \frac{1}{2,5^2} = 0,4$$

$$\gamma = 21,8^\circ$$

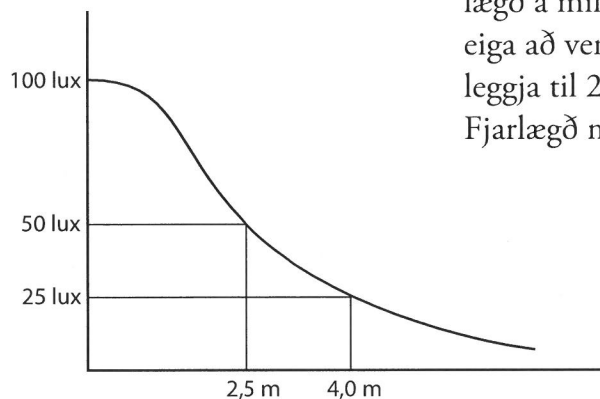


Lestu síðan ljósstyrkinn út úr ljósdreifingunni. Hann verður u.þ.b. 225 cd/1000 lm. Settu gildin inn í formúluna og reiknaðu.

$$E_h = \frac{1 * 1200 / 1000 * 225 * \cos^3(21,8)}{2,5^2} = 20 \text{ lux}$$

## Hagnýt notkun

Punktaðferðin er einkar praktísk til að reikna út birtu fyrir nokkra punkta í einhverri fjarlægð frá lampna. Með því að gera línurit af því hvernig birtan minnkar fæst hjálpartæki þar sem lesa má beint birtuna í ýmsum fjarlægðum. Með línuritinu má ákvarða hve þétt lamparnir þurfa að hanga til að lýsingin verði ekki of ójöfn. Línuritið hér að neðan sýnir slíka kúrfu. Ef maður ákveður að birtan milli lampanna megi ekki vera minni en 50% af gildinu undir þeim er hægt að ákvarða hámarksfjarlægð á milli lampanna. Birtan undir þeim er 100 lúx. Þá eiga að vera 50 lúx á milli þeirra og hvor lampi þarf að leggja til 25 lúx. Lamparnir gefa 25 lúx í 4 m fjarlægð. Fjarlægð milli lampanna verður tvöfalt meiri, þ.e. 8 m.



Útreikningar settir upp í línurit sem sýnir hvernig birtan minnkar eftir því sem fjarlægð frá lampna eykst.

## Skekkjur

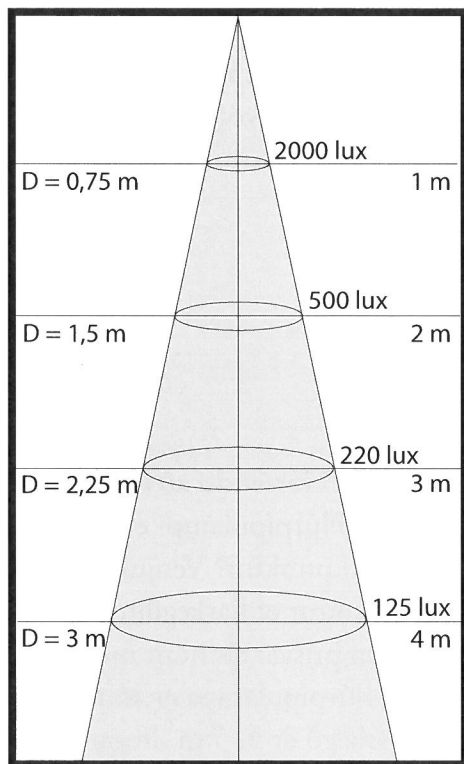
Punktaðferðin byggir á þeirri forsendu að lampanna megi skoða sem lýsandi punkta. Flúrpípulampi er oftast ríflega 1 m á lengd. Er það lýsandi punktur? Venjulega er sagt að lampi geti skoðast sem punktur ef fjarlægðin milli lampna og mælipunkts er meira en þrisvar sinnum mesta mælividd lampans. Þegar um flúrpípulampa er að ræða þýðir þetta að minnsta mælifjarlægð er 3–5 m. Þegar reiknað er í höndunum, og þar sem lofthæð er eðlileg, er venjulega ekki skeytt um þetta. Utanhúss eru lamparnir (ljóskastarar og götuljós) yfirleitt litlir miðað við hæð þeirra yfir jörð og þar með virkar punktaðferðin ágætlega.

# Lúxkúrfa

Lúxkúrfur má nota þegar setja þarf upp lýsingu á ákveðnum hlutum s.s. málverkum og listaverkum. Þær eru einnig hentugar þegar reikna á út lýsingu á gólf, t.d. frá niðurljósum. Það er fyrst og fremst lýsing ljósgjafa eins og punktljósa og niðurljósa sem sett er upp í lúxkúrfu. Á dæminu hér til hliðar má sjá að birtan í 3 m fjarlægð er 220 lúx í miðju ljóskeilunnar. Í sömu fjarlægð er þvermál hennar 2,25 m og birtan í jaðri keilunnar er 50% af miðjugildinu, þ.e. 110 lúx.

Gefum okkur að þú eigir að setja upp lýsingu í gangi, með niðurljósum sem samsvara lúxkúrfunni hér til hliðar. Lofthæðin er 3 m. Þú vilt hafa jafna lýsingu, þ.e. ljóskeilurnar eiga að snertast. Hvaða fjarlægð á að vera á milli lampanna og hvað verður birtan mikil gróflega áætlað? Birtan er u.þ.b. 220 lúx í 3 m fjarlægð. Hinn lýsti flötur er hringur með þvermálið 2,25 m. Ef þú staðsetur lampana með rúmlega 2,25 m millibili kemur lýsingin til með að verða þokkalega jöfn og birtan verður u.þ.b. 200 lúx.

Þú átt að lýsa upp málverk með punktljósi sem sama lúxkúrfa á við um. Málverkið er ferningur, 1 m á hverja hlið. Hve langt frá myndinni þarftu að setja upp ljósið svo að allt málverkið sé lýst og hver verður birtan í miðju myndarinnar mikil? Hornalína hennar er u.þ.b. 1,4 m. Ef punktljósið er á 2 m færi þekur það 1,5 m. Heppileg uppsetningarfjarlægð er 2 m og birtan verður þá u.þ.b. 500 lúx.



Dæmi um lúxkúrfu.



# Tölvustudd lýsingarhönnun

Þegar lýsingarkerfi eru hönnuð er oft gripið til tölvu við undirbúninginn. Það fyrirfinnast bæði einföld og flókin forrit. Í sumum þeirra má velja sér „leiðbeinanda“ sem leiðir notandann fram til rétrar úrlausnar. Þetta auðveldar verkið töluvert þeim sem óvanir eru. Í öðrum forritum, t.d. sem sýnir rýmið, þarf að bæta inn mörgum og oft á tíðum illskiljanlegum breytum.

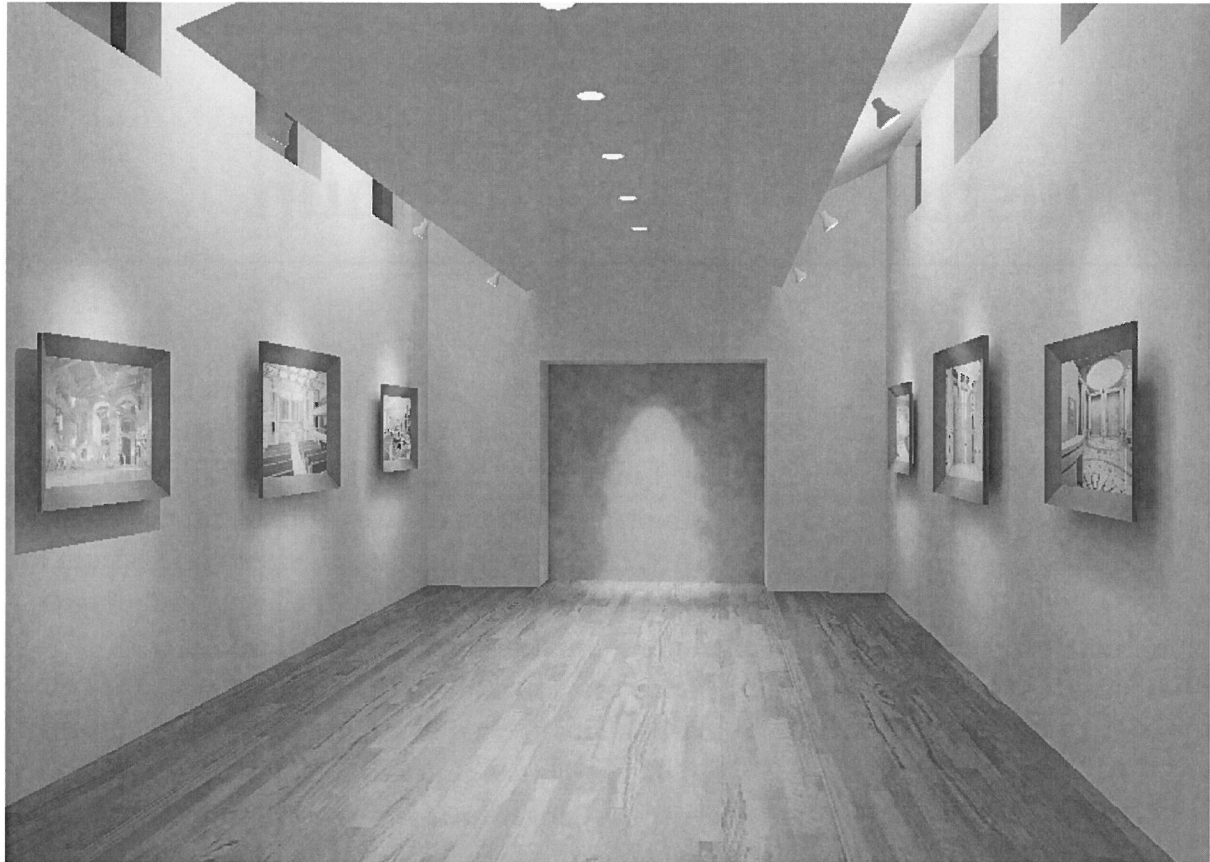
Flestir þeir útreikningar sem gera þarf eru mjög einfaldir. Maður vill einfaldlega vita hve marga lampa þarf til að ná vissri birtu. Kannski þarf maður líka að þekkja breytileika lýsingarinnar hér og þar í rýminu.

Á síðari árum hefur sjónsköpun í tölvu mjög færst í vöxt. Með þannig forritum má búa til myndir af rýminu með húsgögnum og klæðningarefni á veggjum. Fyrir fáeinum árum var svona undirbúningur flókinn og krafðist mikillar æfingar. Nú til dags getur maður komist upp á lag með sjónsköpunarhönnun með nokkurra stunda æfingu.

Önnur tegund útreikninga snýr að hagrænum þáttum. Þá er athugað hvað lýsingin kemur til með að kosta á ári eða á öllum endingartímanum. Með þannig útreikningum má oft komast að því að það borgar sig að nota orkunýtnar lausnir enda þótt stofnkostnaðurinn geti verið hærri.

Önnur dæmi um tölvuaðstoð eru tölvuteikning (CAD), hönnun á endurkösturum og framsetning á ljóstæknilegum eiginleikum lampa.

Eitt mikilvægt svið má nefna þar sem upplýsingatækni kemur við sögu: upplýsingar og miðlun. Næstum allir framleiðendur bjóða upp á vörulista á Vefnum. Þar má leita uppi hentugar vörur, uppgötva nýjungar og hlaða niður tæknilegum upplýsingum. Þar sem létt og fljótlegt er að uppfæra heimasíðurnar eru þær einmitt rétti staðurinn til að finna það sem er nýjasta nýtt í bransanum.



Sýningarsalur sjóngerður í tölvu með forritinu Lightscape.

Margir lampaframleiðendur hafa hlaðbærar upplýsingar fyrir reikniforrit fyrirbyggjandi á vefsíðum sínum.

Fyrir þann sem skipuleggur lýsingu er Netið og tölvupóstur orðin dagleg hjálpartæki.

### **Aðstoð tölvu eykur skilvirkni okkar**

Útreikningar sem áður fyrir hefði tekið marga daga að gera í höndunum eru afgreiddir í tölvu á fáeinum mínútum. Auðvitað er tímasparnaðurinn mikilvæg ástæða fyrir því að nota tölvur. En það er ákveðin hættu á að tilfinning og þekking minnki ef við látum tölvurnar um æ stærri hluta vinnunnar. Á hinn bóginn má staðhæfa að tölvurnar geri okkur kleift að athuga fleiri úrlausnir og þess vegna væntanlega hanna betri lýsingarkerfi.

Annað atriði hér að lútandi er aukin tímapressa. Sá tími sem líður frá ákvarðanatöku til tilbúins kerfis styttest stöðugt. Útreikninga og teikningar má senda í tölvupósti frá ráðgjafa til byggingarstaðar og rafvirkja á nokkrum

sekúndum. Með Netinu, tölvupósti og farsímatengslum ætlumst við til þess að allt gerist undir eins og að alltaf sé hægt að ná í okkur.

Þegar reiknað var út í höndunum og gömul tölvuforrit voru við lýði var aðeins hægt að sýna niðurstöður með tölum. Vissulega má bera þau gildi saman við kröfur og staðla, en sá sem er ekki fagmaður á erfitt með að átta sig á slíkum niðurstöðum. Tölvusjónsköpun gerir okkur kleift að sýna viðskiptavini eða notanda á mjög einfaldan hátt hvernig kerfið muni líta út, eða hvernig maður heldur að lýsingin komi til með að líta út. Tölvur eru ein leið til að miðla og útskýra.

### Stórt úrval af forritum

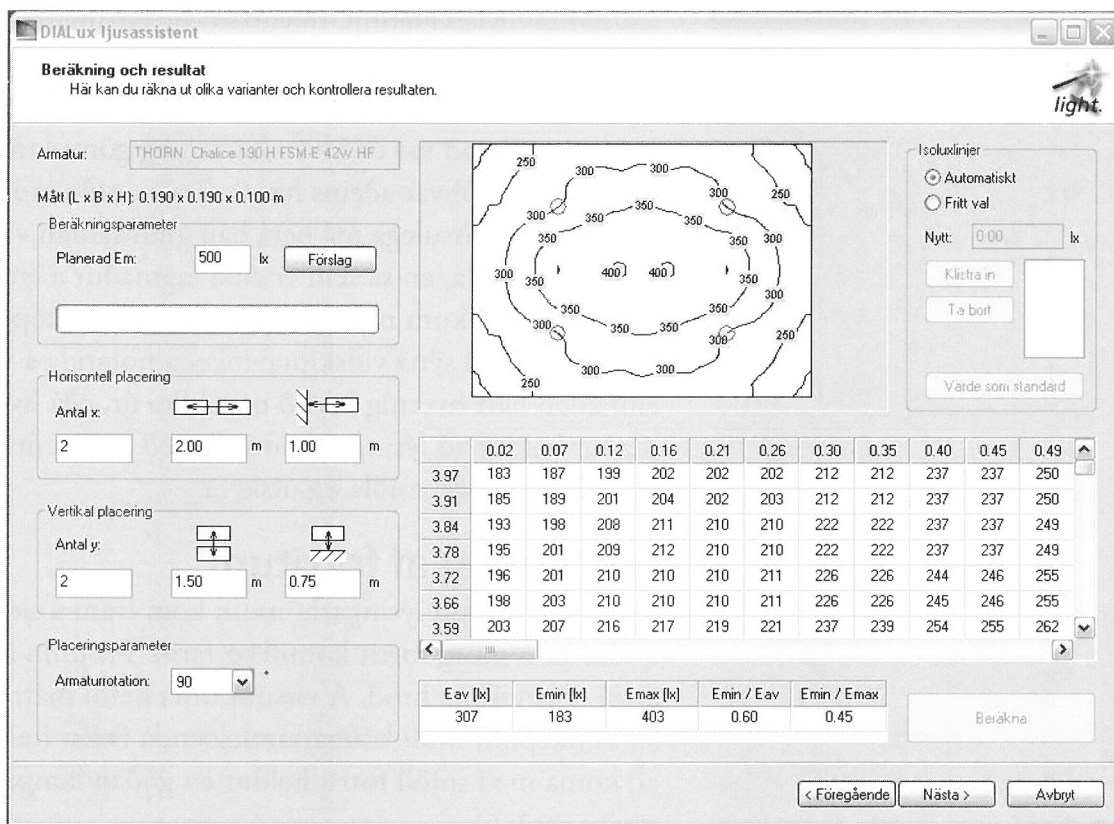
Síðan tölvustudd lýsingarhönnun kom fram á sjónarsviðið hafa mörg forrit komið og farið. Þróunin á þessu sviði er geysilega hröð. Á vissum tíma hefði mátt halda að samkeppni milli lampaframleiðenda fælist frekar í því að koma með snjöll forrit heldur en góðan lampa á hagstæðu verði.

Nú hefur staðan róast til muna. Enn eru til framleiðendur sem bjóða eigin forrit en þróunin er þó heldur í þá átt að forritin verði altæk. DIALux og Relux eru dæmi um slík forrit. Bæði hafa þau náð góðri útbreiðslu í Evrópu.

Fyrir þann sem hannar lýsinguna er auðvitað gott að forritin séu „opin“, þ.e. að þau leyfi notkun á lömpum frá ólíkum framleiðendum. Fyrst og fremst er kostur að þurfa ekki að læra á mörg forrit. Og það má búast við að leikni manns verði mest með forrit sem maður notar mest.

Reikniforritin byggja á ólíkum líkönum en það hefur áhrif á niðurstöður. Ef maður vill bera saman ólíkar vörur og hefur eitt staðalforrit þá veit maður að reiknifrávik stafa sennilega af ólíkri afkastagetu lampans en ekki af því að forritin reikna á mismunandi hátt.

Í mörgum fyrirhuguðum lýsingarkerfum eða rýmum er gert ráð fyrir lömpum af ólíkum merkjum. Ef notað er forrit frá ákveðnum framleiðanda er maður oftast nær bundinn við visst merki. Þá er ekki hægt að taka tillit til ljóss frá öllum lömpunum í útreikningunum. Í þannig aðstæðum hafa opin forrit skýra kosti fram yfir hin því þá er hægt að blanda saman mismunandi lömpum að vild.



Reikniniðurstöður úr hönnun með DIALux Light.

## DIALux – staðalforrit?

DIALux er yfirgripsmikið forrit og ætlað til útreikninga á innanhússlýsingu, götulýsingu og annarri lýsingu utanhúss. Við innanhússútreikninga er hægt að taka tillit til bæði tilbúinnar lýsingar og dagsbirtu. DIALux er búið leiðsögn sem gerir það að verkum að jafnvel sá sem er óvanur forritinu á auðvelt með að vinna með það. Forritið býður upp á fjölbreytta möguleika til sjónsköpunar sem eru þar að auki ekkert sérlega flóknir í framkvæmd.

DIALux er ókeypis og hefur verið þróað hjá Dial í Þýskalandi. Þróun forritsins er kostuð af stórum hópi lampaframleiðenda. Þeir hafa svo á boðstólum gagnagrunna um lampa ætlaða fyrir forritið sem annaðhvort má hlaða niður af Netinu eða panta á tölvudiski. Notandi getur sjálfur fært inn lampa sem vantar í gagnagrunnana.

Tölvugögn um lampa eru geymd í skrár eftir vissu skipulagi sem forritin geta lesið úr, svokölluðu tölvusniði. Eitt algengt tölvusnið er EULUMDAT sem notað er í DIALux og Relux. LTLI er tölvusnið sem framleitt er af Delta Lys og Optik í Danmörku og er útbreitt í Skandinavíu. TM14 og IESNA eru algeng í Bretlandi og

Bandaríkjunum. Til eru forrit sem „þýða“ á milli ólíkra tölvusniða og mörg reikniforrit þekkja og geta notað mismunandi tölvusnið.

### Getum við treyst útreikningunum?

Oft hafa menn tröllatru á því að það sem tölva hefur reiknað út hljóti að vera rétt. En því fer fjarri. Vitað er að í forritunum leynast villur og ónákvæmni. Og við notendur getum gefið skakkar forsendur, t.d. getum við giskað á vitlaust endurkastsgildi á vegg. Að sjálfsögðu getur útreikningur aldrei orðið betri en forsendurnar. Tölvan virkar oft eins og magnari. Lítil skekkja í mötunargögnum getur orðið að stórrí villu í lokaniðurstöðum.

