

## 21. VALAISTUSTEKNIikka

### 21.1. Peruskäsitteet ja -suureet

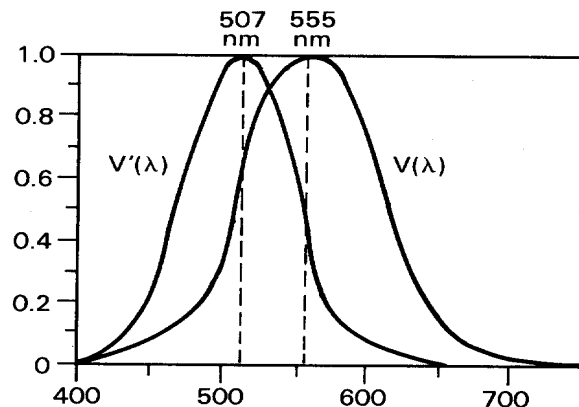
#### Näkyvä säteily - valo

Sähkömagneettinen säteily voidaan jakaa mm seuraaviin allonpituusalueisiin

Ultraviolettisäteily	Näkyvä säteily-valo	Infrapunasäteily
UV-C 100-280 nm	380-435 nm violetti	IR-A 800-1400 nm
UV-B 280-315 nm	435-500 nm sininen	IR-B 1400-3000 nm
UV-A 315-400 nm	500-566 nm vihreä 565-600 nm keltainen	IR-C 3000-10000 nm
1 nm = 10 <sup>-9</sup> m	630-780 nm punainen	1 μm = 1000 nm

#### Silmän suhteellinen herkkyytluku

Kuva 21.1a esittää silmän suhteellisen herkkyytkäyrän  $V(\lambda)$  eli ,kuinka normaalisilmän tappi- eli päivänäkemisen solut painottavat eri taajuuksien säteilyn valoistimuksen voimakkuutta määrittäessä. Herkkyyden maksimi on aallonpituuden 555 nm kohdalla. Hämäränäkemisessä (sauvasolut) käyrämuoto  $V'(\lambda)$  on samantyylinen maksimin ollessa 507 nm kohdalla.



KUVA 21.1 a. Silmän suhteellinen herkkyytkäyrä aallonpituuden funktiona.

#### Valovirta

Yksikkö: lumen [lm]

Valovirta  $\Phi = K_m \sum V_\lambda \Phi_{e\lambda}$ , jossa  $\Phi_{e\lambda}$  on hyvin kapealle (käytännössä 3-10 nm) aallonpituuskaistalle sattuva säteilyteho watteina.  $V_\lambda$  on suhteellinen silmänherkkyytluku tämän aallonpituuskaistan keskellä olevan aallonpituuden  $\lambda$  kohdalla sekä  $K_m$  vakio, jonka arvo on 680 lm/W.

#### Valovoima

Yksikkö: kandela [cd]

Kuvan 21.1b esittämän pallon keskipisteeseen oletetaan pieni pistemäinen (kaikkiin suuntiin samalla tavoin säteilevä) valonlähde. Sen säteillä kuvaan merkityn 1 steradianin [sr] suuruiseen avaruuskulmaan 1 lm valovirran on valonlähteellä kaikkiin suuntiin vakio valovoima 1 cd. Keskimääräinen valovoima  $I$  kandeloina tiettyyn avaruuskulmaan  $\omega$  steradiaaneina on  $I = \Phi / \omega$ , jossa  $\Phi$  on tuohon avaruuskulmaan säteily valovirta lumeneina.

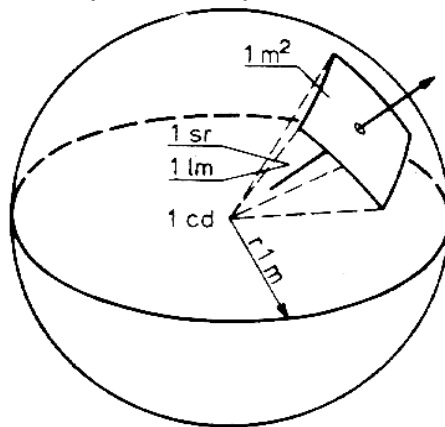
## Valonjakokäyrä

Valonlähteen (lamppu tai valaisin) valovoiman jakautumaa tietyssä tasossa esitetään valonjakokäyrän muodossa. Käyrä muodostuu valonlähde keskipisteenä piirretyistä valovoimavektoreista. Valonjakokäyristä muodostuu valonjakopinta, joka kuvaa valovoiman avaruusjakautumaa. Yleisimmin käytetty on CIE:n C- $\gamma$ -järjestelmän mukainen tasoesitys, jossa C-taso kuvaa leikkausta valonjakopinnasta ja  $\gamma$ -kulma valovoimavektorin kulmaa valoaukon normaaliin verrattuna. Valonjakokäyrä esitetään yleensä suhteellisenä [ $\text{cd}/\text{klm}$ ] valonlähteen tuhatta lumenta kohden.