Tölvuforritari neyðist oft til að gera málamiðlun á milli þess tíma sem útreikningur tekur og þess hve nákvæm niðurstaðan þarf að vera. Hraðvirkari tölvur hafa gefið okkur betri útreikninga. Samanburðarkannanir sem gerðar hafa verið á tölvuútreikningum og raunverulegri lýsingu sýna að frávik eru vissulega fyrir hendi. Tölvan er ekkert annað en hjálpartæki sem léttir okkur vinnuna.

Þær villur sem geta orðið af völdum notandans geta verið af ýmsum toga. Hér hefur þegar verið minnst á að maður getur gefið forritinu rangar forsendur til að reikna út frá. Einnig getur maður haft áhrif á niðurstöður eftir því hve þétt og hvar maður ákveður að hafa mælipunktana. Ef hafðir eru fáir mælipunktar, sem þar að auki liggja samhverft undir lömpum, verða lokaniðurstöður oftast of háar. Nú mætti halda því fram að enginn sé svo vitlaus að fara þannig að, en í stórum sölum með hundruðum lampa getur slíkt auðveldlega hent. Nýrri aðferðir mæla líka með að reikna ekki alveg út að veggjunum heldur skilja eftir óreiknaða ræmu meðfram þeim. Þetta gefur venjulega hærri meðalgildi.

### Segja myndir meira en orð?

Sjónsköpunarforrit eru æ meira notuð í lýsingarhönnun. Eitt dæmi um þannig forrit er á bls. 82. Reikniniðurstöður á myndformi er auðvelt að tileinka sér, jafnvel fyrir þá sem ófróðir eru um lýsingu. En er það sem myndin sýnir eða það sem skrifað stendur á pappírnum virkilega rýmið eins og það lýsist upp?

Tölvuskjáriinn lýsir ljósgildum í „gráum skölum“. Í raunveruleikanum verður hvítur veggur ljósari ef hann

fær sterkari lýsingu. Á skjánum er ekki hægt að sýna eitt-hvað sem er ljósara en hvítt. Þess vegna er t.d. ekki hægt að sýna glýju, en það er mikilvægur þáttur í lýsingu.

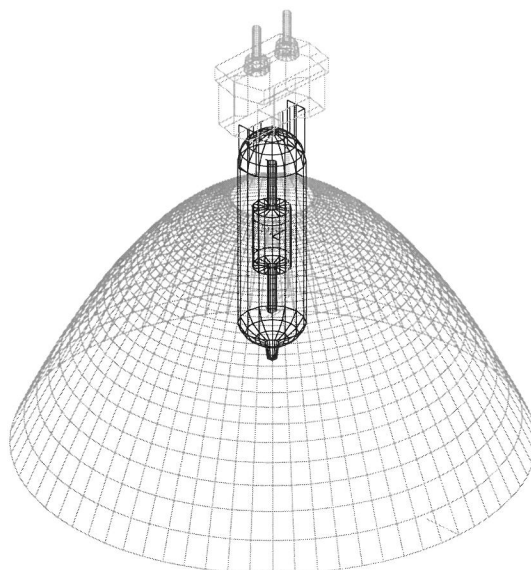
Andstæðuvíddin, þ.e.a.s. tengslin milli ljósustu og dimmustu hluta á mynd, er töluvert þrengri á skjánum en í raunveruleikanum.

Sá sem vinnur með sjónsköpun getur haft drjúg áhrif á niðurstöðurnar. Til dæmis getur maður sjálfur valið hve björt myndin er við hin ólíku birtugildi. Flóknari sjónsköpun felur í sér að maður gefi einnig upp hve gljáandi fletirnir eru og hvernig litur þeirra hefur áhrif á lit endurkastaðs ljóss. Það mætti jafnvel segja að myndin verði að listaverki sem hönnuðurinn skapar. Og til að ganga enn lengra gæti maður sett myndina í myndaforrit og haldið áfram að nostra við hana og breyta.

Sjónsköpun er góður valkostur við tölulegar niðurstöður og auðvelt að lesa úr henni. Hún er ákjósanlegur grunnur fyrir skoðanaskipti milli þeirra sem koma að hönnuninni. En það er ekkert sem segir að menn komi til með að skynja raunveruleikann nákvæmlega eins og útreikningar sjónsköpunarinnar segja til um.

### Útópía eða raunveruleiki

Nú á dögum eru svo til allar hönnunarteikningar á lömpum gerðar með tölvu (CAD). Oft er um að ræða þrívíddarteikningar. Þannig teikningu er yfirleitt hægt að flytja yfir í sjónsköpunarforrit og þá sést lampinn eins og hann lítur út í reyndinni.



CAD-teiknaður ljósgjafi og endurkastari tilbúinn undir ljósdreifireikningu í forritinu Photopia.

CAD-teikninguna má einnig flytja yfir í forrit fyrir endurkastara. Photopia er þannig forrit. Það er matað á hinum ýmsu eiginleikum flatanna á endurkastaranum og CAD-teikningin flutt yfir í það sem og ljósdreifing ljósgjafans. Síðan er ljósdreifing þessa lampa reiknuð út.

Ljósdreifiniðurstöðurnar eru síðan notaðar í reikni- og sjónsköpunarforritið til að sýna hvernig lampinn muni lýsa og taka sig út. Með öðrum orðum er hægt að sýna á mynd hvernig rými, sem ekki er búið að byggja, lítur út í lýsingu með lampa sem enn er ekki til.

### Hvaða forrit á ég að velja?

Svarið fer eftir því hvernig og til hvers þú ætlar að nota forritið. Ef það er aðeins til að gera einstaka útreikninga til þess að komast að því hve marga lampa þurfi skaltu velja einfalt forrit sem er auðvelt að læra á og þar sem hættan á að gera villur er lítil. Annað mikilvægt atriði er að auðvelt sé að útvega sér lampagögn fyrir forritið. DIALux Light gæti verið hentugur kostur, en í því er innbyggð leiðsögn og stærstu lampaframleiðendurnir sjá því fyrir gögnum.

Ef þú ert að leita að öflugri reiknimöguleikum finnurðu þá í DIALux og Relux. En þú skalt reikna með að það taki tíma að læra á alla möguleika forritsins. Ef þú vinnur á alþjóðlegum markaði eru til forrit sem þýdd hafa verið á mörg tungumál. Á alþjóðlegum markaði er LumenDesigner til að mynda öflugt tæki. Með öllum þessum forritum má gera góða sjónsköpun.

Ef þú ætlar að vinna mikið með sjónsköpun getur komið til greina að nota, auk Dialux, ray-trace forritið Pov-ray eða Lightscape sem nú er partur af 3D Studio VIZ.

Sá sem vill vita meira um þessi reikniforrit ætti að fara á heimasíðurnar [www.dialux.com](http://www.dialux.com), [www.relux.biz](http://www.relux.biz), [www.lighting-technologies.com](http://www.lighting-technologies.com) og [www.povray.org](http://www.povray.org).

### Hagrænir útreikningar

Þegar fjárfesta á í nýrri lýsingu þarf að bera saman rekstrar-kostnað ólíkra kerfa, annaðhvort á ársgrundvelli eða miðað við heildarnotkunartíma kerfisins. Oft er það svo að dýrari og tæknilega fullkomnari lampar eru ódýrari í rekstri. Þess vegna getur það verið dýrt spaug að velja þann lampa sem er hagstæðastur í innkaupum.

**Inmatning av kalkylförutsättningar**

Energipris [ Kr/kWh ]	0.90	✓ Ok	
Armaturensystem 1	Brinntid ( tim )	2000	✗ Avbryt
Beskrivning: Allmänbelysning	Avskrivningstid ( år )	20	? Hjälp
Besparingsfaktor: 0.30	Ränta (%)	4.00	

<b>Armaturer</b>	<b>Ljuskällor</b>		
Typ: ABC 123	Typ: Lysrör T5 HE	Välj	
Antal ( st )	24	Effekt/st ( W )	28
Pris ( kr/st )	1200	Pris/st ( kr )	83.00
Montage ( kr/st )	180	Livslängd ( tim )	15000
Lampantal ( st )	2	Egenförbrukning ( W )	3.5

<b>Underhåll</b>					
Lampbyte ( Kr/st )	25.00	Rengöring ( Kr/st )	75.00	Termin ( mån )	24

Annuitetskalkyl ÖVER.

Innsláttareyðublað EkWin-forritsins fyrir útreikninga á kostnaði.

Til eru ýmis forrit til að reikna árskostnað og heildarrekstrarkostnað. Uppistaðan í einu þeirra er Excel-reikniörk og má hlaða því ókeypis niður af erlendum heimasíðum. Annað forrit er EkWin, sýningareintaki má hlaða niður af [www.wabema.se](http://www.wabema.se).

## Stýring og stilling

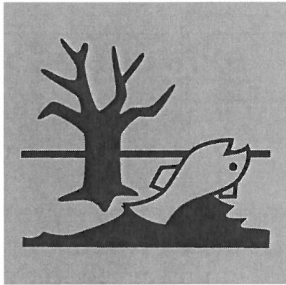
Í kaflanum um ljósstýringu á bls. 100 geturðu lesið um stafræna stýrikerfið DALI. Til að koma á sjálfvirkri stillingu á stærri lýsingarkerfum eru þau tengd við tölvu um sérstakt viðmót. Á skjánum fæst yfirsýn yfir kerfið og hægt er að hópa saman lampa, gera ljóssenu o.fl.

Þeir sem framleiða DALI-búnað hafa sitt eigið stýriforrit sem yfirleitt má hlaða niður af heimasíðum framleiðendanna.



# Lýsing og umhverfisvernd

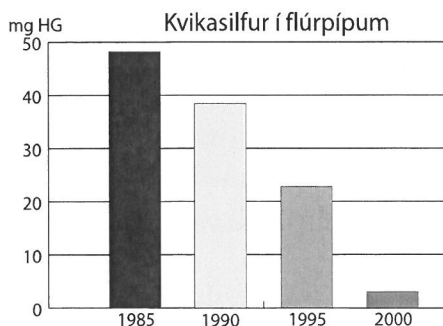
Sú viðleitni sem liggur að baki umhverfisumbótum er að skapa samfélag sem á sér lífsvon til lengri tíma. Það þýðir að við verðum að hafa stjórn á nýtingu auðlinda og takmarka eins og hægt er losun skaðlegra efna. Þegar vörur eru framleiddar hefur það áhrif á umhverfið. Notkun þeirra kemur einnig við umhverfið og sömuleiðis þegar ævi vörunnar er á enda og hana þarf að meðhöndla sem úrgang. Mest umhverfisáhrif frá lýsingu verða á meðan hennar nýtur við. Nú á tímum leggja viðskiptavinir mikla áherslu á vistgæði vara og framleiðendur nota umhverfisrök við markaðssetningu.



## Losun á kvikasilfri verður að minnka

Kvikasilfur er þungmálmur og eitt skaðlegast efna fyrir umhverfið. Það og aðra þungmálma má finna í mörgum ljósgjöfum. Kvikasilfur getur dreifst ef ekki er farið vel með úrgang og aflóga tæki. Það sleppur einnig út í náttúruna við brennslu á lífrænum efnum, t.d. þegar kolum er brennt í kolaorkuveri.

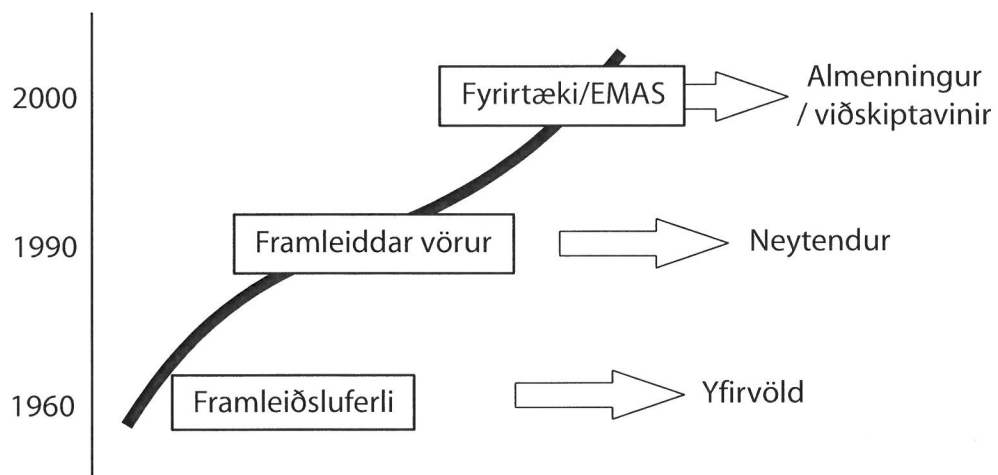
Kvikasilfur hefur áhrif á miðtaugakerfið og getur valdið fósturskaða. Örverur í jarðvegi og vatni geta umbreytt kvikasilfri í enn hættulegra efni, metýlkvikasilfur. Það safnast upp í lífkeðjunni, sem þýðir að því hærra sem dregur í fæðukeðjunni þeim mun meira magn er að finna af efninu og álag á lífverur eftir því. Í stöðuvötnum þar sem sýrustig vatnsins er hátt brýtur sýran niður kvikasilfrið og það safnast upp í fiskum. Þegar við borðum fiskinn færast kvikasilfrið síðan yfir í okkur. Þannig er mjög mikilvægt að vinna bug á kvikasilfursmengun, enda hafa verið gerðar margar ráðstafanir í þá átt. Í nýrri flúrþípum hefur kvikasilfurmagn til dæmis verið lækkað um 80% og í sumum ljósgjöfum hefur tekist að losna alfarið við það.



Kvikasilfurmagn í flúrþípum hefur minnkað mikið síðustu ár.

## Aukin umhverfisvitund hjá framleiðendum

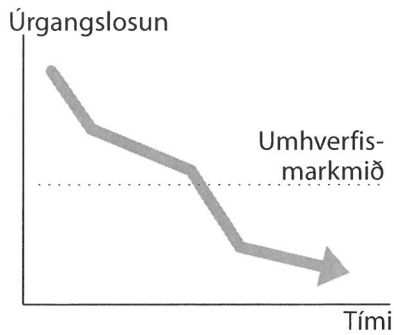
Mörg fyrirtæki eru umhverfisvottuð. Það er gert samkvæmt stöðlunum ISO 14001 og EMAS. ISO 14000 staðlaröðin er valfrjálst safn staðla. Tilgangurinn með því er að færa inn kerfisbundin vinnubrögð í fyrirtækjunum að því er viðkemur umhverfismálum. Þessir staðlar eru þannig ekki tengdir afkomu og afköstum heldur eru þeir staðlað umhverfisstjórnunarkerfi. ISO 14001 myndar uppistöðuna í þessari staðlaröð.



Upphaflega voru umhverfiskröfur einkum settar fram af yfirvöldum og vörðuðu leyfi til framkvæmda og leyfilega úrgangslausun. Kröfur neytenda um vistvæna framleiðslu hafa leitt til þess að fyrirtæki eru farin að reyna meðvitað að vera fyrri til og keppa við önnur fyrirtæki í umhverfismálastefnu sinni.

EMAS er runnið undan rifjum Evrópusambandsins og varðar umhverfismálastjórnun og -úttekt fyrirtækja. Tilgangurinn með EMAS er að hvetja fyrirtækin til þess að ganga lengra í umhverfisverndarstarfi sínu en löggjafinn kveður á um. ISO 14001 er hluti af EMAS en EMAS eru yfirgrípsmeiri reglur. M.a. kveður EMAS á um að fyrirtækin skuli birta umhverfisskýrslu. Slík úttekt á ekki aðeins að gera grein fyrir umhverfismarkmiðum heldur einnig hvernig umhverfisstarf er haft með höndum og hvaða árangur næst með því. Óháður og viðurkenndur umhverfiseftirlitsaðili skal fara yfir og samþykkja skýrsluna.

Flestir framleiðendur taka umhverfisþáttinn með í reikninginn þegar á hönnunarstiginu. Í því felst að minnka hráefnaneyslu og nota hráefni sem ekki hef-



Markmiðið með umhverfismálastjórnun er að bæta stöðugt frammistöðuna.

ur verið gengið um of á eða sem hafa neikvæð áhrif á umhverfið. Hægt er að greiða fyrir endurvinnslu vörunnar með réttri hönnun og góðu hráefnisvali.

Einnig er mikilvægt að viðhafa framleiðsluaðferðir sem eru sparar á auðlindir og hafa ekki neikvæð áhrif á umhverfið.

Eitt gott dæmi um nýja vöru sem stuðlar að skaðlausari umhverfisáhrifum eru T5 flúrpípurarnar. Þær hafa mjög háa ljósnýtni en það minnkar orkuneysluna. Endingartíminn er einnig lengri og í þær fer minna hráefni en í eldri gerðir. Efnið í umbúðir er þar af leiðandi minna, flutningsumfang minnkar svo og úrgangur. Að síðustu má nefna að þessar flúrpípurnar má endurvinna upp að 98%.

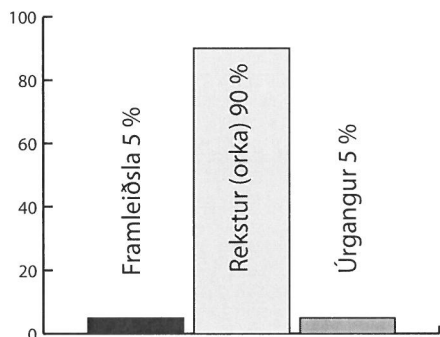
## Mikilvægi orkusparneytinnar framleiðslu

Við höfum áður minnst á að stærstu umhverfisáhrif lýsingar verða á meðan á notkun stendur. Raforka er takmörkuð auðlind. Ef hún er framleidd í orkuveri með því að brennd eru kol eða olía hefur það umhverfismengun í för með sér. Eitt stærsta vandamálið er losun koltvísýrings sem hefur áhrif á loftslag, þ.e. svokölluð gróðurhúsaáhrif.

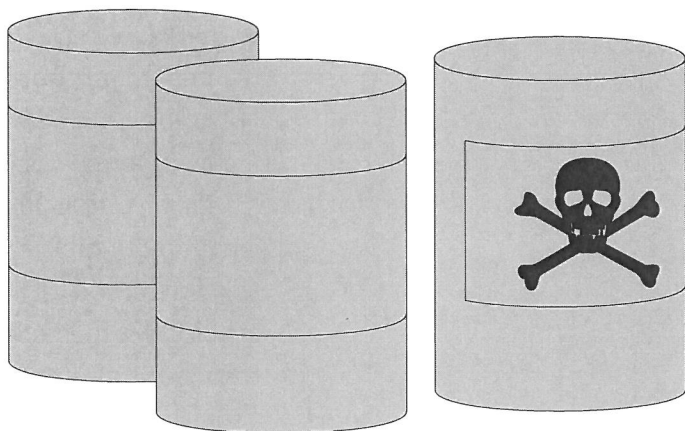
Á Íslandi er svo til allt rafmagn framleitt með vatns- og gufuorku. Það er tiltölulega hrein raforka.

Annars staðar í heiminum þar sem rafmagn er framleitt með kolum eða olíu er orkusparnaður mikilvægur þáttur í að stemma stigu við mengun og vinna gegn gróðurhúsaáhrifum hennar. Almennt má segja að ljósgjafar sem nota litla orku séu þannig vistvænstir.

Á síðustu árum hafa komið fram perur sem innihalda ekkert kvikasilfur. Þetta má túlka sem stórt skref í rétta átt. En því miður eru þessar perur ekki eins orkunýtnar og þær sem innihalda kvikasilfur. Þegar á allt er litið geta því perur án kvikasilfurs valdið meiri mengun en hinar. Þar að auki höfum við betri stjórn á því litla magni kvikasilfurs sem notað er í nýrri gerðir ljósgjafa en á losun mengunarefna út í andrúmsloftið.

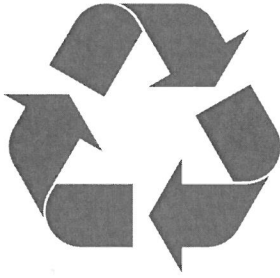


Umhverfisálag vegna lýsingar er mest meðan á notkun stendur.



### Ábyrgð framleiðenda á rafmagns- og rafeindavörum

Nú eru að ganga í gildi í Evrópu nýjar og hertar reglur varðandi meðhöndlun á raf- og rafeindatækjaúrgangi. Samkvæmt þeim má ekki skilja eftir slíkan úrgang á sorphaugunum, brenna hann eða hluta í sundur án þess að hann hafi verið meðhöndlaður fyrst. Það þýðir að hluta þarf vörunar í sundur og flokka. Sá aðili sem sér um þessa undirbúningsmeðhöndlun skal vera viðurkenndur. Það þýðir að rafvirki getur ekki sett rafbúnaðarúrgang með venjulegu rusli eða ekið með hann á sorphaugana og skilið hann þar eftir.



Endurvinnsla er mikilvægur þáttur mengunarvarna.

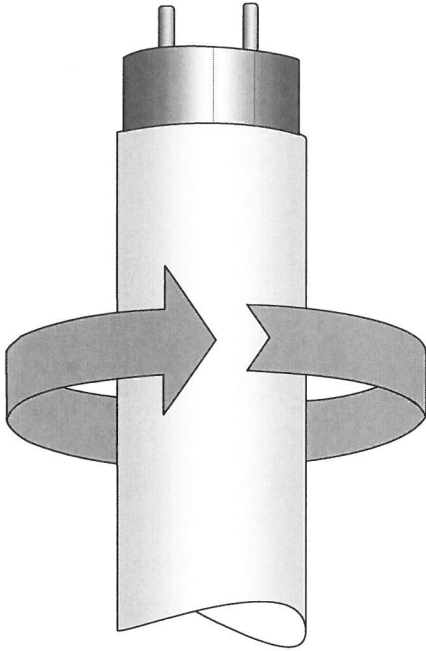
Ný Evrópulög hafa innleitt **ábyrgð framleiðenda** í sambandi við meðhöndlun úrgangs og endurvinnslu á rafmagns- og rafeindavörum. Reglurnar koma til vegna svokallaðrar WEEE-tilskipunar, en samkvæmt þeim eru framleiðendur/innflytjendur skyldugir til að taka við þeim vörum til sorpvinnslu sem þeir selja, án þess að í stað komi greiðsla frá viðskiptavini.

Þess er ekki langt að bíða að þessi ákvæði verði tekin upp í íslenskri löggjöf.

Einkaheimili geta farið endurgjaldslaust með rafbúnaðarúrgang á móttökustöð sorps í sínu sveitarfélagi. Glóperur falla líka undir raftækjaúrgang sem fara þarf með í sorpvinnslustöð. Þær innihalda m.a. blý.

### Flutningur á ónýtum ljósgjöfum o.fl.

Gamlir lampar og ljósgjafar skoðast sem skaðlegur úrgangur. Í Svíþjóð er t.d. heimilt að flytja allt að 300 ljósgjafa eða 300 kg af lömpum í einum flutningi án sérstaks leyfis, en þó þarf að tilkynna flutninginn til viðkomandi yfirvalda. Ef flutt er meira magn þarf leyfi. Enn hafa ekki verið settar reglur um þetta hér á landi.



Nú er hægt að endurvinnna allt að 98% allra flúrpípna.

## Endurvinnsla ljósgjafa

Um ljósgjafa sem innihalda kvikasilfur hefur lengi gilt að þeim þarf að safna saman til endurvinnslu. Ljósgjafarnir eru muldir og kvikasilfrið skilið úr. Muldu gleri og málmni hefur síðan verið komið fyrir á urðunarstað.

Flúrpípur eru einnig endurunnar þannig að ljósduft, gler og kvikasilfur skilar sér aftur í framleiðsluna.

Kvikasilfurperur, natríumperur og sparperur er enn ekki hægt að endurvinnna á eins skilvirkan hátt og flúrpípur. En þó er reynt að skilja kvikasilfur úr eftir föngum og safna saman svo að það dreifist ekki út í náttúruna.

### Kannaðu:

Hvernig er söfnun á rafbúnaðarúrgangi háttað í þínu sveitarfélagi? Hversu mikið safnast?

Farðu á heimasíðu raftækja-/ lampaframleiðanda og athugaðu hvaða upplýsingar þar er að finna um umhverfisvernd.

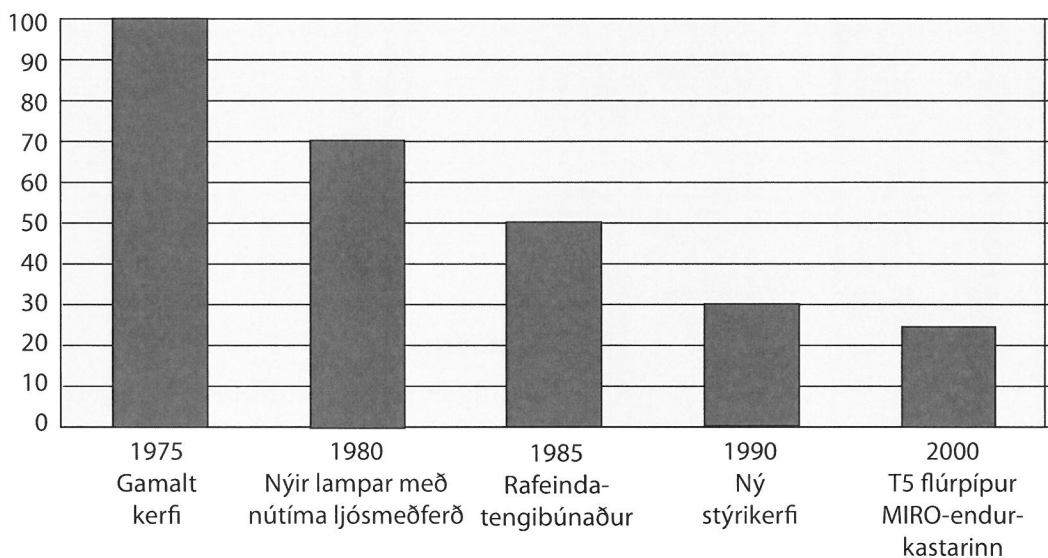
## Orkunýting

---

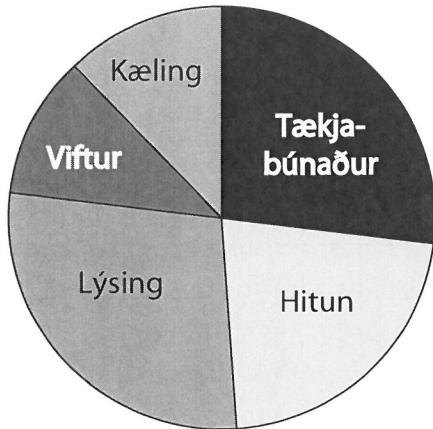
Áhugi fyrir orkunýtinni lýsingu hefur aukist til muna á síðustu árum. Ráðstafanir til að auka nýtni lýsingar leiða oftast bæði til betri lýsingar og lægri kostnaðar. Slíkar ráðstafanir eru einfaldar í framkvæmd og skila skjóttum árangri. Þau eru mörg lýsingarkerfin sem komin eru til ára sinna og sem þörf væri á að breyta. Í mörgum tilfellum væri hægt að spara allt að 75% af orkunotkuninni.

Bæði notendur og raforkusalar hafa haft geysileg áhrif á þessa þróun. Markmiðið er að fara betur með umhverfið og lækka kostnað.

Lýsingariðnaðurinn hefur lagt mikið á sig til að koma með nýjar vörur sem nýta orkuna sem best. Árangurinn af þessu eru nýir ljósgjafar með hærri ljósnýtni, rafeinda-tengibúnaður, stýrikerfi og lampar með hærri nýtni og betri optík.



Lýsingartæknin þróast og verður æ orkunýtnari.



Á stöðum eins og t.d. skólum, skrifstofum og verslunum er hluti lýsingar í raforkunotkun stærri en þau 10% sem meðalnotkun er.

## Lýsingin notar 10% almennrar raforku

Áætlað er að 10% almennrar raforku fari til lýsingar. Á mörgum stöðum, s.s. skrifstofum, skólum, íþróttasölum, verslunum o.s.frv. getur lýsing jafnvel svarað til 25–30% raforkuneyslunnar. Kannanir sem hafa verið gerðar á orkunýtni sýna að yfirleitt sé hægt að lækka orkukostnað í gömlum kerfum um 50 til 75%.

## Orkunýtin lýsing þýðir ekki að kynda þurfi meira

Í mörgum tilfellum borgar sig að endurnýja tækni-búnað gamalla lýsingarkerfa. Orkunýtin lýsing minnkar þörfina á loftræsingu og loftkælingu, þ.e. henni fylgir aukasparnaður.

Það er útbreiddur misskilningur að ef lýsing er minnkuð þurfi meira að kynda og að þess vegna sé endanlegur sparnaður ekki ýkja mikill. Þvert á móti er offramboð á hita stóran hluta ársins í næstum öllum nútíma byggingum og í mörgum eldri. Orkuneyslan eykst ef blása þarf eða kæla burt hitann frá lýsingu. Þar að auki safnast hitinn af ljósinu uppi undir lofti, þar sem gagnsemi hans er takmörkuð. Hann kemur heldur ekki í veg fyrir köld gólf eða dragsúg með gólfi þegar loftið við glugga kælist og sekkur. Vistarverur á að hita upp með kerfum sem sérstaklega eru ætluð til þess. Lýsing er lélegt kyndikerfi.



Á flestum stöðum er hitinn of mikill, en það kallar á loftræingu.

## Svona getum við sparað

Þegar spara á orku blasa við tveir möguleikar. Annar felst í því að minnka vöttin, hinn er sá að stytta þann tíma sem kveikt er á lýsingunni. Sparnaður má ekki leiða af sér verri lýsingu eða verri starfsemi.

Í nýjum kerfum ætti að leitast við að setja upp lampa og ljósgjafa sem standast nýjustu kröfur um nýtni, og nota jafnvel einhvern stýribúnað. Í gömlum kerfum er oftast hagkvæmast að reyna að minnka logtímamann með einhvers konar stýrikerfi. Það útilokar þó ekki að maður ætti fyrst að athuga hvort ekki mundi borga sig að endurnýja kerfið alveg og setja upp nýja lýsingu sem minnkar orkunotkun og bætir jafnvel lýsinguna.

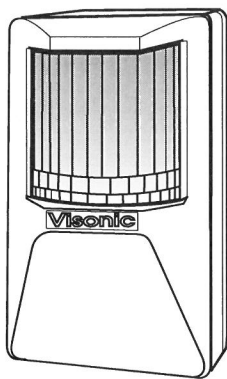
Til þess að dæma um það hvort borgi sig að fara út í framkvæmdir þarf að gera hagkvæmnisútreikninga. Oft er það svo að gamla kerfið er í þannig ástandi að endurnýjun er óhjákvæmileg innan skamms tíma og þá getur verið betra að flýta fyrir þeirri fjárfestingu heldur en að fara út í framkvæmdir sem minna gagn er að.

## Viðveruskynjun

Ein aðferð til að minnka orkuneyslu er að stjórna lýsingunni með viðveruskynjun. Hún virkar þannig að ef enginn er í rýminu, slokknar á lýsingunni eftir ákveðinn tíma. Svo er hægt að velja um hvort endurkveiking sé sjálfvirk eða handvirk. Mestur verður sparnaðurinn ef hún er handvirk. Á sumum stöðum getur verið þægilegra að hafa sjálfvirka kveikingu, t.d. á dimmum göngum og í stiga- eða undirgöngum.

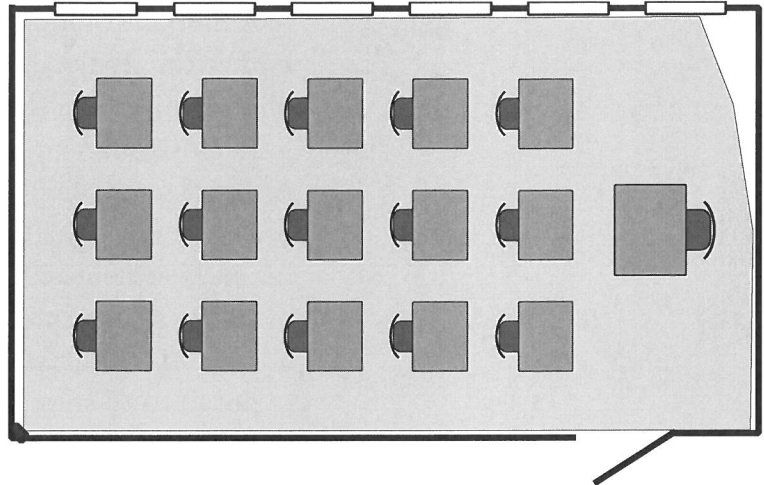
Þau kerfi sem notuð eru til að stýra lýsingu með viðveruskynjun byggja ýmist á óvirkri **innrauðri skynjun**, virkri hátíðnitækni eða hljóðskynjun.

**Óvirkur innrauður skynjari** bregst við hitageislun frá manneskju sem hreyfir sig á því svæði sem skynjarinn nær yfir. Þar sem hreyfingin getur verið ofur lítil verður næmið að vera mikið. Ef það er ekki tilfellið getur ljósið slokknad meðan einhver er enn í rýminu. Það skapar vandræði og veldur ergelsi. Skynjarar sem notaðir eru til þess að kveikja á lýsingu utanhúss og hávaðaskynjarar eru yfirleitt ekki nógu næmir til að hægt sé að nota þá sem viðveruskynjara. Það er ekki nóg að velja réttan skynjara, hann verður líka að staðsetja rétt.



Viðveruskynjari með lausum linsum, stillanlegu næmi o.fl.





Þegar staðsetja á óvirkan innrauðan skynjara í skólastofu er innra horn heppileg staðsetning. Þá truflast hann ekki af því sem gerist utan við opnar dyr en næmi hans nær yfir alla skólastofuna.

Öruggast er að hreyfing komi þvert á skynjunarsviðið. Ef skynjarinn er ekki staðsettur heppilega geta vissir hlutar rýmisins orðið útundan.

Þegar kveiking er sjálfvirk má skynjarinn ekki nema óviðkomandi svæði. Það er ekki óalgengt vandamál að skynjarinn bregðist við hreyfingu úti á gangi í gegnum opnar dyr. Þá getur það gerst að ef einhver gengur eftir ganginum kvikni ljós í hverri stofunni á fætur annarri þótt enginn sé í þeim.

Nú eru fáanlegir einfaldir og áreiðanlegir skynjarar sem hægt er að koma fyrir í rafmagnsdós innan við dyr á skrifstofu. Þegar um er að ræða stærri kerfi, t.d. skólastofur og ganga, er æskilegt að velja skynjara með stillanlegu næmi og velja linsu sem hæfir rýminu.

Fyrir utan innrauða skynjara eru til „virkir“ skynjarar. Þeir senda út hátíðnimerki sem endurkastast frá umhverfinu. Þegar breyting verður á endurkastinu bregst skynjarinn við. Þannig skynjari er ónæmur fyrir hitabreytingum. Í sumum tilfellum getur hann numið hreyfingu handan við þunnt gler og viðarplötur og hann er ekki hægt að nota úti því hreyfing á trjám og runnum hefur áhrif á hann.

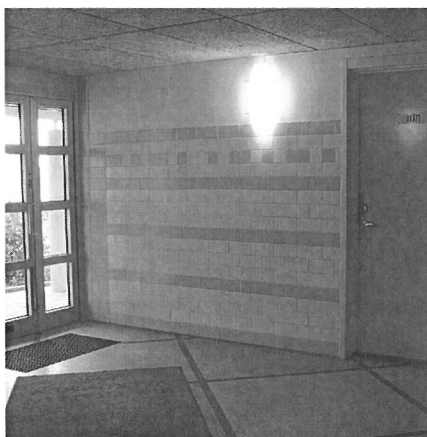
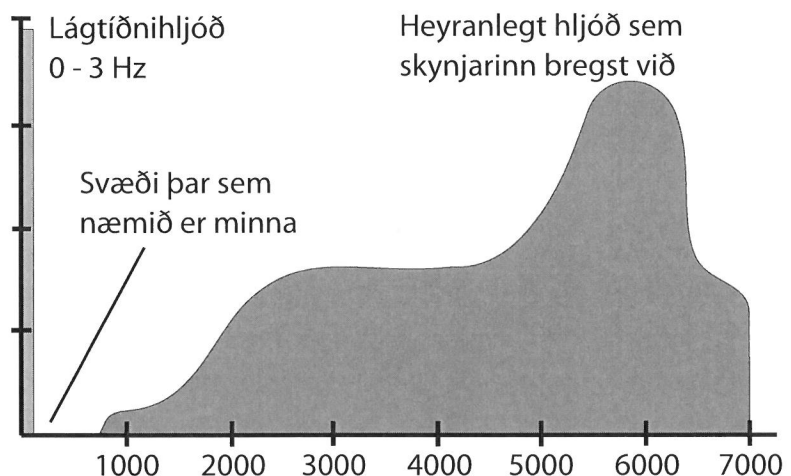


Einfaldur innrauður skynjari fyrir viðveru-  
stýrða skrifstofulýsingu.

Á mörgum stöðum er ekki nóg að notast við einn innrauðan skynjara. Þá verður að nota fleiri skynjara eða **hljóðskynjun** sem skynjar fyrir horn.

Hljóðskynjari vinnur oftast innan tveggja tíðnisviða. Annað skynjar hljóð með mjög lága tíðni, sem verður t.d. þegar dyr eru opnaðar, og gegnir því hlutverki að kveikja ljósin. Hitt tíðnisviðið nemur hljóð eins og tal og skrif og heldur lýsingunni í gangi. Þegar hljótt verður slokknar á henni eftir ákveðinn innstilltan tíma. Hljóðskynjun er notuð til að stýra lýsingu í stigagöngum og búningsherbergjum o.fl. Stilling hennar verður að vera mjög nákvæm og hún getur truflast af umferðarhljóðum, vindi og hurð sem ekki fellur vel að dyraumbúnaði.

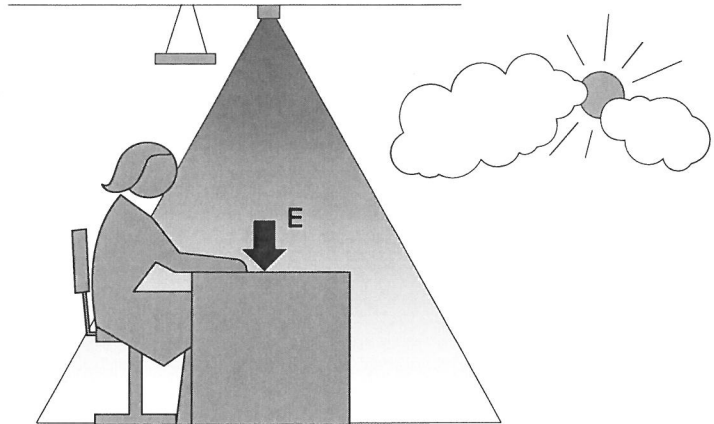
Hljóðskynjarinn hefur tvö tíðnisvið. Annað fyrir lágtíðni-hljóð, hitt fyrir meðalháa tíðni.



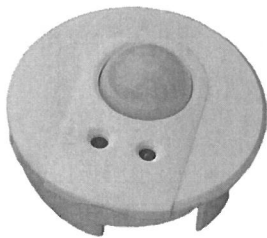
Anddyri og stigagangur þar sem ljósstýringin byggist á breyttum ljósstyrk.

Þegar viðveruskynjun er notuð er mikilvægt að velja ljósgjafa og lampa sem þola að kveikt sé oft eins og þannig skynjun hefur í för með sér. Glóperur eru ekkert vandamál í þessu sambandi en flúrþípur, litlar flúrþípur og flúrperur kalla á að notaður sé heitræsibúnaður. Sumar tegundir þeirra verða að kólna áður en hægt er að heitræsa á ný. Ef kveikt er oft á flúrþípum, litlum flúrþípum og flúrperum með kaldræsingu styttest endingartími þeirra. Til eru sparperur sem eru sérstaklega hannaðar til að hægt sé að kveikja og slökkva oft á þeim án þess að það hafi áhrif á endingartímann.

Annar stýrimáti er að deyfa ljósið niður á lægri styrk og láta viðveruskynjara stjórna ljósbreytingunni.



Í jafnbirtukerfi nemur skynjarinn það hve bjart er á borðinu og stillir lýsinguna þannig að birtan á borðinu haldist jöfn.



Margskynjari fyrir viðveru-  
skynjun, birtujöfnun og  
innrauða fjarstýringu.