## Valaistusvoimakkuus

Yksikkö: luks [lx]

Tietyn pinnan keskimääräinen valaistusvoimakkuus  $E$  lukseina on sen kaikista suunnista saama valovirta  $\Phi$  lumeneina jaettuna pinnan alalla  $A$  neliömetreinä.  $E = \Phi / A$ . Kuvassa 21.1b valoa heijastamattoman pallon sisäpinnan valaistusvoimakkuus on 1 lx.

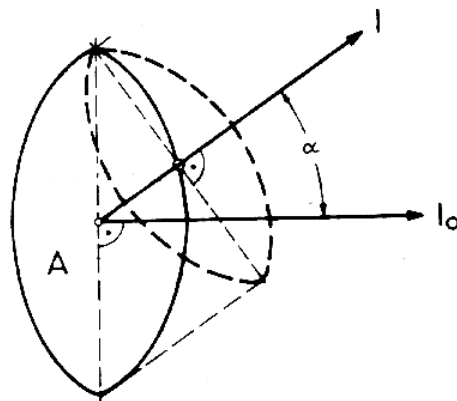


KUVA 21.1b. Valovoiman ja valaistusvoimakkuuden määritelmään liittyvä piirros.

## Luminanssi

Yksikkö: kandela/neliometriä kohti [ $\text{cd}/\text{m}^2$ ]

Valoa lähettävän rajallisen pinnan luminanssi  $L$  [ $\text{cd}/\text{m}^2$ ] suuntaan on pinnan tulosuuntainen valovoima  $I$  (cd) jaettuna pinnan projektiolla ( $\text{m}^2$ ) tätä suuntaa vastaan kohtisuorassa tasossa:  $L = I / A \cos \alpha$ , kuva 21.1c.



KUVA 21.1c. Luminanssin määritelmään liittyvä piirros.

## Heijastumissuhde

Heijastumissuhde  $\rho$  on pinnalta heijastuneen valovirran suhde sille saapuneeseen valovirtaan.

## Läpäisysuhde

Läpäisysuhde  $\tau$  on kappaleen läpäisseen valovirran suhde sille saapuneeseen valovirtaan.

## Valotehokkuus

Säteilyn valotehokkuus  $lm/W$  on valovirran ja sen tuottamiseen kuluneen säteilytehon suhde.

## Väriämpötila

Valonlähteen värilajin määrittämiseen käytetään käsitteitä väriämpötila ja ekvivalenttinen väriämpötila. Parhaiten väriämpötila-käsite soveltuu hehkuvalonlähteiden värimäärittämiseen, sillä määritelmä perustuu mustan kappaleen (kappale, joka imee kaiken siihen sattuvan säteilyn tämän aallonpituudesta ja polaroitumisesta riippumatta) l. Planckin säteilijän ominaisuuksiin, joita hehkulanka-aineiden ominaisuudet myös suunnilleen noudattavat. Purkauslamppuille voidaan määrittää sen sijaan ekvivalenttinen väriämpötila. Väriämpötila  $T$  ilmoitetaan Kelvin-asteina.

## Värintoistoindeksi

Käytännön valaistustekniikassa käytetään yleistä värintoistoindeksiä eli  $R_a$  -indeksiä. Laskentamenetelmä on valittu siten että lämmin valkea loistelamppu saa arvon 50 ja hehku-lamppu arvon 100. Kahdella valonlähteellä saattaa olla sama  $R_a$  -indeksi, mutta spektrin koostumukset ja siis myös värintoistot ovat erilaiset. Yleistä värintoistoindeksiä esitettäessä tulisikin mainita mitä valonlähdettä on käytetty vertailuvalonlähteenä. Mitä suurempi  $R_a$  -indeksi sitä parempi värintoisto.

## 21.2. Peruslaskukaavat

### Hyötysuhdemenetelmä

Hyötysuhdemenetelmällä voidaan laskea huoneen keksimääräinen valaistusvoimakkuus

$$E = \frac{\eta \cdot \beta \cdot n \cdot \emptyset}{A}, \quad (1)$$

- jossa
- $E$  = keskimääräinen valaistusvoimakkuus työtasolla [ $lx$ ],
  - $\eta$  = valmistajan ilmoittamista valaisinten hyötysuhdetaulukoista (joko BZ- tai uudempien NB-taulukoiden) saatava valaistuksen kokonaishyötysuhde,
  - $\beta$  = valaistuksen alenemakerroin,
  - $n$  = valaistusasennuksen valaisinten lukumäärä [kpl],
  - $\emptyset$  = yhden valaisimen lamppujen yhteenlaskettu valovirta [ $lm$ ] ja
  - $A$  = valaistavan huoneen pinta-ala [ $m^2$ ].

Valaistuksen kokonaishyötysuhde on riippuvainen huoneen mitoista ja sen seinä-, katto- ja lattiapintojen heijastumissuhteista. Katso esimerkkitaulukko 21.2a. Huoneen mittojen vaikutus otetaan huomioon huoneindeksin avulla.

$$\text{Huoneindeksi } k = \frac{l \cdot b}{h_m \cdot (l+b)}, \quad (2)$$

jossa  $l$  = huoneen pituus [ m ],  
 $b$  = huoneen leveys [ m ],  
 $h_m$  = valaisimen etäisyys työtasosta [ m ].

Taulukossa 21.2a on esitetty tyypillisen matalaluminanssihäikäisysojalla varustetun toimistovalaisimen 2 x 58 W ( 2 x 36 W ) NB-taulukkotiedot, joita käytetään hyötysuhdemenetelmän yhteydessä.

Taulukko 21.2a. Valaisimen NB-taulukkotiedot.

Valaisin:	Asea Skandia Roundline MAXI 8010/258-60								
Valonlähteet:	2x58W								
Valaiseva pinta-ala:	2870 cm <sup>2</sup>								
Valovirta: ylös/alas/1000 lm	0/625								
Hyötysuhde:	63 %								
HEIJASTUMISSUHDE									
Katto	0,7	0,7	0,7	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3	0
Seinät	0,5	0,3	0,1	0,5	0,3	0,1	0,5	0,1	0
Lattia/työtaso	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0
Huoneindeksi	VALAISTUSHYÖTYSUHDE %								
k = 0,60	32	28	25	32	27	24	27	24	23
0,80	40	35	32	39	35	32	34	32	30
1,00	45	41	38	44	40	38	40	37	36
1,25	50	46	43	49	45	43	44	42	40
1,50	54	50	47	52	49	46	48	45	44
2,00	58	55	52	56	53	51	52	50	48
2,50	61	58	55	59	56	54	55	53	51
3,00	63	60	58	60	58	56	57	55	53
4,00	65	63	61	63	61	59	59	58	55
5,00	66	65	63	64	63	61	60	59	56
VALAISTUSVOIMAKKUUDEN TASAISUUS JA VALAISINETÄISYYDET									
R (n. 70 %) s/h <sub>m</sub> (max)	Tasaisuus = 73 % poikittain 1,6 pitkittäin 1,2			Tasaisuus = 66 % poikittain 1,7 pitkittäin 1,3					
KIUSAHÄIKÄISY									
Katsesuunta valaisimiin nähtäen	Luokka	Valaisin kohtainen korjaus, b <sub>a</sub>			S/h <sub>m</sub>		Vaihtelu		
Poikittain	BK1	18 W:			1,0		+2,3 / -7,1		
		36 W: -11,5			1,5		+4,0 / -13,6		
		58 W: -14,8			2,0		+5,9 / -20,0		
Pitkittäin	BK1	18 W:			1,0		+1,3 / - 2,0		
		36 W: - 8,1			1,5		+1,8 / - 4,4		
		58 W: -11,9			2,0		+ 3,3 / - 7,3		

## Pistemenetelmä

Pistemenetelmä soveltuu parhaiten ulkotilojen suunnitteluun, mutta on myös käyttökelpoinen sisävalaistuksessa kun huoneen pintojen heijastumia ei huomoida. Useimmat valaistuslaskentaohjelmat perustuvat sekä pistemenetelmään että hyötysuhdemenetelmään.