## Birtujöfnun

Birtujöfnun felst í því að dagsljósið er látið stjórna ljós-  
deyfangu lýsingarkerfisins. Þegar dagsbirtan eykst minnk-  
ar raflýsingin og öfugt. Skynjari nemur birtuna á fleti og  
reynir að halda lýsingunni á fyrirfram innstilltum styrk.  
Þannig kerfi sparar orku með því að nýta dagsbirtuna.  
Einnig er hægt að spara orku með því að deyfa niður  
umframstyrk í nýjum lýsingarkerfum. Í lýsingarkerfum  
sem þegar eru til staðar þarf að skipta um lampa til að  
hægt sé að nota birtujöfnun. Í nýrri kerfum er straum-  
notkunin yfirleitt svo lág að orkusparnaður, reiknaður í  
krónum, verður óverulegur, jafnvel þótt með birtujöfnun  
náist umtalsverður orkusparnaður í prósentum.



Í þessum lestrarsal í bókasafni  
er notuð birtujöfnun sem  
stjórnast með rafbrautum  
(EIB: European Installation Bus).

## Ljósstýring

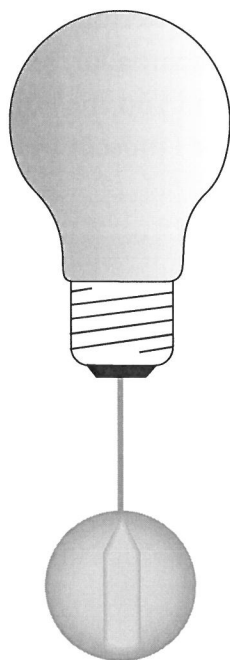
---

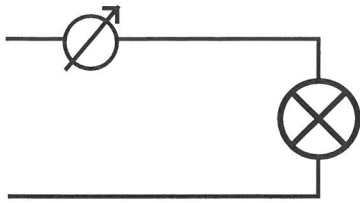
Ljósstýring var lengi talin lúxus, aðeins ætluð stærri samkomusölum. Í dag er einföld tækni að gera ljósstýringu að sjálfsgöðum þætti í margs konar samhengi. Eins og gefur að skilja er ljósstýring oftast notuð til að laga ljósið að hinum ýmsu þörfum. En hana má einnig nota til að minnka orkuneyslu og lækka rekstrarkostnað. Ljósstýring er þar að auki spurning um þægindi. Með ljósstýringu má fá fram rétt ljós fyrir hvern einstakling og fyrir ólíkar athafnir. Það á að vera hægt að stilla ljósið á sama hátt og maður stillir hljóðstyrkinn í útvarpinu.

Á sumum stöðum, t.d. samkomusölum, fundar- eða ráðstefnusölum og kennslustofum, er þörf fyrir mismunandi lýsingu fyrir mismunandi athafnir. Eina stundina þarf gott vinnuljós, þá næstu á að sýna myndir og þá þarf lægri ljósstyrk til að myndirnar sjáist betur. Háþróuð kerfi má einnig stilla þannig að þau gefi ólíkt ljósasamspil, svokallaðar ljóssenur. Með því að ýta á hnapp velur maður milli ólíkra lýsingarmöguleika sem hafa verið stilltir inn fyrirfram, en það gerir notkun sárafalda.

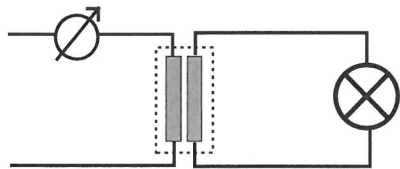
Við stöndum sennilega frammi fyrir þróun sem á eftir að gjörbreyta notkun okkar á lýsingu. Þegar maður hefur komist upp á lag með að stilla birtuna vill maður ekki vera án þessa möguleika.

Þær perur sem hægt er og algengt er að deyfa eru glóperur, halóglóperur, flúrpípur og vissar smáflúrpípur. Svo er rafeindatengibúnaði fyrir að þakka að nú er meira að segja hægt að birtustilla marga aðra ljósgjafa. Þetta á t.d. við um háþrýsti-natríumperur og vissar keramískar málmhalógenperur sem nú má birtustilla án þess að ljósliturinn breytist.

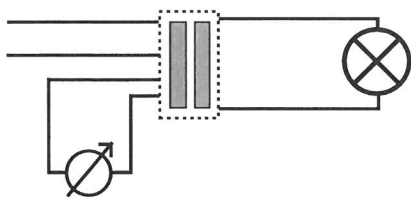




Einföld týristor-tenging til að deyfa glóperu eða 230 V halógenperu.



Ljósdeyfitenging á lágspennu-halógeni er svipuð og fyrir glóperur en maður verður að velja deyfi sem hæfir spenninum.



Pegar stafræn eða hliðstæð 1-10 V stýring er annars vegar er deyfirinn tengdur beint við rafeindaspenninn.

## Ljósdeyfang á glóperum

Glóperur eru venjulega ljósdeyfðar með týristordeyfi. Í tengingunni verður að passa að týristorinn fái hvorki of mikið né of lítið álag. Ef álagið er lítið getur maður þurft að bæta við lágmarksálagi.

## Ljósdeyfang á halógenglóperum fyrir 230 V kerfisspennu

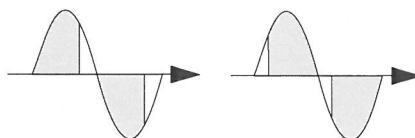
Þessar perur eru ljósdeyfðar á sama hátt og venjulegar glóperur. Ræstraumurinn er þó töluvert hærri, en það verður að taka með í reikninginn við ákvörðun stærða.

## Ljósdeyfang á halógenperum fyrir 12 V

Hún er í öllum aðalatriðum sú sama og fyrir glóperur en þó flækir það málin að á milli 230 V kerfisspennunnar og ljósgjafans er spennir.

Ef spennirinn er af hefðbundinni gerð með járnkjarna ber alla jafna að nota týristordeyfi. Hann verður að þola spanálag og vera af réttri aflstærð. Við ljósdeyfanguna getur spennirinn þó aðeins tekið 50–60% álag miðað við málafli.

Ef notaður er rafeindaspennir er oftast notaður **transistordeyfir**. Einnig eru til rafeindaspennar sem stýra þarf með týristordeyfi. Þar að auki fyrirfinnast deyfar sem hægt er að nota bæði með hefðbundnum spennum og rafeindaspennum. Til að hafa vaðið fyrir neðan sig er rétt að ganga alltaf úr skugga um það við kaup á rafeindaspenni hvernig deyfi á að nota með honum. Einnig eru fánlegir deyfar og spennar sem hægt er að stýra með 1-10 V hliðstæðum (analog) kerfum sem og stafrænum (digital) kerfum.



Transistordeyfir sneiðir aftan af sínuskúrfunni. Með týristordeyfi gerist sneiðingin fremst í kúrfunni.

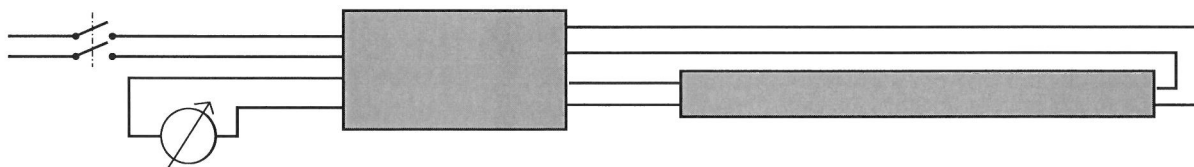
## Ljósdeyfing á flúrpípum

Áður fyrr var erfitt að stýra ljósi flúrpípna. Ljósið átti það til að flökta og vera óstöðugt. Slík kerfi eru enn til. Til að þau virki verður að nota gömlu 38 mm flúrpípu-urnar. Ef skipt er yfir í 26 mm pípur mun kerfið ekki vinna á fullnægjandi hátt.

Í nýjum kerfum er notaður sérstakur rafeindatengi-búnaður ef ljósstýring flúrpípna á að vera möguleg. Þannig kerfi eru til bæði fyrir 26 og 16 mm flúrpípur.

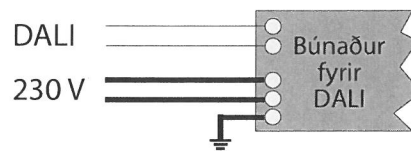
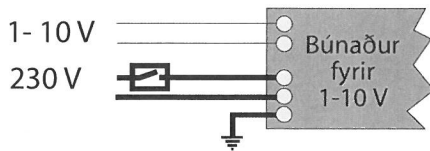
Í mörg ár hafa algengustu deyfikerfin verið 1-10 V hliðstæð kerfi. Þegar ljósið er deyft setur maður álag á deyfirásina með breytiviðnámi. Þegar ekkert álag er á rásinni lýsa flúrpípuurnar af fullum styrk og þegar hún skammhleypir lýsa ljósgjafarnir með lágmarksstyrk, sem er breytilegur eftir gerð ljósgjafanna. Kveikt er og slökkt með því að rjúfa eða tengja kerfisspennuna.

Lamparnir eru hliðtengdir við deyfirásina. Kerfið er viðkvæmt fyrir skautun og ef manni verður það á að tengja öfugt fer kerfið í lágmarksstöðu.

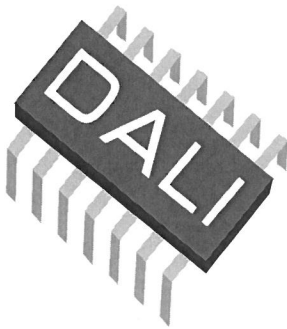


Í 1-10 V stýribúnaði verður að kveikja og slökka á flúrpípu-urnum með kerfisspennu.

Á síðustu árum er farið að nota stafræna ljóstillingu í stað hinnar hliðstæðu. Í hverjum stilli er rafeindabúnaður sem gerir það að verkum að hægt er að forrita kerfið. Framleiðendur þess konar stilla hafa komið sér saman um samskiptareglur til þess að mismunandi stillibúnaðir megi hafa saman í kerfi. Þessi nýja tækni er kölluð DALI. Það stendur fyrir Digital Addressable Lighting Interface. Stafræn stýring hefur marga kosti. Hún eykur til muna möguleikana á stjórnun og stillingu. Í stað þess að breyta leiðslum og tengingum þegar breyta á til, nægir að forrita kerfið miðað við nýjar forsendur.



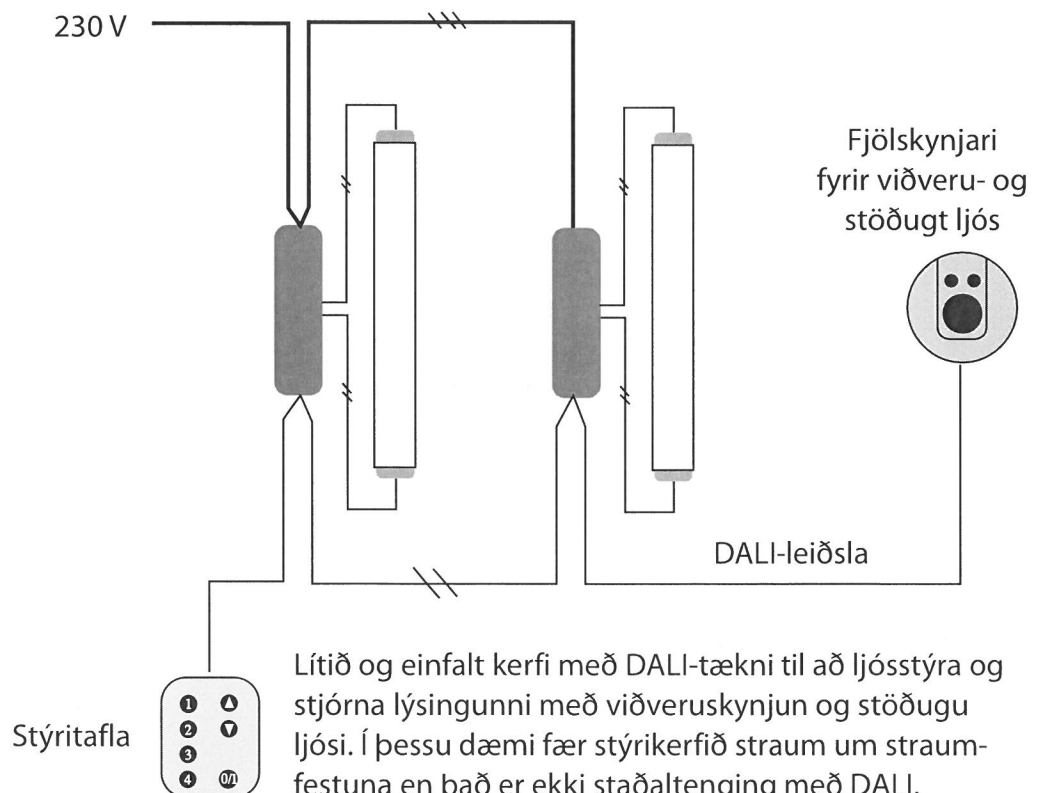
Með 1-10 V hliðstæðri stýringu er kveikt og slökkt á lýsingunni með straumstilli tengdum við 230 V kerfið. Með DALI-tækni er kveikt, slökkt og ljósi stýrt í gegnum DALI-búnaðinn.



DALI ræður við allt upp í 64 vistföng og lömpunum er skipt í 16 hópa. Einn hópur getur verið einn eða fleiri lampar. Hverjum hóp má sérstýra. Hóparnir geta svo aftur tilheyrnt ólíkum lýsingarsenum. Senurnar eru forritaðar og þeim má t.d. stýra frá töflu eða fjarstýringu. Með því að ýta á hnapp getur maður valið lýsingarsenu sem stillir hina ýmsu hópa á forrituð gildi. Í ráðstefnusal má t.d. vista senur fyrir kennslu, fundi, myndasýningar, samkvæmi, hreingerningu o.s.frv.

DALI er tviátta. Í því felst m.a. að safna má rekstrarupplýsingum í gegnum það. Til dæmis má fá vitneskju um:

- Hve lengi ljósgjafi hefur logað
- Hve mikið hann er deyfður
- Hvort peran er ónýtt o.s.frv.



Hægt er að tengja DALI-kerfi við stærra stýrikerfi fyrir hússtjórnun og fá þannig rekstrareftirlit með lýsingunni. Einnig má innlima eldri kerfi með hliðstæðu stýrikerfi (1-10 V) í DALI-kerfi með því að nota umbreyti. DALI-kerfið nýtist ekki aðeins til að stýra ljósi flúrþípna heldur má einnig nota það til að stýra ljósdeyfum fyrir glóperuljós, halógen, litlar flúrþípur og ljósdíóður. DALI getur einnig stýrt öðrum búnaði, s.s. viftum eða sólskyggnum, gegnum raflíðaeiningar.

DALI er stöðluð tækni fyrir samskipti milli ýmiss konar rafbúnaðar. Það er ekki staðall fyrir aðgerðir heldur getur hver framleiðandi ráðið hvaða aðgerðir hann vill hafa í sínum búnaði. Þess vegna er munur milli einstakra framleiðenda á því hvernig vistföngum er skipt upp og hvernig forritunin er. Minni kerfi má yfirleitt forrita með lítilli fjarstýringu en stærri kerfi eru tengd við tölvu og forrituð með henni.

Með DALI-tækninni verður lýsingarkerfið einfaldara í meðförum og auðveldara að breyta og auka við það. Í stað þess að bæta við nýjum leiðslum og breyta tengingum getur maður forritað upp á nýtt, annaðhvort allt eða hluta af kerfinu.

Netið geymir heilmiklar upplýsingar um DALI og ljósstýringu.

### Ljósdeyfing á litlum flúrþípum

Margar gerðir lítilla flúrþípna má ljósdeyfa, en ekki allar. Ein forsenda þess er að ræsirinn sé utan við sjálfan ljósgjafann. Ef þípan hefur sökkul með fjórum pinnum er sennilegt að hægt sé að beita á hana ljósstýringu. Ef pinnarnir eru hins vegar aðeins tveir gengur það ekki.

Þegar litlar flúrþípur eru deyfðar finnst manni ljósið oft verða kaldara og grárra. Einnig versnar litendurgjöfin. Þetta stafar af því að við búumst við heitara ljósi þegar ljósstyrkurinn er lágur á sama hátt og gerist þegar maður deyfir glóperur. Litaskyn okkar versnar sömu leiðis við minni birtu. Þetta þarf að hafa í huga og taka með í reikninginn þegar ljósstýring er áætluð á stöðum þar sem tilfinning og stemning eru mikilvægir þættir.



### Ljósdeyfing á öðrum ljósgjöfum

Í dag búum við yfir tækni til að ljósstýra ljósgjöfum eins og kvikasilfurperum, háþrýsti-natríumperum og keramískum málmhalógenperum. Viss kerfi byggja á hægri lækkun spennunnar. En æ algengara verður að menn notfæri sér rafeindatengibúnað og um leið einhvers konar rafeindastýringu.

### Tölvustýrð hússtjórnarkerfi

Tölvustýrð hússtjórnarkerfi sameina stýringu og eftirlit með fleiri raftæknilegum aðgerðum sem við koma hússtjórn. Þessi stýring fer fram um gagna- eða tengibraut (databus). Aðgerðirnar geta varðað ljós, loftræsing, hitastig og hávaða. Algengustu rafbrautirnar eru **EIB** (European Installation Bus) og **Lonworks**.

Þessi kerfi eru yfirleitt of dýr til að þau séu eingöngu notuð til að stýra lýsingu. Þar er DALI ódýrari og einfaldari kostur. En þegar tölvustýrt hússtjórnarkerfi er fyrir hendi er DALI kjörið fyrir staðbundna ljósstýringu sem síðan er tengd við yfirstýrikerfið.

# Neyðarlýsing

---

Neyðarlýsingu er ætlað að kvikna og lýsa í vissan tíma þegar straumrof verður, bruni eða annað hættuástand skapast. Hún samanstendur af tvenns konar lömpum. Annar hefur það hlutverk að lýsa upp útkomuleiðir þannig að fólk finni þær auðveldlega og geti forðað sér. Hin tegundin eru lýsandi skilti með **myndtækni**. Þeim er ætlað að vísa leið og upplýsa um staðsetningu neyðarútganga. Mörg þessara skiltaljós hleypa út ljósi sem lýsir upp neyðarútganginn og hluta flóttaleiðarinnar.

## Reglur og leiðbeiningar

Reglur og almennar leiðbeiningar um neyðarlýsingu eru gefnar út af Brunamálastofnun og byggja á ákvæðum í byggingarreglugerð.

Árið 2004 kom út ritið *Neyðarlýsing, leiðbeiningar um neyðarlýsingu og neyðarljós*. Það var gefið út af Brunamálastofnun í samvinnu við Ljóstæknifélag Íslands (LFÍ) og er ætlað að veita leiðbeiningar við hönnun og rekstur neyðarlýsingarkerfa og stuðla þannig að auknu almennu öryggi fólks. Ein mikilvæg krafa í reglugerðum um neyðarlýsingu snýr að viðhaldi og eftirliti. Þar sem vinnuveitandi ber ábyrgð á vinnuumhverfinu ber hann einnig ábyrgð á að eftirlit og viðhald fari fram á viðunandi hátt.

## Notkun á neyðarlýsingu

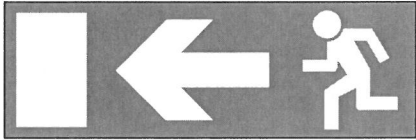
Hótel, hjúkrunarstofnanir og samkomustaðir eru dæmi um staði þar sem skýr þörf er fyrir neyðarlýsingu. Með samkomustöðum er t.d. átt við kvikmyndahús, dansstaði, vissar tegundir verslunarhúsnæðis, frístundahúsnæði, fyrirlestrasali, tónleikasali, kirkjur, skóla, veitingahús, íþróttahús, stórverslanir, bílageymslur. Fjölmargir staðir þurfa neyðarlýsingu.

## Hönnun á neyðarlýsingu

Það gilda mismunandi reglur fyrir mismunandi húsnæði. Venjulega á neyðarlýsingin að sjá fyrir lýsingu í 60 mínútur. Á göngum skal birtan ekki fara undir 1 lúx á dimmstu stöðunum. Í stigum og öðrum hættumeiri stöðum verður lýsingin að vera betri og helst ekki fara undir 5 lúx.