Laskentaetäisyyteen nähden pistemäiseksi oletetun yksityisen valaisimen tiettyyn tasoon T sen tiettyyn pisteeseen P suoraan säteilemä valaistusvoimakkuus saadaan kaavasta

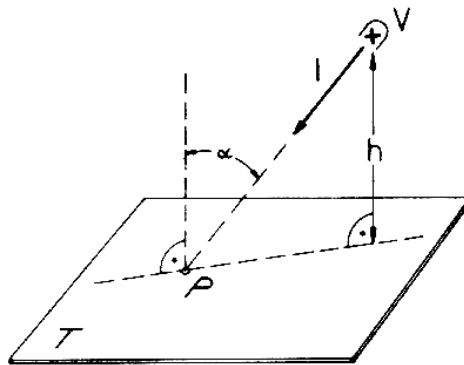
$$E_{PT} = \frac{I \cdot \cos^3 \alpha}{h^2}, \quad (3)$$

jossa  $E_{PT}$  = paikallinen valaistusvoimakkuus [lx] tasossa T, joka yleensä on joko horisontaali- tai vertikaalitaso,

$I$  = valaisimen valovoima [cd] kuvaan 21.2 b merkittyyn suuntaan,

$\alpha$  = valon tulokulma valaisimesta V laskentapisteeseen P ja

$h$  = valaisimen etäisyys laskentatasosta P.



KUVA 21.2a. Pistemenetelmään liittyvä piirros.

## ATK-ohjelmat

Valaistuksen laskemiseen on kehitetty useita ohjelmia, jotka poikkeavat toisistaan lähinnä käyttömukavuutensa (valikot) ja tulostusten (grafiikka) mukaan. Sisä- ja ulkovalaistus erotellaan yleensä omiksi ohjelmikseen. Ohjelmat on kehitetty normaaliin PC- ympäristöön joko DOS- tai Windows-pohjaisiksi.

SKANLUX-sisävalaistusohjelma sisältää hiirikäyttöisen valikkopohjaisen rakenteen ja soveltuu useimpien kohteiden suunnitteluun. Tietokantaan perustuva rakenne antaa paljon esitietoja suunnittelun helpottamiseksi.

BERCAN-tievalaistusohjelma kattaa perussuunnittelussa tarvittavat ominaisuudet.

VALKEUS (NB) - ja TIE - ohjelmat ovat Suomen Valoteknillisen seuran kehittämät ohjelmat, joihin useimmat valaisinvalmistajat toimittavat valaisinlähtötiedot disketillä.

## 21.3. Valaistussuositukset

### Sisävalaistussuositukset

Suomen Valoteknillisen Seuran julkaisussa nro 9/1986 on esitetty laajat suositukset eri tiloihin. Tiivistettynä valaistussuositukset voidaan esittää taulukon 21.3 a mukaisesti. Taulukon arvot ovat yleisvalaistuksen arvoja, jotka perustuvat näkötehtävien vaatimuksiin, näkömukavuuteen, turvallisuuteen, taloudellisuuteen ja käytännön kokemukseen.

Taulukko 21.3a. Eri näkötehtävien vaatimat valaistusvoimakkuudet.

Suosittelava valaistusvoimakkuus (lx)	Tila tai työskentelyolosuhde	Esimerkkejä
20...30...50 50...75...100	Ulkotyöaluiden yleisvalaistus Kulkuväylät, lyhytaikainen oleskelu	
100...150...200	Tilat, joita ei käytetä jatkuvasti työskentelyssä	Eteiset, aulat, käytävät, varastot,
200...300...500	Yksinkertaisten näkötehtävien tilat	Paperikonesalit, maalaamot, karkea kone- ja penkkityö
300...500...750	Kohtuullista tarkkuutta vaativien näkötehtävien tilat	Toimistot, luokahuoneet, laboratoriot,
500...750...1000	Tarkkuutta vaativat näkötehtävät	itsepalvelumyymälät Pankkien asiakaspalvelu, avotoimistot, melko tarkka kone- ja penkkityö mm
750...1000.1500	Suurta tarkkuutta vaativat näkötehtävät	automaattikoneet, valvomot Tarkkuutta vaativa toimistotyö, värintarkastus
1000...1500...2000	Erittäin suurta tarkkuutta vaativat näkötehtävät	Värintarkastus, värinmäärittely, tarkka kone- ja penkkityö, tarkka piirustustyö
1000... 2000...3000	Pitkäaikaiset erittäin vaativat näkötehtävät	Mikroelektronikka, käsinkaiverrus, mikroskointi,

### Kontrasti ja kontrastintoistosuhde

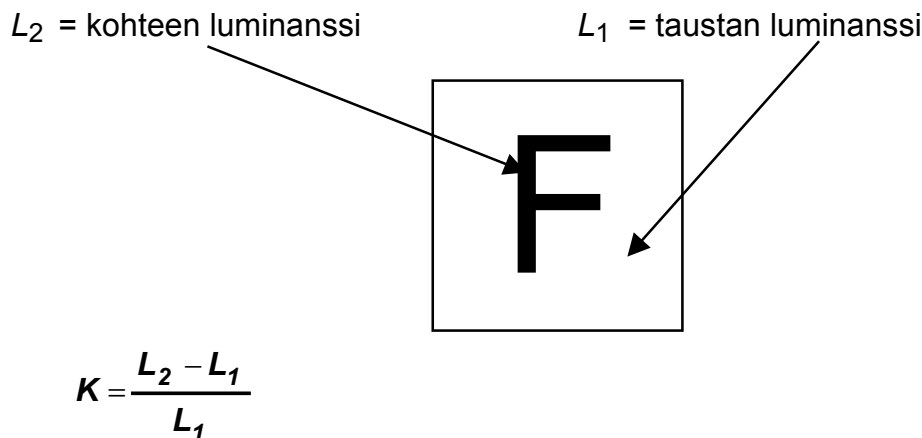
Kontrasti määritellään tavallissti yksityiskohdan luminanssin ja sen taustan luminanssin erotuksen suhteena taustan luminanssiin (kuva 21.3 b)

Kontrastinmuodostuksen hyvyttä arvostellaan kontrastintoistosuhteella *CRF*. Kun kohdetta katsotaan annetusta suunnasta sille määrättyllä paikalla todellisessa ympäristössä ja valaistuksessa, kontrastintoistosuhde on kohteeseen tällöin syntyvän kontrastin suhde siihen teoreettiseen kontrastiin, joka syntyy katsottaessa samaa kohdetta täysin samalla tavoin referenssiympäristössä. Referenssiympäristöksi CIE on valinnut pallon, jonka pinnan jokaisessa pisteessä on sama luminanssi. Yleensä näkökentän pinnat eivät ole täysin hajaheijastavia, joten näkyvyys riippuu valon heijastusominaisuuksista kohteessa, valaistusvoimakkuudesta ja valon suuntauksesta.

*CRF* > 1 Valaistusasennus suuntaa valon kiiltävään näkökohteeseen pääasiassa sivuilta, takaviistosta tai takaa, jolloin luminanssit kiiltokuvastumisvyöhykkeessä ovat pienempiä kuin referenssiolosuhteissa keskimääräisten luminanssien ollessa samat.

- $CRF \approx 1$  Täysin epäsuora valaistus, ympäristön luminanssijakautuma on tällöin lähellä referenssitilannetta.
- $CRF < 1$  Valaistusasennus, jossa valaisimia sijaitsee kiiltokuvastumisvyöhykkeessä ja jossa näiden valaisimien luminanssi on suurempi kuin luminanssi kiiltokuvastumisvyöhykkeessä referenssiolosuhteissa keskimääräisten luminanssien ollessa samat

Käytännössä kontrastitoistosuhteen mittaaminen on hankalaa, joten asian helpottamiseksi on määritetty yksinkertaisempi suure  $CRFR$  eli standardikohteen kontrastitoistosuhde. Tällöin vain kahdella standardipinnalla, joista toisella on standardikohteen yksityiskohdan ja toisella sen taustan heijastumisominaisuudet voidaan suorittaa myös käytännön mittauksia.



KUVA 21.3a. Kontrastin määritelmää havainnollistava piirros.