Hæð á myndtækni skal vera í samræmi við hámarkslestrarfjarlægð. Heppileg hæð er álitin vera 0,5% lesfjarlægðarinnar.

Neyðarlýsingu má sjá fyrir straumi á ýmsan hátt. Lamparnir geta haft innbyggt neyðarrafmagn, þ.e. rafhlöður sem fara að starfa þegar straumrof verður. Þessi lausn er algeng í minni kerfum. Í stórum kerfum er rafmagn fengið frá staðbundinni eða miðlægri neyðarstöð með jafn- eða riðstraumi. Flúrpípur með gamaldags ræsi má ekki nota í neyðarlýsingu. Í staðinn ætti að nota flúrpípur með rafeindastraumfestu, litlar flúrpípur eða glóperur. Með þerum sem hafa háa ljósnýtni er auðveldara að fá nógan straum þann tíma sem óskað er eftir þar sem orkuneytlan verður minni.



Ef lesfjarlægð er 20 m þarf hæð táknsins að vera 10 cm.

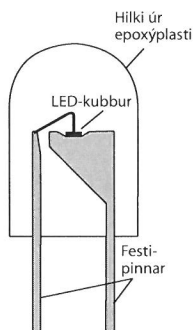
## Eftirlit með neyðarlýsingu

Neyðarlýsingu verður að skoða reglulega og veita reglubundið viðhald. Ljósgráfa verður að prófa mánaðarlega með því að rjúfa allan straum í stuttan tíma, og einu sinni á ári þarf að prófa hvernig lýsingin virkar í heild sinni. Þá ætti að reyna afköst hennar með því að láta loga í a.m.k. einn klukkutíma. Eiganda húsnæðisins er skylt að skipa hæfa manneskju til að bera ábyrgð á prófuninni. Halda verður skrá yfir prófunina, niðurstöður og þær framkvæmdir sem hugsanlega þarf að fara út í. Til er sjálfvirkur tæknibúnaður sem hægt er að láta sjá um prófun á neyðarlýsingu.

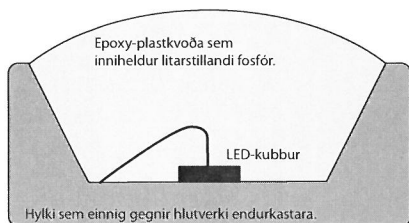
## Ljósdióður (Ljóstvistar)

Ljósdióður, eða LED (Lighting emitted diodes), hafa verið til í meira en þrjátíu ár. Þær hafa einkum verið notaðar sem merkjaljós í rafeindatækjum. Fyrir nokkrum árum kom fram á sjónarsviðið ný tegund dióða með hærri aflstuðul sem gaf mun meira ljós en áður hafði sést. Þessi nýjung hefur komið af stað mikilli framþróun og margir búast við að mikilvægi ljósdióðunnar sem ljósgjafa aukist til muna í framtíðinni. Nú eru til dióður sem taka bæði glóperum og halóglóperum fram í ljósnýtni. En lágur aflstuðull gerir það að verkum að ljóstreymi hverrar einingar er ennþá fremur lágt.

Eins og er býður markaðurinn upp á dióður sem eru 1 W og gefa um 50 lúmen. Til að fá eins mikið ljós og 40 W glópera þarf átta slíkar dióður. Tilraunir í rannsóknarstofum með hvítar ljósdióður hafa gefið yfir 100 lm/W ljósnýtni og menn halda að eftir 10 til 15 ár verði hægt að ná 200 lm/W. Þá verða ljósdióður einn af okkar skilvirkustu ljósgjöfum. Ljósdióðurnar bjóða upp á mikla möguleika í orkusparnaði. Öflugustu ljósdióður hingað til eru 5–10 W.



Ljósdióða með stjörnugeislun sem fest er með lóðun.

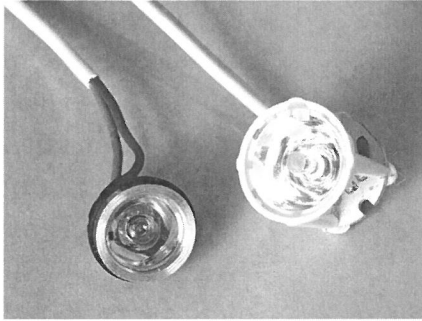


Grunngerð hvítrar LED-einingar byggð á bláum LED-kubbi og fosfórljóma.

### Bygging

Ljósdióður eru hálfleiðarar sem senda frá sér ljós þegar straumur fer um þær. Sá hluti þeirra sem gefur ljósið er mjög lítill, um  $1 \text{ mm}^2$ . Byggingin er þannig að ljósið er beingeislandi. Dreifihornið getur verið mjög þröngt sem verður til þess að ljósið verður þéttara.

Dióður gefa frá sér ljós innan skáskotins bylgjusvæðis. Litur ljóssins fer eftir því hvaða efni er valið í dióðuna. Meðal annars eru til dióður með rauða, bláa, græna og gula ljósliti. Aftur á móti geta þær ekki gefið hvítt ljós, það krefst breiðara bylgjurófs. Til að fá hvítt ljós má tefla saman rauðri, grænni og blárrí dióðu. Með því að hafa mismunandi styrk á þeim má búa til dióður með ólík litarhitastig.



1W ljósdíóður.

Önnur leið til að fá hvítt ljós er að nota blátt ljós og láta hluta þess örva fosfórduft sem verður til þess að það breytist í gult ljós með aukinni bylgjulengd. Blanda úr bláu og gulu ljósi skynjast sem hvítt. Þetta er nokkurn veginn sama lögmál og gildir fyrir ljósduft í venjulegum flúrpípum. Í dag er fjölbreytni hvað varðar ljós og lit hvíttra díóða tiltölulega mikil. Ef maður vill setja upp fleiri díóður saman verður að sjá til þess að maður velji einingar með sama ljóslit.

Glópera gefur frá sér geislun á mörgum bylgjulengdum. Til að búa til litað ljós verður að sía glóperuljós. Þegar það er gert er orka notuð í að mynda ljós sem síðan er ekki notað. Í díóðum verður einungis litaða ljósið til. Þess vegna gefur það miklu betri litarnýtingu.

Díóður hafa enga innrauða eða útfjólubláa geislun. En þær hitna þegar logar á þeim. Hiti hefur neikvæð áhrif á endingu og ljósnýtni. Þess vegna er mikilvægt að sjá fyrir nægilegri kælingu. Því sterkari sem ljósgjafinn er þeim mun mikilvægara er að hafa góða stjórn á kælingunni. Þar sem engin innrauð og útfjólublá geislun er í díóðuljósi er minni hættu á upplitun og efnisrofi.

Díóðurnar eru yfirleitt framleiddar sem einingar. Ein eining getur verið ein eða fleiri díóður. Ein díóðueining getur nýst sem sjálfstæður lampi, t.d. til uppsetningar í húsgögn, innréttingar eða í aðra lampu. Einingarnar geta einnig verið borðar eða plötur með mörgum díóðum.

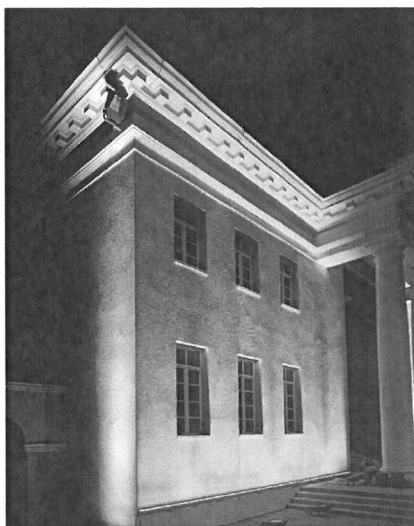
Flestar díóður nota nokkurra volta jafnstraum. Tengibúnaðurinn er yfirleitt gerður fyrir jafnan straum. Díóður eru raðtengdar við passandi spennu.

## Notkun

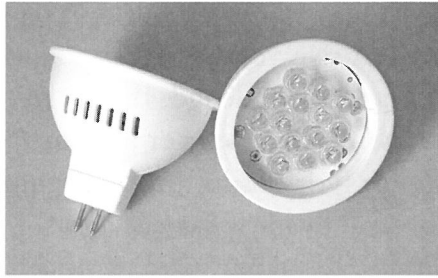
Notkun á díóðum er undir hagkvæmnissjónarmiðum komin og því hvaða hlutverki þær eiga að þjóna. Þeirra sérstöku eiginleikar gera það að verkum að í vissu samhengi verða þær eðlilega fyrir valinu. Notkun LED-lýsingar er þess vegna aðallega bundin sérstökum sviðum.

Eitt fyrsta notkunar sviðið var umferðarljós. Lág orkuneysla, löng ending og mikið þol gegn hristingi og titringi var nákvæmlega það sem þurfti og sem glóperur vantaði. Þar að auki eru endurkastarar og lituð gler óþörf.

Bílaíðnaðurinn hefur einnig uppgötvað ljósdíóðurnar. Þar eru þær notaðar í aftur-, hemla- og bakkljós. Einnig



Flóðlýsing með díóðum.



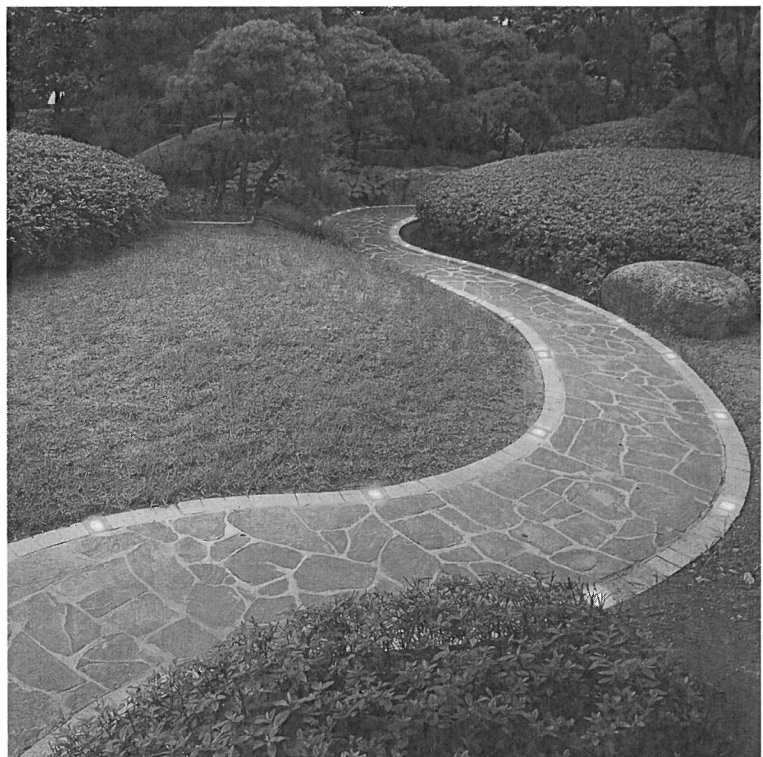
Díóðueiningar af sömu stærð og með sama sökkul og halógenpera.

eru þær hafðar sem ljós innan í bílum og í ljóskastara. Kröfur um ljósgæði og styrk eru ekki eins háar þar og þegar um hífylki og vinnustaði er að ræða.

Í þriðja lagi eru díóður notaðar í skiltalýsingu, bæði fyrir neyðarlýsingu og á ljósauglýsingar. Á þessum sviðum geta bönd og mót með innbyggðum díóðum bætt bæði virkni og hönnun.

Samspil litaðs ljóss og öflugrar ljósstefnu gefur ýmsa spennandi möguleika. Díóður eru þess vegna notaðar í flóðlýsingu með læðiljósi. Þær má einnig setja í sérstök punktljós, og með því að blanda ljóslitum og ljósstýra díóðunum má á einfaldan hátt skapa ljós- og litaspil með jöfnum og mjúkum skiptingum. Til skrautlýsingar má einnig telja ljósslöngu með innbyggðum díóðum.

Nú eru farnar að sjást þerur sem samanstanda af nokkrum díóðum og hafa innbyggðan ræsibúnað og venjulegan perusökkul. Það er langt síðan farið var að nota díóður í ljóskastara, allt frá litlum lyklakippuljósum með aðeins einni díóðu, eða ennis- og vasaljósum með fáeinum díóðum og upp í ljóskastara fyrir svið og sýningar með ljós- og litaskiptingum.



Lampar með ljósdíóðum, hannaðir eins og litlir götusteinar og komið fyrir á jöðrum gangstéttar, bæði til að vísa veginn og til skrauts.

Þó er ekki komið að því að ljósdíóðurnar taki algerlega við af hefðbundnari ljósgjöfum. Til þess þarf ljósið að vera eins gott og í venjulegum perum. Þar að auki þurfa ljósdíóðurnar að vera hagkvæmar til að geta keppt við aðra ljósgjafa. En þróunin er hröð. Ljós litur og litendurgjöf verða æ betri. En samt þarf enn margar díóður til að koma í stað einnar glóperu og þá er kostnaðurinn strax orðinn hærri.

Kostnaðurinn fer að sjálfsgöðu mikið eftir endingartíma díóðunnar. Díóða sem endist í 100 000 klst. og sem er notuð á heimili með logtíma 1000 klst. á ári mundi endast í 100 ár. Á vinnustað væri endingartíminn 40 til 50 ár, sem sagt lengri en endingartími lampanna. Í framtíðinni munum við ekki skipta um ljósgjafa heldur lampa. Annað sem mun hafa áhrif á lampa er að ljósstefnan er beingeislandi en ekki hringgeislandi eins og flestar perur í dag.

Ef þú vilt vita meira um ljósdíóður finnurðu sæg af efni á Netinu. Sjá einnig rit Ljóstæknifélags Íslands: *LED – Ljóstvistar.*

### Mikilvægir eiginleikar díóða :

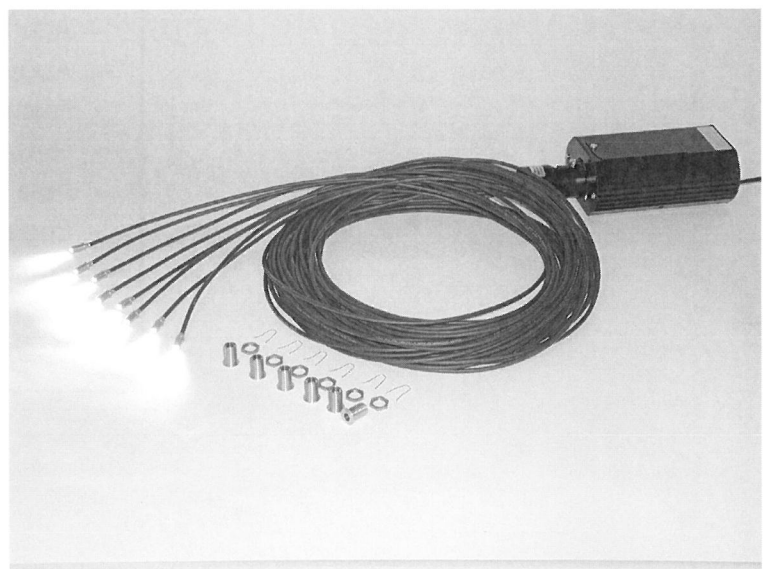
- Há ljósnýtni
- Afar langur endingartími
- Auðvelt að deyfa þær
- Fáar díóður bila
- Nettar stærðir
- Þola vel högg og titring
- Engin útfjólublá geislun
- Engin hitageislun
- Bein ljósstefna
- Litanýtnar

# Lýsing með ljósleiðurum

---

Ljósleiðaratækni er notuð bæði á sviði tölvugagnaflutninga og í lýsingu. Hér munum við aðeins fjalla um ljósleiðaratækni fyrir lýsingu. Lýsing með ljósleiðurum kemur venjulega ekki í stað hefðbundinnar lýsingar. Þess í stað er hún notuð þar sem hennar sérstöku eiginleikar njóta sín.

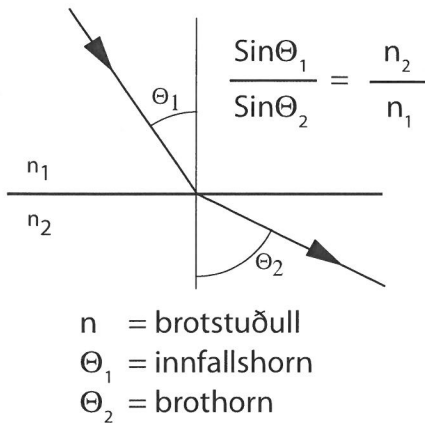
Mikilvægt atriði í sambandi við þessa tegund lýsingar er að ljósgjafinn er aðskilinn lampanum í uppsetningu. Ljósið flyst frá ljósgjafanum til lampans með trefjapræði. Kostirnir við þannig kerfi er að lampinn verður mjög lítill og engin raflögn kemur nálægt honum. Hann má festa upp í miklum þrengslum, í vatni og á stöðum þar sem sprengihætta er. Lampinn verður heldur ekki heitur. Einn ljósgjafi getur matað fleiri lampa og þar með verður allt viðhald einfaldara. Ef lampi er komið fyrir þar sem erfitt er að komast að má hafa ljósgjafann þar sem auðvelt er að athafna sig með viðhald.



Ljósgjafi og leiðarabúnt með lýsandi þráðendum.



Tæknin í ljósleiðarakerfum er bæði gömul og ný. Glerblásarar hafa sennilega snemma gert sér grein fyrir því að gler gæti leitt ljós. Þegar árið 1870 voru gerðar velheppnaðar tilraunir með þessa tækni. En það var ekki fyrir en á 8. áratug 20. aldar sem við fengum þær trefjar og þá ljósleiðara sem notast er við í dag. Sömuleiðis eru þeir ljósgjafar sem notaðir eru tiltölulega nýtilkomnir.

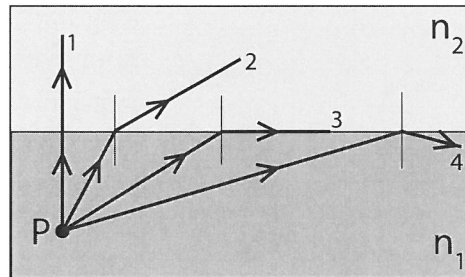


### Ljósleiðarataeknin byggir á algeru endurkasti

Þegar ljós fer frá einu efni í annað verður ljósbrot. Stærð þess fer eftir brotstuðli efnanna tveggja. Það er ljósbrotið sem gerir það að verkum að erfitt er að segja til um dýpt vatns þegar maður horfir niður á vatnsyfirborð.

Þegar innfallshorn ljóssins er stórt endurkastast það í stað þess að fara í gegn. Við getum aftur hugsað okkur vatnsyfirborð. Ef við horfum skáhallt á það virkar það eins og spegill. Vatnið er blátt vegna þess að það endurspeglar himininn.

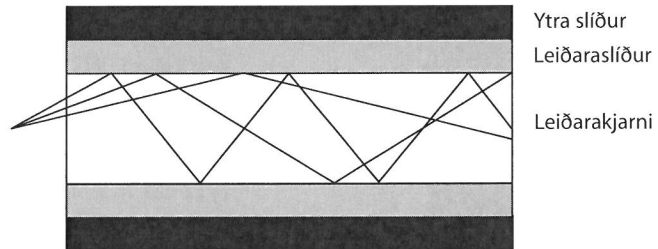
Ljósleiðarataeknin virkar þannig að maður skýtur ljósinu inn í þráðinn með þannig stefnu að það endurkastast og er leitt áfram í þráðinum. Þegar ljós er leitt eftir þræði minnkar það. Þess vegna eru takmörk fyrir því hve langan þráð er hægt að nota.



Þegar ljós fer úr einu gegnsæju efni í annað fer það annaðhvort í gegn og brotnar eða endurkastast, allt eftir því hver brotstuðull efnisins er og því hvert innfallshornið er.

### Þræðir úr gleri eða plasti

Ljósþráður er langur, gegnsær og beygjanlegur gler- eða plastsívalningur með hringlaga þversnið. Einfaldasta gerð þannig þráðar samanstendur af kjarna og möttli. Hafa má fleiri þræði saman í hylki. Sérstök einkenni ljósþráðar, sem gott er að hafa í huga, eru ljósdofnun,



Ljosið flyst eftir leiðaranum við algert endurkast.

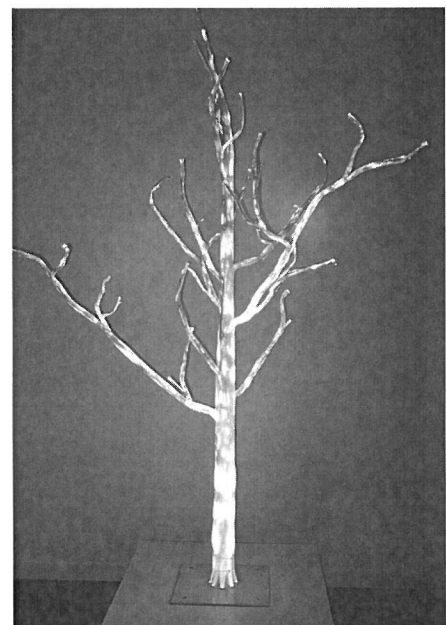
lengdartaðmörk, sveigjanleiki, mikið hitaþol, hagstætt verð og uppsetningaradferð.

Í glerþráðum er búntið grófara. Slíku búnti er ekki hægt að skipta upp í endann. Glerþráður þolir allt að 200° C. Ljósdofnunin í grófum glerþráði þarf ekki að fara upp fyrir 2% á hvern metra. Ólíkar bylgjulengdir ljóss dofna mismikið en það hefur áhrif á ljóslitinn í löngum trefjum. Ljósdofnun og litarbreyting setur takmörk fyrir því hve langa leiðara er hægt að nota.

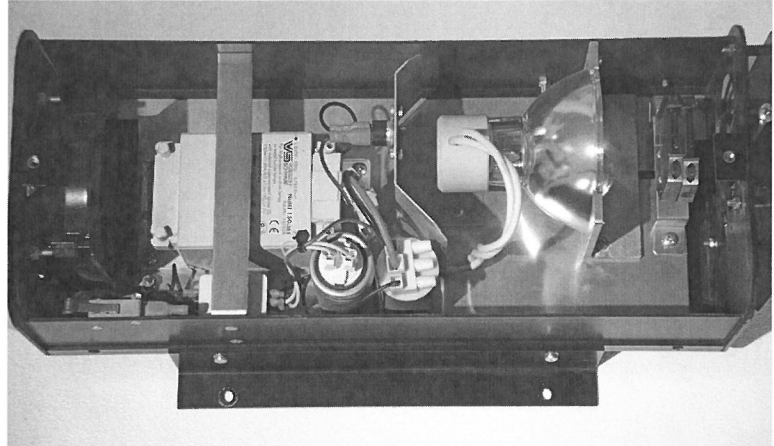
## Lýsandi endar eða hliðar

Af leiðurunum eru til tvær algerlega ólíkar tegundir, önnur lýsir í endann, hin á hlið. Með hinni fyrrnefndu er ljósið flutt úr einum stað í annan. Það er sent inn í annan endann og kemur út í hinum.

Hliðlýsandi þráður lekur hins vegar ljósi eftir allri lengdinni og virkar eins og löng lýsandi slanga. Hann má nota í ýmsar skrautlýsingar, sem ljóslista eða leiðarljós. Þegar notaður er hliðlýsandi þráður má koma fyrir ljósgjafa í báðum endum leiðarabúntsins til þess að ljósið verði eins jafnt og mögulegt er.



Lýsandi tré búíð til úr hliðlýsandi ljósþráðum.



Séð inn í ljósgjafa.

## Ljósgjafinn

Peran er í ljósgjafanum og þar þarf ljósið að flytjast inn í þráðinn á sem skilvirkastan hátt. Ljósgjafinn getur einnig haft að geyma búnað fyrir litaskiptingu og ljósdeygingu.

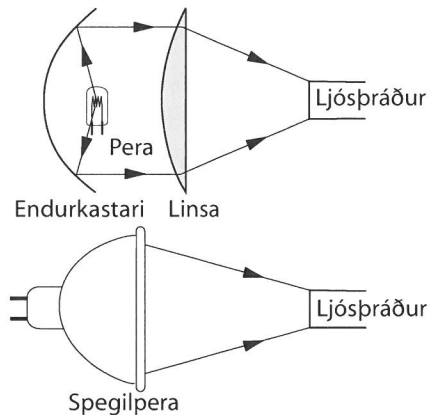
Til að beina ljósinu að þráðopinunni má annaðhvort nota spegilperu eða búnað sem beinir ljósinu með gljáandi spegli og linsum.

Venjulega eru notaðar halógenlúperur eða málmhalógenperur. Halógenlúperur eru notaðar í einfaldari gerðum ljósgjafa. Þær er auðvelt að deyfa.

Málmhalógenperur gefa meira ljós og eru einkum notaðar í stærri kerfum. Ljósið frá þeim er kaldara en frá halógenlúperum og það tekur nokkrar mínútur frá því að kveikt er á perunni og þar til hún lýsir af fullum krafti. Málmhalógenperur er erfiðara að ljósdeyfa. Til þess má nota mekaníska ljósopsþynnu eða síu.

Ljósleitnum má breyta með því að koma fyrir litasíu á leið geislans. Vélknúð litahjól, sem samanstendur af mörgum litasíum, gefur ótal spennandi möguleika á litaspili.

Í ljósgjafanum myndast töluverður hiti. Honum verður því að sjá fyrir góðri kælingu. Oft er hann búinn viftu. Þegar hann er settur upp má ekki gleyma að viftan er ekki alveg hljóðlaus, né heldur að ljósgjafinn er rafbúnaður og því verður að hafa í huga þær öryggiskröfur sem slíkum búnaði fylgja.



Ljósinu má beina í ljósþráðinn með endurkastara og linsum eða með spegilperu.



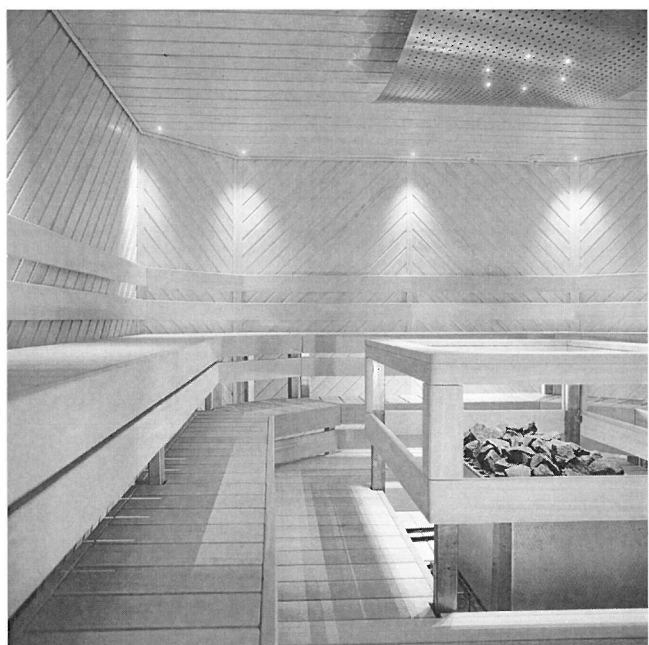
### Ýmiskonar lampar

Einfaldasta gerð ljósleiðarabúnaðar felst í því að nota eingöngu endapunkta ljósþráðanna. Með því móti má til dæmis skapa stjörnuhvolf. Fyrir flóknari kerfi er notaður lampi sem getur verið aðallega til skrauts, t.d. úr glerprismum, eða hagnýtari búnaður sem beinir ljósinu með linsum eða öðru fyrirkomulagi.

Öll þessi kerfi eiga það sammerkt að lampinn er mjög fyrirferðarlítill. Og hann gefur hvorki frá sér hita né útfjólubláa geislun.

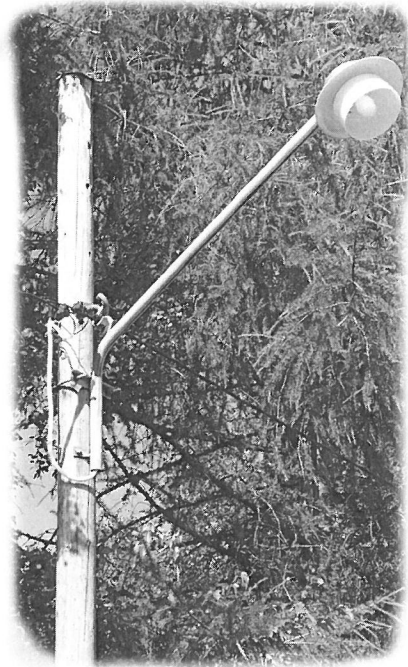
Algeng notkun ljósleiðaratækninnar er að mynda stjörnuhvolf, eins og áður var minnst á, í baðherbergjum, gufubaðstofum, svefnherbergjum, anddyrum o.s.frv. Þar sem lampinn hefur ekkert rafkerfi má hafa hann í laugum og gosbrunnum. Vegna smæðar sinnar er hann hentugur til lýsingar í skápum, gluggum og sýningarskápum.

Einnig má gera úr honum litla leslampa í bókasöfnum, eða nota sem punktljós fyrir flóðlýsingu. Síðasttöldu dæmin eru hagkvæm út frá viðhaldssjónarmiðum þar sem perufjöldinn er takmarkaður og peruskipti verða einnig léttari. Möguleikarnir á að nota ljósleiðara í bæði skrautlýsingu og á hagnýtari hátt eru miklir og oft er það hugmyndaflugið sem setur takmörkin.



Myndirnar sýna þrjú dæmi um lýsingu með ljóstleiðaratækni.

## Lýsing utanhúss



Útilýsing kemur við sögu í ýmsu samhengi, allt frá eigin útidyrjaljósi til lýsingar á umferðargötum og stórum íþróttaleikvöngum. Við getum flokkað útilýsingu í einkalýsingu og opinbera lýsingu.

Einkalýsing sést á heimili okkar og í kringum það. Tilgangurinn með henni er að skapa þægindi og auka vellíðan. Þar að auki veitir hún öryggi og er ætlað að minnka hættu á innbrotum og stuldi. Ef við erum eigendur híbýlanna er okkur frjálst að ákveða hönnun lýsingarinnar og hvernig við ætlum að nota hana.

Samfélagið ber ábyrgð á opinberri útilýsingu. Sem dæmi um hana má nefna götulýsingu, lýsingu á svæðum fyrir gangandi vegfarendur, s.s. torgum, almenningsgördum, göngu- og hjólabrautum. Til þessa flokks heyrir einnig lýsing á almennum íþróttavöllum og bílastæðum svo eitthvað sé nefnt. Tilgangurinn með lýsingunni er margvíslegur. Í götulýsingu er umferðaröryggið mikilvægt en lýsingu fyrir gangandi vegfarendur getur verið ætlað að skapa öryggiskennnd eða gæða umhverfið stemningu. Algengt er að útilýsing eigi að bæta aðgengi. Lýsing í almenningsgördum, á torgum og á íþróttasvæðum verður til þess að þessa staði er hægt að nota meira. Flóðlýsing er til að draga fram fegurð og mikilvægi merkra bygginga og til að skapa notalegt umhverfi að næturlagi. Ljóslist er líka fyrirbæri sem verður æ algengara.

Auðvitað er til útilýsing sem fellur einhvers staðar á milli þessara tveggja aðalflokka. Þar má nefna útilýsingu á sumum vinnustöðum, í íbúðarhverfum og í verslunarmiðstöðvum. Lýsingin er í þessum tilfellum í einkaeign en þjónar almenningi. Þetta á einnig oft við um flóðlýsingu og lýsingu á íþróttavöllum.

Það er einkennandi fyrir útilýsingu að logtíminn er oft langur. Til að halda niðri kostnaði skiptir sköpum að velja orkunýtnar lausnir. Lýsingarþjónaðurinn þarf að þola mikinn ágang. Blautt og rakt umhverfi, miklar hitabreyt-

ingar og vindur hefur áhrif á virkni lampans. Útilýsing verður oft fyrir skemmdum. Flestir þeir ljósgjafar sem við notum innanhúss henta alls ekki úti. Í staðinn eru notaðar ýmsar tegundir háþrýstipera. Það er sérstaklega við hönnun opinberrar útilýsingar sem taka þarf mikið tillit til þeirra eiginleika sem halda kostnaði í skefjum.



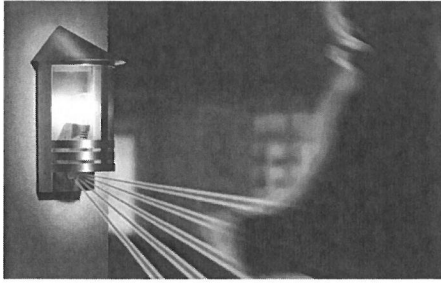
Fallega upplýstur geymsluskúr.

### Lýsing við híbýli

Útidyraljós er sjálfsagt algengasta útilýsing heimilanna. Það er þörf á því hvort sem við búum í einbýli eða fjölbýli. Lýsingin gerir það að verkum að okkur finnst notalegt að koma heim að dyrunum. Svo er líka mun einfaldara að finna skráargatið. Maður vill líka að góð birta sé á þeim sem ber að garði svo greinilegt sé hver sé kominn.

Besti staður fyrir **útidyraljós** er uppi í loftinu framan við dyrnar. Ef engin yfirbygging er verður að hafa ljósið á veggnum. Kosturinn við að festa lampann í loftið er að hann lýsir dyrnar betur upp. Ef valinn er góður lampi losnar maður einnig við glýju.

Lampi sem festur er á vegginn lýsir oft beint í andlitið þegar maður kemur að dyrunum og veldur glýju. Þar að auki lýsir hann ekki á dyrnar nema hann skagi út á löngum armi. Þó getur vegglampinn verið mjög notalegur. Góð lausn er að lýsa upp dyrnar með lampa í loftinu og setja svo upp vegglambda með daufrí luktar- eða kolþráðarperu til þrýði. Þannig þerur gefa minna ljós og þeim fylgir minni glýja. Gesturinn skynjar notalegt og aðlaðandi ljós frá veggljósinu og fær á tilfinninguna að sterkara ljósið komi frá því.



Til eru margs konar útljós með innbyggðum hreyfiskynjara sem kveikir á lýsingunni þegar einhver nálgast.

Lýsingin við innganginn verður hagkvæmst með sparperum. Ef um er að ræða lampa með gegnsæju gleri eru sennilega flestir sammála um að glærar glóperur séu fallegri, og þá gjarnan af luktar- eða kolþráðargerðinni.

Kveikibúnaður getur verið með ýmsu móti. Í fjölbýlishúsum er algengt að nota ljósnema eða tímastilli til þess að kveikja og slökkva. Í einbýlishúsum er rofi innan við dyrnar það sem oftast er notað. Ókosturinn við það er að þá er slökkt þegar maður kemur heim. Því má bjarga með því að velja lampa með hreyfiskynjara. Þegar maður nálgast dyrnar kviknar sjálfkrafa á ljósinu. Þó þarf að sjá til þess að skynjarinn bregðist ekki við og kveiki ljós í hvert sinn sem einhver fer um götuna. Það er bæði óþarft og ergilegt. Það má nefna að til eru flúrperur með innbyggðum ljósliða sem kveikir um leið og dimmir.

Ef inngangurinn er langt frá götunni getur þurft lýsingu á stígnum upp að dyrunum. Lampa má þá festa á stólpa eða vegg. Ennfremur getur verið gott að hafa lýsingu á bílastæðinu. Ef bílastæðið er frekar stórt getur verið aukið öryggi í því að hafa nokkra halógenljóskastara sem kviknar á gegnum hreyfiskynjara þegar einhver kemur inn á bílastæðið.

Þá þarf lýsingu á útiplan og við allar þær dyr sem liggja út í garð. Garðlýsing verður æ algengari. Þegar maður situr inni í haust- eða vetrardimmunni getur verið notalegt að horfa út í upplýstan garð. Það má segja að herbergið stækki við það. Margir setja upp sérstaka lýsingu fyrir jólin og jaðrar stundum við keppni um það hver hafi flest ljósin eða flottustu lýsinguna.

## Lýsing á svæðum fyrir gangandi vegfarendur

Svæði þar sem gangandi vegfarendur fara um hafa fengið mun meira vægi í útlýsingu. Áður fyrr voru þau öll lýst upp eftir einhverju vanamunstri. Göngu- og hjólastígar fengu nokkurn veginn sömu lýsingu og götur, en með lægri staurum. Menn lögðu sig umfram allt eftir því að lýsa á jörðina.

Nú á dögum er hugsunin önnur. Í borgum víða erlendis er birtan minnkuð á akveginum og aukin á gangstéttum og göngustígum. Leitast er við að láta fólki líða vel og



Gott er að hafa útilýsinguna þannig að hún lýsi upp umhverfið án þess að valda glýju.

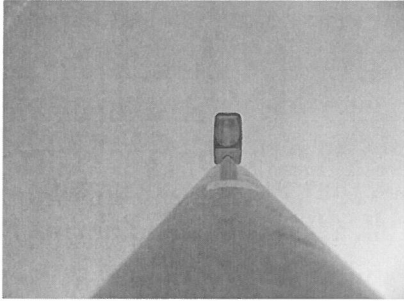
veita því öryggiskennd. Ef maður vill skapa öryggistilfinningu og notalegt umhverfi skiptir mestu að lýsa upp umhverfið. Það á að vera hægt að sjá fólk sem maður mætir og þekkja aftur kunnug andlit. Ekki ætti að fara um dimm svæði þar sem hættur geta leynst. Það er mikilvægt að hafa yfirsýn yfir svæðið sem maður er á.

Lýsing niður á jörð er til þess að maður sjái til og hrasí ekki.

Ný sýn á lýsingu fyrir fótgangandi vegfarendur hefur líka haft sín áhrif á val á ljósgjöfum. Áður fyrr voru notaðar kvikasilfurperur með köldu bláhvítu ljósi. Þær hafa í auknum mæli vikið fyrir hagkvæmari háþrýstinatriumperum með gulara ljósi. Viss sveitarfélög hafa þó haldið fast í kvikasilfurljósið vegna hvíta ljóssins. Það er ljós sem dregur vel fram grænan lit gróðurs.

Á finni stöðum og í miðborgum hafa keramískar málmhalógenperur og hvítar natriumperur rutt sér til rúms. Báðar þessar tegundir hafa fyrirtaks litendurgjöf og þægilega ljósliti. Þar að auki fáum við sjálfsagt að sjá meira af litlum flúrípum sem farið er að framleiða í stærri aflstærðum og gefa meira ljós. Einnig hefur kvikasilfurperan verið endurbætt. Nýrri tegundir gefa meira ljós, hafa hlýrri ljóslit og endast lengur. Aftur á móti geta þær ekki keppt við t.d. háþrýstinatriumperur hvað varðar ljósnýtni og hagkvæmni.



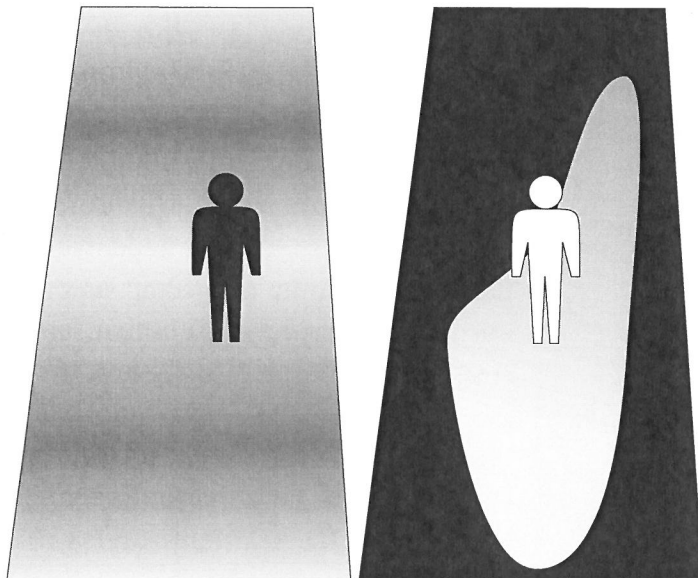


## Umferðarlýsing

Tilgangurinn með **umferðarlýsingu** er að minnka hættu á umferðarslysum, auka þægindi og bæta skilyrði fyrir ökumennina. Hún er sjálfsagt líka jákvæður þáttur í að minnka glæpastarfsemi. Sá aðili sem sér um viðhald vega ber ábyrgð á umferðarlýsingunni. Það þýðir að viðhald þjóðvega, þ.e. alls þorra vegakerfisins, er í höndum Vegagerðarinnar en hún getur falið öðrum aðilum, s.s. sveitarstjórnnum, veghald einstakra vegarkafla.