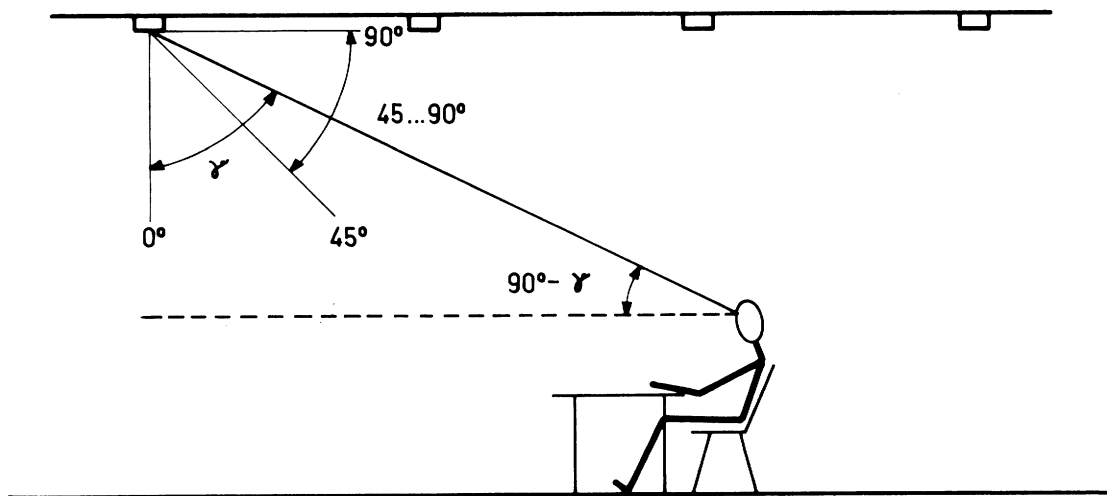
Taulukko 21.3b. Kontrastintoistoluokat.

Kontrastintoistoluokka	Standardinäkökohteen kontrastitoistosuhde	Käyttöalueet lukemisessa ja kirjoittamisessa
1	$CRFR \geq 1,0$	Tilat, joissa pääasiassa käytetään kiiltävää paperia
2	$CRFR \leq 1,0$	Tilat, joissa kiiltävää paperia käytetään vain ajoittain esim. toimistot ja koulut
3	$0,75 \geq CRFR < 0,9$	Tilat, joissa käytetään tavallisesti himmeää paperia kuten koulut ja tietyt toimistot

## Häikäisy ja häikäisyn estäminen

Häikäisy on valaistuksen pahimpia epäkohtia. Häikäisy voidaan jakaa kiusahäikäisyyn ja estohäikäisyyn. Estohäikäisy heikentää näkemistä, mutta ei välttämättä aiheuta epämiellyttävää tunnetta. Kiusahäikäisy taas aiheuttaa epämiellyttävän tunteen, mutta ei välttämättä heikennä näkemistä. Suoraksi häikäisyksi kutsutaan häikäisyä, joka aiheutuu valonlähteen (lampun, valaisimen tai esi m. ikkunan) suorasta näkymisestä. Sisävalaistuksessa kiusahäikäisy on todennäköisempää kuin estohäikäisy. Suoran häikäisyn rajoittamiseen on kaksi keinoa. Valaisimissa voidaan käyttää valoa hajottavia tai taittavia läpäiseviä osia tai sitten

peittäviä valoa läpäisemättömiä häikäisysojia. Tällöin voidaan puhua hajotussuojauksesta tai rajaavasta suojauksesta (kuva 21.3b).



KUVA 21.3b. Suoran häikäisyn kannalta valaisimen luminanssia on rajoitettava kulma-alueella  $\gamma = 45...90^\circ$ .

Suoran kiusahäikäisyn arvostelemiseksi on käytetty mm. IES-häikäisyindeksiä, joka voidaan määrittää joko vanhalla BZ- tai uudella NB-menetelmällä.

Taulukko 21.3c. IES-häikäisyindeksi.

IES-häikäisyindeksi	Tilat ja tehtävät
13...16	Mittakojeiden valmistus, kellosepät, jalokivityö, museot, taidenäyttelyt, toimistot, joissa suoritetaan vaativia näkötehtäviä, maisematoimistot, näyttöpäätetyö
16...19	Tavallinen toimistotyö, luokahuoneet, asiakaspalvelutilat (pankit, vakuutusyhtiöt), erittäin tarkka teollisuustyö
19...22	Tarkka teollisuustyö, myymälät, tavaratalot
22...25	Tavallinen karkea teollisuustyö, konehallit
25...28	Raskas teollisuus

NB-tilakotiedoissa (taulukko 21.2a) oleva BK-luokka antaa sellaisenaan likimääräisen tiedon häikäisysojauksen tasosta. Mitä pienempi BK-luokka sitä parempi häikäisysojauks.