Af kostnaðarástæðum er ekki hægt að lýsa upp alla vegi. Það er undir umferðarþunga komið og því hve slyshætta er mikil hvaða vegir eru lýstir og hvernig. Hið síðara er nefnt umferðaröryggi vegar. Til að ákvarða það eru ýmis atriði metin, s.s. ástand vegarins og hraði ökutækja.

Umferðarlýsing er yfirgripsmikið og flókið svið. Svo til öll áætlanagerð um stærri vegi er byggð á tölvuútreikningum. Til að hanna umferðarlýsingu þarf að koma til bæði þekking og reynsla. Hér á eftir er stiklað á þeim grundvallaratriðum sem gilda fyrir umferðarlýsingu.



Föst umferðarlýsing lýsir á veginn og gerir það að verkum að hindranir sem ber í veginn virðast dökkar. Ökuljós lýsa fyrst og fremst á hluti á akbrautinni sem verða ljósir miðað við veginn.

## Skyggni

Eitt frumskilyrði fyrir umferðaröryggi er að hægt sé að uppgötva hættur og hindranir á akbrautinni í tæka tíð. Skyggni er mælikvarði á það hve auðvelt er að greina þessar hindranir. Í fyrsta lagi sjá ökuljósín um að lýsa upp hluti á veginum. Þeir eiga að taka sig út sem ljósir miðað við dekkri bakgrunn vegarins. Kyrrstæð lýsing vegarins kemur hins vegar frá háum stólpum. Lampinn lýsir fyrst og fremst upp akbrautina. Hindranir eiga að greinast dökkar á móti ljósum vegi.

Hversu ljós akbrautin verður fer eftir ljósstreyminu sem á hana fellur, svo og því hvernig hún endurkastar

ljósinu. Endurkastið er undir því komið hve ljós klæðning brautarinnar er, hvernig yfirborðsbygging hennar er og veðurskilyrðum. Það er auðveldara að lýsa þurran og grófan veg en blautan og sléttan. Þar sem markmiðið er ljósleiki vegarins er þýðingarlaust að hugsa aðeins um birtuna. Þess í stað veltur allt á ljóma akbrautarinnar sem bæði fer eftir birtunni og yfirborði vegarins. Með því að staðla nokkrar kennistærðir svo sem staðsetningu þess sem horfir og stefnuna sem hann horfir í má reikna út ljómann á tiltölulega einfaldan hátt með tölvu. Til þess þarf heppilegt forrit, upplýsingar um lampa og endurkastseiginleika vegklæðningarinnar. Vegklæðningum hefur nú verið skipt upp í fjóra mismunandi staðalflokka frá N1 til N4. N2 er algengasta vegklæðningin (sjá viðauka C í riti LFÍ um götu- og veglýsingu). Fyrir minni götur eins og húsagötur nægir að reikna út og uppfylla kröfur um birtu.

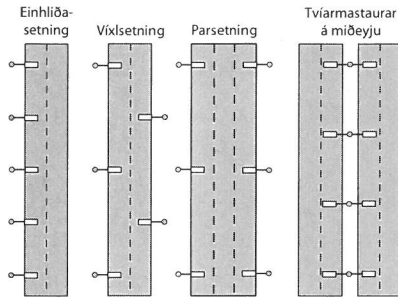
Aðrir þættir sem hafa áhrif á gæði lýsingarinnar er jafnleiki ljómans á akbrautinni, jafnleiki ljómans meðfram veginum svo og glýja.



Visst samræmi verður að vera milli lampa og bygginga.

### **Verkleg útfærsla**

Þegar opinber lýsing er hönnuð verður að taka tillit til umhverfisins. Við höfum þegar minnst á ljóslit peranna. Lampar verða líka að passa inn í götmyndina. Áður var lítil tilbreyting í lömpum. Nú til dags er meira um að notaðar séu hönnunarvörur í götulyksingu. Útlitssamræmi verður að vera milli bygginga og lampa. Maður reynir að gefa hverju svæði sinn heildarsvip. Lampar sem koma til með að sitja í mismunandi hæð mega gjarnan vera eins þótt stærðin sé ólík. Ljósastaurarnir eiga ekki að vera hærri en byggingarnar í kring. Lýsingin má heldur ekki trufla íbúana. Það gerist ef ljós fellur inn um glugga eða þegar ljós blasir við beint fyrir framan glugga. Þar sem útsýni er fagurt má ekki koma lýsingunni þannig fyrir að hún skemmi það.



Algengasta staðsetning ljósastaura.

## Ljósastaurar

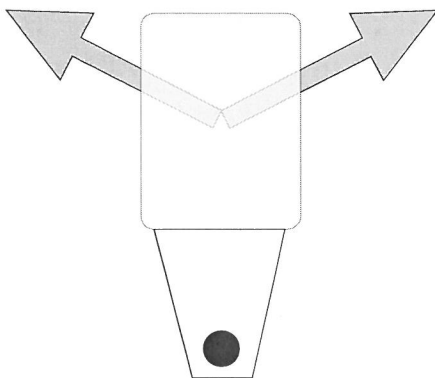
Ljósastaurum má raða upp á mismunandi hátt. Þegar vegurinn er mjór eru þeir hafðir öðrum megin. Við breiðar götur má hafa þá báðum megin, annaðhvort paraða eða víxlsetta. Á vegum sem skipt er með miðeyju má nota T-staura. Þá þarf oft að gera sérstakar ráðstafanir í sambandi við umferðaröryggi til þess að staurarnir valdi ekki hættu ef ekið er á þá.

Gömul þumalregla segir að ef vegurinn er mjórri en hæð ljóspunktsins nægir að hafa staura öðrum megin. Fjarlægðin milli þeirra, meðfram veginum, er venjulega fjórum til fimm sinnum staurhæðin. Þetta á þó ekki við um styttri garðstaura.

Staurarnir geta verið beinir eða með armi. Hann á ekki að vera lengri en fjórðungur staurhæðar til að staurinn haldi góðu samræmi. Þar að auki þarf armurinn að hafa u.þ.b. 5° halla upp á við, annars sýnist hann halla niður á við. Stærri horn geta auðveldlega valdið nágrönnum glýju.

Ljósastaurar geta verið fyrir þegar kemur að götuhreinsun og snjómokstri. Af þessum ástæðum, en einnig í umferðaröryggiskyni, verður að hafa staurana í tiltekinni fjarlægð frá akbrautinni. Inni á borgarsvæðum erlendis eru lampar oft festir á streng milli bygginga beggja vegna götunnar.

Lýsingunni er ætlað að auka umferðaröryggi, en um leið hafa ljósastaurar vissa hættu í för með sér. Til eru nokkrar gerðir staura sem eru hannaðir þannig að þeir gefa eftir og bogna ef keyrt er á þá. Hugmyndin er að reyna að auka hemlunarlengdina og sjá til þess að það sé frekar staurinn sem beyglast en bíllinn. Önnur leið til að leysa þetta vandamál er að nota þannig undirstöðu að staurinn losni ef ekið er á hann.



Í götulampa er ljósinu beint yfir og langs eftir veginum.

## Lampar

Lampar fyrir götulýsingu þurfa að hafa ljósmeðferð sem beinir ljósinu á heppilegan hátt. Ljósið á að lýsa eftir veginum og ná yfir akbrautina. Þetta má gera með því að stilla ljósmeðferð lampans og hafa þannig áhrif á það hve ljósvarpið og þar með ljósflöturinn verður stór. Einnig á ljósabúnaðurinn að beina ljósinu þannig að ekki verði glýja.

Mikilvægt er að lampinn hleypi hvorki inn vætu né óhreinindum. Þess vegna eru nýrri lampar oft í háum varnarflokki. Þegar slokknar á lampa og hann kólnar sogast inn loft og þá fylgir með ryk og óhreinindi.

Við þessu vandamáli eru ýmis ráð, t.d. þakkningar úr filti. Þegar lampinn er valinn er frumskilyrði að athuga hversu auðvelt viðhaldið verður.

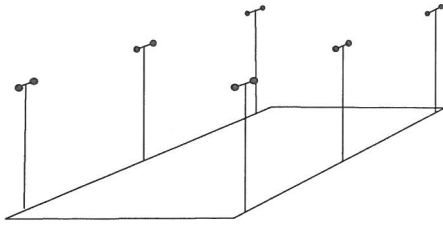
Gott er að spyrja sig eftirfarandi spurninga:

- Er skipt um peru neðan eða ofan frá?
- Er rafbúnaður lampans í einni einingu sem skipta má út í heilu lagi?
- Hvaða efni er í ljóshlífinni?
- Er hægt að nota lampann bæði á beinan staur og armstólpa?
- Hvaða viðhald er mögulegt án tækja?
- Er þörf á margs konar tækjum?
- Hvaða efni eru notuð og í hvernig ástandi verða þau eftir 20 ár?

### **Ljósjafar**

Við höfum þegar minnst á val á perum. Áður fyrr voru kvikasilfur- og lágþrýsti-natríumperur algengar. Báðar þessar tegundir hafa vikið fyrir háþrýsti-natríumperum. Ástæðan fyrir því að hætta að nota kvikasilfurperur er aðallega fólgin í kostnaðinum. Hægt er að fara niður í lægra afl og spara þar með orku. Oftast verður líka að skipta um lampa en þó eru til háþrýsti-natríumperur sem má setja beint í stað kvikasilfurpera. Þegar skipt er úr lágþrýsti-natríumperum yfir í háþrýsti-natríumperur er ástæðan yfirleitt sú að óskað er eftir þægilegri birtu og betri litendurgjöf. Glóperur og halógenperur eru varla notaðar í götulýsingu. Þær hafa alltof lága ljósnýtni og stuttan endingartíma. Þó má ef til vill nota þær við kringumstæður þar sem eðli ljóssins skiptir miklu máli. Flúrpípur má enn sjá í eldri kerfum, en þær eru óheppilegar því þær gefa lítið ljós í kulda og eru erfiðar í meðförum, ekki síst hvað varðar pípuskipti.

Við höfum nefnt að notkun eykst á nýjum perutegundum, s.s. keramískum málmhalógenperum, hvítum natríumperum og litlum flúrpípum af sterkari gerðum. Þá má enn nefna aðrar nýjar tegundir sem ryðja sér æ meir til rúms. Þær þurfa nýja lampa og koma þess vegna aðeins til með að sjást í nýjum og endurnýjuðum kerfum. Tvær slíkar perur eru CosmoGold og CosmoWhite frá Philips með annars vegar gullhvítt og hins vegar hvítt ljós. Báðar má deyfa og þær hafa hærri ljósnýtni en eldri gerðir af úrhleðsluperum sem notaðar eru við svipaðar aðstæður.



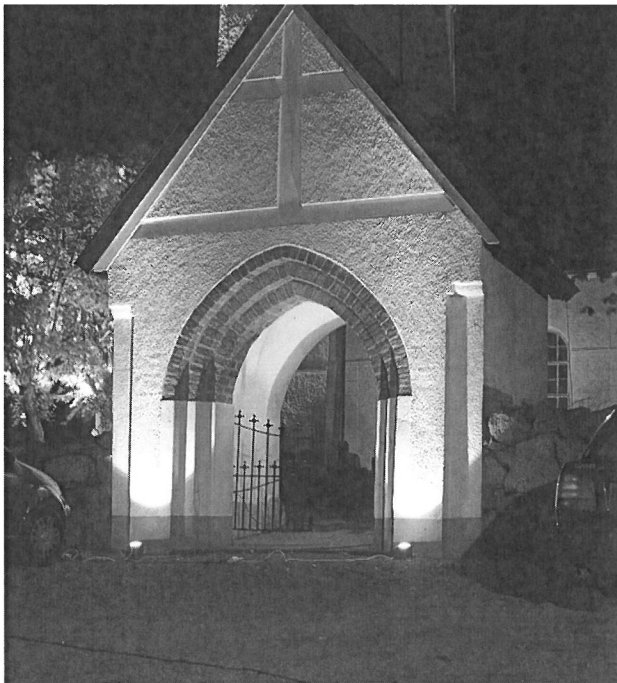
Með 12 ljóskösturum fyrir 2 kW málmalógenperur nást u.þ.b. 150 lúx á fótboltavelli.

Margar af þeim perugerðum sem notaðar eru í götulyssingu eru fánlegar bæði sem glærar og mattar (með ljósdufti). Oft er ljóstæknihönnunin gerð með þetta í huga. Þess vegna er mikilvægt að setja ekki ranga peru í lampann. Til þess að strax megi komast að því á vettvangi hvernig peru þarf í lampann hefur verið þróað merkingarkerfi, þ.e. lampinn er merktur með litlu lituðu skilti. Litur skiltisins gefur til kynna tegund perunnar og lögun þess segir til um aflstærð.

## Lýsing á íþróttavöllum

Lýsing á íþróttaleikvöngum og þess háttar stöðum er flókið mál. Hönnun hennar verður að þjóna bæði leikmönnum og áhorfendum. Oft þarf líka að vera hægt að taka leikinn upp og sjónvarpa. Til þess að ákvarða hvernig beina skuli ljóskösturum, sem skipta jafnvel hundruðum, þarf að koma til bæði reynsla og háþrúð reikniforrit.

Ekki eru alltaf sömu kröfur gerðar til lýsingar. Það fer eftir tegund kappleiksins. Miklar kröfur eru gerðar um lárétta lýsingu, lóðrétta lýsingu, takmörkun á glýju og góða litendurgjöf. Það er best (og einfaldast) að snúa sér til söluaðila um hentuga tillögu.

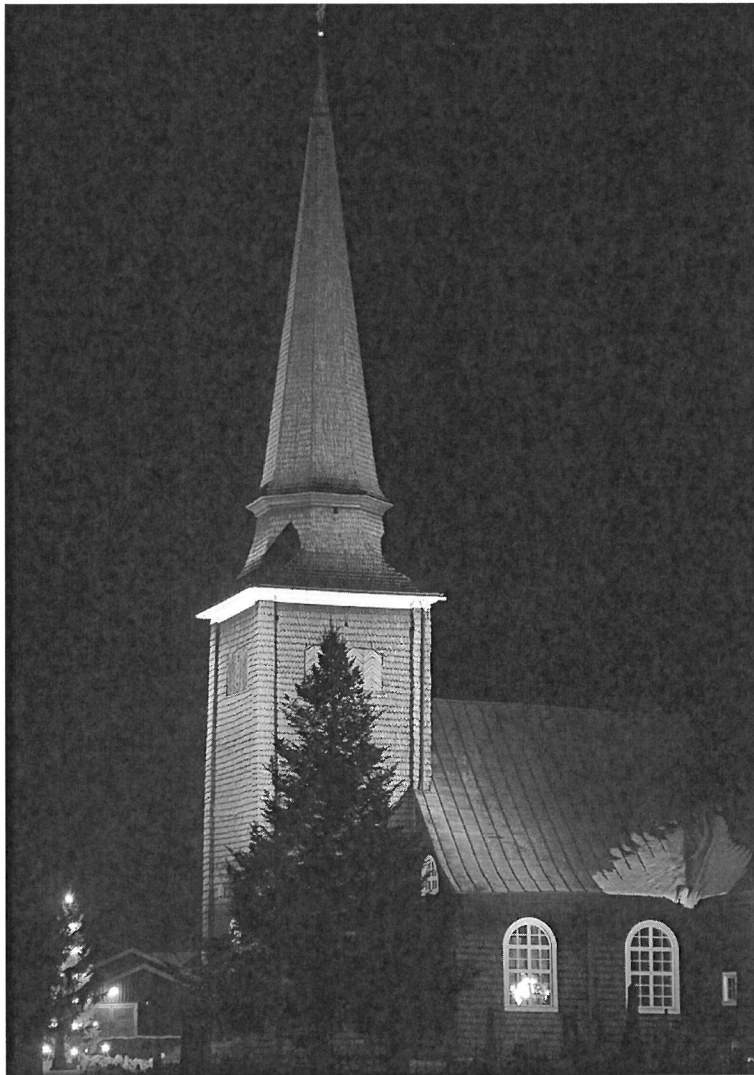


Sáluhlið, fallega upplýst með uppvísandi halógenljóskastara.

## Flóðlýsing og ljóslist

Hönnun á flóðlýsingu er bæði tæknivinna og listræn sköpun. Oft næst tilætlaður árangur ekki fyrr en eftir töluverðar lýsingartilraunir.

Þegar um flóðlýsingu á byggingum er að ræða er ljósið yfirleitt ekki það sem mestu máli skiptir heldur það hvernig byggingin tekur sig út í umhverfinu. Margar byggingar eru um of baðaðar í ljósi og ber þá gjarnan meira á ljósinu en fegurð bygginganna. Í myrku umhverfi er oftast þörf á mjög litlu ljósi. Það gildir til dæmis um kirkjur úti á landsbyggðinni. Aftur á móti þarf ljósið að vera meira ef fjarlægðin milli þess sem lýst er upp og þess sem horfir er mikil. Dökkar byggingar þurfa meira ljós. Gæta þarf þess að afskræma ekki liti o.s.frv.



Flóðlýsing sem dregur vel fram áferð og efni í turninum.

Lýsingunni er ætlað að draga fram form og efni. Þess vegna eru eðlilegir skuggar mikilvægir. Skuggamyndun er undir því komin hvernig ljósinu er beint með tilliti til sjónlínu. Fyrsta skref í hönnun flóðlýsingar er þess vegna að ákvarða hvaðan menn koma til með að horfa á bygginguna. Ljós úr mörgum áttum leysir upp skuggana og gerir það að verkum að formin hverfa. Sívalan turn ætti því ekki að lýsa úr fleiri en þremur áttum.

Stefna ljóssins hefur mikla þýðingu fyrir skynjunina. Nú til dags er algengt að nota innfelld ljós í jörð. Þau lýsa neðan frá og upp á við, en það gefur lýsingu sem getur komið einkennilega fyrir sjónir. Litað ljós og hreyfiljós geta sömuleiðis virkað óeðlilega og verið þreytandi þegar til lengdar lætur. En ef maður veit hvað maður er að gera og er ánægður með útkomuna eiga þessi tilbrigði einnig rétt á sér.

**Ljóslist** er verk listamanns þar sem ljósið leikur aðalhlutverk í sköpuninni. Útkoman er á ábyrgð listamannsins og hlutverk rafvirkjans er fyrst og fremst að leysa öll tæknileg vandamál og sjá til þess að kerfið uppfylli kröfur um rafmagnsöryggi.

## Ljósmæling

Lýsing á að gera okkur kleift að sjá og skynja. Það er nokkuð sem ekki er hægt að mæla með ljósmælitæki. Þess vegna staðhæfa sumir að tilgangslaust sé að mæla lýsingu. Þeir hafa rangt fyrir sér. Það eru skýr tengsl milli lýsingar og sjóngetu. Þetta á sérstaklega við um sjón á smáatriðum. Með of litlu ljósi sjáum við verr en of mikið ljós hefur í för með sér óþörf fjárútlát. Viðmið-unarreglur um lýsingu má segja að séu meðalvegur milli þess sem þarf til þess að sjá vel og á þægilegan hátt og hagkvæmnissjónarmiða sem grundvallast á rannsóknnum og reynslu.

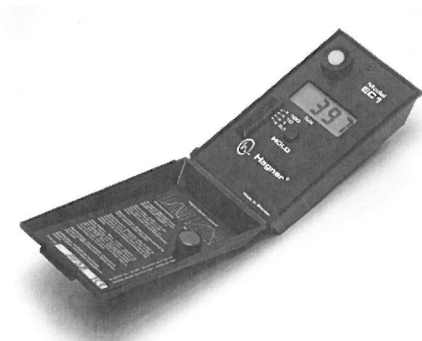
Algeng ástæða fyrir ljósmælingu er sú að maður vill athuga hvort kerfi sé í samræmi við kröfur um birtu samkvæmt ÍST EN 12464-1.

Margar gæðakröfur getum við ekki mælt. Af þeim má nefna glýju og þá vellíðan og örvun sem góð lýsing hefur í för með sér.

Stundum eru kröfur um lýsingu gefnar upp í upp-lýsingunum sem fylgja kaupum á búnaði. Stundum þarf verktakinn sjálfur að velja heppilega lampa og ber jafn-vel ábyrgð á hönnun kerfisins. Til þess að verkkaupinn geti gengið úr skugga um að hann hafi fengið það sem hann pantaði þarf að prófa lýsinguna og mæla.

Þegar lýsingarkerfi eldist minnkar birta þess. Það kemur m.a. til af því að ljósið frá ljósgjöfum minnkar og einnig af óhreinindum. Til þess að hægt sé að ákvarða hvenær tími sé kominn til að skipta um ljósgjafa og hreinsa lampa er æskilegt að mæla birtuna þegar kerfið er nýtt og fylgjast síðan með minnkun ljóssins með því að mæla reglulega eftir það. Þegar birtan hefur minnkað um 20–30% getur verið að komið sé að því að gera hreint og kannski að skipta um ljósgjafa.

Ljósmælingar eru einnig nauðsynlegar þegar stilla á stýrikerfi fyrir jafnbirtu.



Lítill lúxmælir, hentugur til birtumælinga á vettvangi.

## Hvað er hægt að mæla?

Með háþrúðum tækjabúnaði má vissulega mæla marga þætti lýsingar. Í flestum tilfellum lætur maður sér þó nægja að mæla birtuna.

Til þess er notaður lúxmælir. Hann má einnig nota til að meta endurkast. Ljómi er mældur með ljómamæli eða alhliða mæli. Með ljómamæli má einnig mæla ljós-andstæður.

## Lýsing og nákvæmni í mælingum

Við allar mælingar er leitast við að mæla eins nákvæmlega og kringumstæður leyfa. Þrjú atriði er rétt að hafa alltaf að leiðarljósi við allar mælingar: að mæla á réttan hátt, að mæla villulaust og mæla þannig að hægt sé að fara eins að í annað sinn. Þetta gildir að sjálfsögðu einnig við mælingar á lýsingu. Mælingar á lýsingu innihalda oft miklar skekkjur. Ekki er óalgengt að frávik séu allt að 20%.

Ástæðurnar til þessa eru margvíslegar. Í fyrsta lagi vantar reglur um aðferðir við mælingar. Hver hefur sinn háttinn á í þeim efnum. Í öðru lagi geta einföld mælitæki mælt mjög skakkt. Síðast en ekki síst geta mæliniðurstöður orðið rangar fyrir þá sök að menn kasta til höndunum og kunna lítt til verka.

Tveir þættir sem alltaf þarf að taka tillit til er dagsbirtan og ástand kerfisins.

### ***Mæliskekkjur sem eiga rætur að rekja til dagsbirtunnar***

Ef mæla á raflýsingu í herbergi verður að sjálfsögðu að losa sig við áhrif dagsbirtunnar. Einfaldast er að mæla að næturlagi eða seint um kvöld þegar dagsljós er mjög lítið eða ekkert.

Önnur aðferð er að gera tvær mælingar. Fyrst er mælt við dagsbirtu og raflýsingu. Síðan er dagsbirtan eingöngu mæld. Mismunurinn á mælingunum tveim sýnir raflýsinguna.

Dagsbirtan er ekki sérlega stöðug. Ský getur dregið fyrir sólu og hún flyst þar að auki yfir himinhvolfið. Ef dagsbirtan breytist milli mælinganna fær maður mæliskekkju. Ef hluti dagsbirtunnar er stór getur skekkjan orðið stór. Þegar gerð er mismunarmæling er þess vegna æskilegt að draga eins mikið úr dagsbirtunni og hægt er, t.d. með því að draga fyrir gluggana.



### Rekstrarsástand lýsingarkerfis

Með rekstrarástandi er átt við hvort kerfið sé nýtt eða hvort það hafi verið í notkun í nokkur ár, með eða án viðhalds. Ef birtan í tilteknu rými á að vera 500 lúx og það mælast 525 lúx, segir mælingin ekki annað en að birtan uppfylli birtukröfur á því augnabliki sem mælingin er gerð. Ef kerfið er nýtt getur birtan farið undir kjör-gildið á örfáum mánuðum. Ef hins vegar er um gamalt kerfi að ræða sem skortir viðhald geta þrif og peruskipti orðið til þess að birtan fari upp í 800 lúx. Í fyrra tilfellinu er kerfið ekki nógu öflugt en í hinu síðara er möguleiki á því að verða við birtukröfum.

### Mæling á birtu

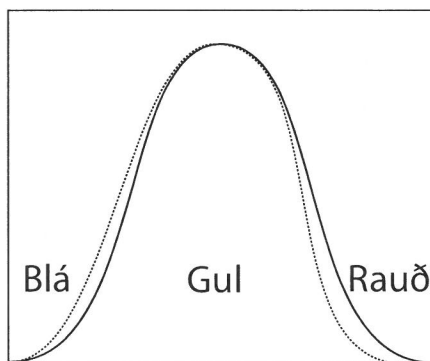
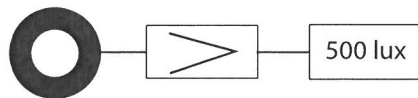
Auðveldast er að mæla birtuna. Þá þarf að gera greinarmun á almennri lýsingu og vinnulýsingu. Við mælinguna þarf maður góðan lúxmæli.

### Lúxmælir

Lúxmælir samanstendur af skynjara, rafeindabúnaði og skjá. Ýmist gefa lúxmælur niðurstöðu með vísun eða á stafrænan hátt. Stafrænir skjáir eru algengastir en þá verður að passa að ofmeta ekki nákvæmni tölustafarunnar.

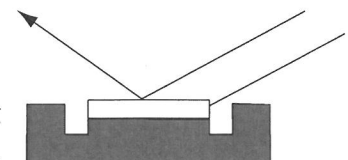
Viðkvæmur hluti lúxmælisins er **skynjarinn**. Hann á að vera úr **kísilmálmi** en þannig skynjarar eru áreiðanlegir. Í einfalda og ódýra lúxmæla er hins vegar oft notað **selen**. Þeir eru óáreiðanlegir og þá verður oft að láta stilla ef menn vilja komast hjá mælingarskekkjum.

Gæði skynjarans ákvarða að miklu leyti nákvæmni lúxmælis. Mikilvægt er að næmi mælisins samsvari áður-nefndri næmikúrfu augans,  $V(\lambda)$ -kúrfunni (sjá bls. 7) Ef sú er ekki raunin, er hætta á mæliskekkjum í dagsljósi og ljósi frá úrhledsluperum. Önnur orsök þess að mælirinn sýnir röng gildi getur verið sú, að ljós sem fellur skáhallt á skynjarann endurkastist í stað þess að mælirinn nemi það. Það leiðir til þess að tækið mælir skakkt ef um er að ræða skáhallt innfallandi ljós.



Ef skynjarinn fellur illa saman við næmikúrfuna sýnir hann skekkjur fyrir aðra ljósgjafa en glóperur. Í þessari skekkju sýnir hann frávik fyrir stuttbylgju- (bláa) og langbylgjugeislun (rauða).

Það er hægt að nema skáhallt innfallandi ljós með ýmsu móti.





Þróaður lúxmælir með laus-tengdum skynjara, mæligilda-vistun og möguleikum á að nota mismunandi skynjara o.fl.

Lúxmæla með selenskyngjara og önnur tæki sem eru notuð í mikilvægar mælingar verður að láta **stilla** á hverju ári. Aðra lúxmæla með kísilskyngjara nægir yfir-leitt að stilla á fimm ára fresti. Tæki sem grunur leikur á um að mæli skakkt á auðvitað að láta stilla strax eða að minnsta kosti bera þau saman við annað tæki.

Að mælir sé rétt stilltur er engin trygging fyrir því að hann sýni rétt gildi. Venjulega eru lúxmælar stilltir miðað við glóljós sem fellur hornrétt. Stillingin á tækinu tekur ekkert tillit til rófnæmis og skáhalls ljóss ef ekki hefur verið sérstaklega óskað eftir að þessi atriði væru tekin með í reikninginn. Prófun og kvörðun á mælitækjum er m.a. gerð af framleiðendum.

## **Mæling á vinnulýsingu**

Vinnulýsing er lýsingin á sjálfvinnusvæðið. Þar sem mælingin á að endurspeglar vinnuáætlaðar þarf sérlýsing, sem kann að vera kveikt á alla jafna við vinnu, einnig að vera í gangi. Á sama hátt ætti sá sem vinnur við þessa lýsingu að vera til staðar því hann getur varpað skugga eða endurkastað ljósi á vinnuflötinn.

Í mælingunni eru mældir nokkrir punktar á vinnusvæðinu og meðalgildið af þeim tekið. Stundum eru fleiri vinnusvæði á sama vinnustað. Þá þarf að mæla hvert þeirra sérstaklega.

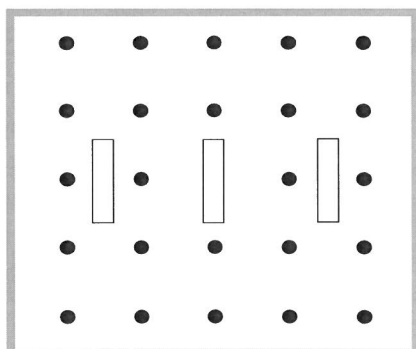
Þegar vinnulýsing er mæld er skynjarinn settur á vinnuflötinn. Ef unnið er á hallandi eða lóðréttum fleti verður skynjarinn að halla eins.

## **Mæling á almennri birtu**

Almenn birta er meðalgildi birtu í herbergi eða vinnurými. Ekki skal reikna sérlýsingu með í mælingunni. Á meðan mælt er verður að slökkva á skrifborðslömpum og öðrum vinnulömpum. Mælingin gengur þannig fyrir sig að birtan er mæld í fleiri punktum í rýminu og síðan er meðalgildi þeirra reiknað.

Almenn birta er venjulega höfð jöfn. Í miðju rýmisins á hlutfallið milli lægsta og hæsta gildis ekki að vera undir 0,7.

Almenna birtu á að mæla lárétt 0,85 m yfir gólfhæð. Það er góð aðferð að koma mælitækinu eða skynjaranum fyrir á statífi og flytja það frá einum mælipunkti á annan.



Mælipunktarnir eiga að vera fleiri en lampafjöldinn og þannig staðsettur að þeir falli ekki saman við staðsetningu lampa.

Þegar gildið er lesið af verður maður að sjá til þess að ekki sé skyggt á skynjarann eða að ljós endurkastist á hann.

Fjöldi mælipunkta og staðsetningu þeirra þarf að velja þannig að sumir þeirra lendi undir lömpunum og aðrir á milli þeirra. Þannig fæst hvað áreiðanlegust mæliniðurstaða. Fjöldi mælipunkta má ákvarða með því að reikna út rúmvisinn og sækja síðan punktafjöldann í töfluna hér við hliðina. Á bls. 74 er því lýst hvernig reikna á út rúmvisi.

Rúmvisir	Fjöldi mælipunkta
$k < 1$	4
$1 \leq k < 2$	9
$2 \leq k < 3$	16
$3 \leq k$	25

Hæfilegur fjöldi mælipunkta miðað við rúmvisi.

Almenn lýsing er mæld og reiknuð út í tómunum rýmum. Þó verður reyndin oftast sú að mæla þarf þar sem húsgögn eru. Mælipunktar sem lenda á háum húsgögnum eru þá ekki hafðir með þegar meðalgildið er fengið.

Þegar meðmælt gildi fyrir birtu í almennri lýsingu er borið saman við niðurstöður úr mælingunni má mælgildið ekki vera meira en 10% lægra en meðmælt gildið. Einnig verður að reikna út rekstrargildið, en það á að vera milli 50 og 80% af nýgildi.

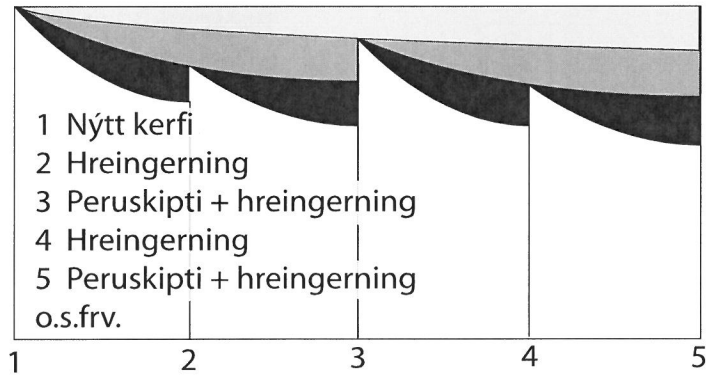


Alhliða ljósmælir sem hægt er að mæla með bæði ljóma og birtu.

## Mæling á ljóma

Það er erfiðara að mæla ljóma en birtu. Til þess er notaður ljómamælir. Hann er notaður eins og myndavél og er beint að þeim fleti sem mæla á. Ljómi flatar fer eftir birtu, endurkasti, ljósstefnu og sjónstefnu. Þess vegna verður að koma ljómamælinum fyrir í sjónstefnunni og beina honum samkvæmt henni. Rétt er að láta reyndan ljóstækniþræðing um ljómamælingar.

- Óhreinkun rýmis
- Ljósryrnun ljósgjafa
- Óhreinkun á ljósgjöfum og lömpum



## Viðhaldsmælingar

Til þess að geta áætlað hvernig og hvenær viðhald á lýsingarkerfi skuli fara fram, er rétt að mæla kerfið í nokkrum punktum á nokkurra mánaða fresti. Þegar birtan er komin niður í 50 (óhreinlegur iðnaður) til 70% (skrifstofur, skólar, verslanir og hreinlegri framleiðsla) af nýgildi borgar sig yfirleitt að gera hreint og skipta um ljósgjafa.

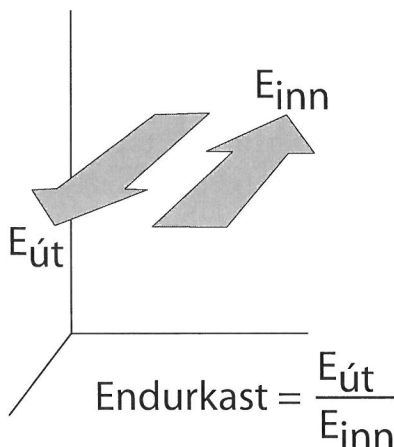
Byrjað er á því að mæla kerfið á meðan það er nýtt. Mælið á fleiri punktum og haldið nákvæma skrá. Endurtakið síðan mælinguna á ársfjórðungs- eða misserisfresti.

Það er mikilvægt að mæla fleiri punkta. Ef einn ljósgjafi eyðileggst og maður hefur aðeins mælt undir honum er öll mælingaröðin ónýtt.

## Mæling á endurkasti

Endurkastsstuðull rýmisflatanna er þáttur sem notaður er í útreikningum á birtu. Það getur reynst erfitt að meta endurkastið. Með lúxmæli má fá einfalt mat á því. Forsendan er auðvitað sú að fletirnir séu þegar til staðar og að þeir séu nokkurn veginn jafnt lýstir. Endurkast þeirra verður einnig að vera dreifið.

Byrjið á því að mæla birtuna í einum punkti á veggnum. Mælið síðan birtuna í 30–50 m fjarlægð frá veggnum. Hlutfallið milli endurkastaðrar og innfallandi birtu gefur vísbendingu um endurkast veggjarins.



# Orðaskrá

Akrýl	63	Heilaköngull	5
Almenn lýsing	14	Heitræsing	58
Andstæðuminnkun	16	Hengiljós	65
Andstæðumyndun	16	High Efficiency	45
Ábyrgð framleiðenda	92	High Output	45
Birta	9	Hitaflúrípúr	46
Birtujöfnun	99	Hliðlýsandi ljóstrefjar	114
Byggingarreglugerð	20	Hlífðarhorn, sjá skermunarhorn.	
BZ-aðferðin	72	Hlífðarspennir	42
CE-merking	67	Hljóðskynjun	98
DALI	102	Iðnaðar- og verksmiðjulampar	65
DIALux	84	Innrauð geislun	6
Edisonsökkull	33	Innrauð skynjun	96
EIB	105	Innrauður skynjari, óvirkur	96
EMAS	90	ISO 14001	90
EMC-vottun	67	Ísogað ljós	62
Endingarbetri perur	32	ÍST EN 12464-1	20
Endurkast	62	Keramísk málmhalógenpera	51
Endurkastsstuðull	62	Kertaperur	34
EULUMDAT	84	Kísilskynjari	129
Fasvikspéttir	54	Kryptonperur	34
Flóðlýsing	125	Kúluperur	34
Flúrperur	48	Kvikasilfurperur	50
Flúrípúr	44	Langbandagrindur	61
Gegnför	62	Lágljómahlífar	63
Geislun	6	Lágbrýsti-natríumperur	52
Glóperur	31	Lágbrýstiperur, halógen	41
Glýja	11	LED	108
glýja, óþæginda-	11	Litarhitastig	28
glýja, sjóndeyfi-	11	Litbrigði	28
Glýjustuðull	12	Litlar flúrípúr	49
Glærar glóperur	33	Ljómamælir	131
Götu- og veglýsing	20	Ljómi	9
Hagrænn endingartími	26	Ljós og rými	21
Halógenlóperur	36	Ljósamedferð	5
Hábrýsti-natríumpera	52	Ljósdióður	108
Hefðbundnar straumfestur	54	Ljósdreifing í skaut- eða pólríti	64

# Lýsingartækni

---

Ljósgeði	10	Selenskynjari	129
Ljóslist	126	Sjóndeyfigljá	11
Ljósmyndunarperur	32	Sjónsköpunarforrit	85
Ljósnýtni	8, 27	Skermunarhorn	62
Ljósstreymi	8, 27	Skrúfsökkull	33
Ljósstyrkur	8	Spegilperur	34
Ljósstýring	100	Speglandi glýjuhlífar	63
Ljósleiðaratækni	112	Staðlar fyrir lýsingu á vinnustöðum	20
Ljóstvistar, sjá ljósdíóður.		Stungusökkull	33
Lonworks	105	Stýren	63
Lúxkúrfa	80	T5 flúrpípur	44
Lúxmælir	129	Tengibúnaður	53
Lýsandi endar	114	Titringsþolnar perur	32
Lýsandi hliðar	114	Toppspegilperur	34
Lýsingarstyrkur, sjá birta.		Transistordeyfir	101
Mattar glóperur	33	Týristordeyfir	101
Málmhalógenperur	51	Tækjastilling	130
Málmhúðað plast	63	Umferðarlýsing	121
Meðalendingartími	25	UV-stop/block	41
Melatónín	5	Úrhleðsluperur	50
Merkjaperur	32	Útfjólublá geislun	6
Miro	63	Útidyr ljós	118
Mjúktónaperur	34	V( $\lambda$ )-kúrfan	7
Myndtákn	106	Varnarflokkar	67
NB-aðferðin	72	Vegglampi	66
Neyðarlýsing	106	Venjulegar glóperur	32
Niðurljós	66	Viðhaldsstuðull	74
Nytstuðull lýsingar	73	Vinnulýsing	14
Nytstuðulsáðferðin	72	Vinnuverndarlög	20
Næmi augans	7	Virk glýjuvörn	63
Ofbirta, sjá glýja.		Volfram	31
Óvirk glýjuvörn	61	White life	26
Óþægindagljá	11		
Perur úr pressuðu gleri	35		
Prismaplötur	63		
Punktaðferðin	76		
Punkt ljós	66		
Rafeindastraumfestur	55		
Rafsegulspóla	54		
Rafsegulstraumfestur	54		
R <sub>a</sub> -stig	30		
Rekstrarbúnaður	53		
Rekstartími	25		
Relux	83		
Rúmvisir	73		
Ræsibúnaður	53		
Ræsir	54		



# Athugasemdir

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



Góð lýsing er mikilvægari en flestir gera sér grein fyrir. Ljósfræði, lýsingartækni og hönnun góðrar lýsingar eru hrífandi greinar. Í þeim sameinast stærðfræði, eðlisfræði, lífeðlisfræði, tækni, sálfræði og fagurfræði á áhrifamikinn hátt.

Góð lýsing eykur gæði og afköst í allri vinnu og stuðlar jafnframt að vellíðan og öryggi á öllum sviðum.

Þessi kennslubók í lýsingartækni er sérstaklega ætluð verðandi rafvirkjum en kemur væntanlega ýmsum öðrum að gagni. Má þar nefna ráðgjafa, hönnuði, tæknimenn og arkitekta sem fást við verkefni þar sem góð lýsing skiptir máli.

IÐNÚ

ISBN- 13 978-9979-67-180-0



9 789979 671800