## Värintoisto

Taulukko 21.3d. Värintoistoluokka ja värintoisto-ominaisuudet.

Värintoisto- luokka	Värintoisto- ominaisuudet	Värivaiku- telma	Käyttökohteita	
			Suosittelava	Hyväksyttävä
1A	$R_a \geq 90$	Lämmin Neutraali Kylmä	Värintarkastus, graa- finen teollisuus, teks- tiiliteollisuus, tutki- musvalaistus sairaa- lat, taidegalleriat	
1B	$80 \leq R_a < 90$	Lämmin Neutraali	Asunnot, hotellit, ra- vintolat, myymälät, toimistot, koulut, sairaalat	
		Neutraali Kylmä	Graafinen teollisuus, tekstiiliteollisuus, vaativa teollisuustyö	
2	$60 \leq R_a < 80$	Lämmin Neutraali Kylmä	Hieno teollisuustyö, urheiluhallit	Toimistot, koulut, tavaratalot, myymälät, vaativa teollisuustyö
3	$40 \leq R_a < 60$	Lämmin Neutraali Kylmä	Useimmat teollisuus- työtilat, varastot	Toimistot, koulut tavaratalot, myymälät, hieno teollisuustyö, urheilutilat
4	$20 \leq R_a < 40$	Lämmin Neutraali Kylmä		Karkea teollisuustyö, varastot, lastauslaiturit

### Ulkovalaistussuositukset

Ulkovalaistus voidaan jaotella aukiovalaistukseen, tie- ja katuvalaistukseen ja puisto- ja julkisivuvalaistukseen.

#### Aukiovalaistus

Aukiovalaistus liittyy usein ulkotyöalueiden valaistukseen. Pysäköintialueet, ratapihat ja tehdasalueet toteutetaan useimmiten valonheittimillä. Urheilualueiden valaistus on erikoisvaatimuksineen vaativimpia aluevalaistuskohdeita. Taulukoissa 21.3e ja f on esitetty ulkotyö-alueiden ja yleisempien urheilutilojen valaistussuositukset.

Taulukko 21.3e. Ulkotyöalueiden valaistussuositukset.

Näkötehtävä		Valaistusvoimakkuus	Tasaisuus
		$E_{hor} (lx)$	$E_{min} : E_{ka}$
Luokka	Tyypillinen esimerkki		
<b>Turvallisuus</b>			
Alhainen riski	Teolisuusvarastot, satunnainen liikenne	5	1:7
Keskimääräinen riski	Konttiterminaalit, säännöllinen liikenne	20	1:4
Suuri riski	Öljynjalostus, sähköasemat, kaasuasemat	50	1:2,5
<b>Liikenne</b>			
Jalankulku	Vain henkilöliikenne	5	1:7
Hitaat kulkuneuvot	Trukkiliikenne	10	1:4
Normaali liikenne	Konttiterminaalit ja vastaavat	20	1:2,5
<b>Työskentely</b>			
Erittäin karkea työ	Kaivuu, rakennustyömaiden yleisvalaistus	20	1:4
Karkea työ	Puunkäsittely	50	1:4
Normaali työ	Muuraus, rakennustyöt	100	1:2,5
Tarkka työ	Maalaus, sähkötyöt	200	1:2

Taulukko 21.3f. Urheilutilojen valaistussuosituksia.

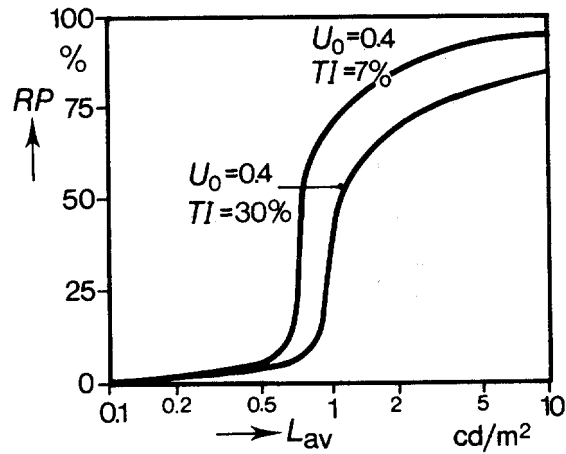
Urheilulaji	Taso	E (lx)	$E_{min}/E_{max}$	$E_{min}/E_{ka}$	$R_a$	T	Ryhmä
Jalkapallo	Harjoittelu	100					B
	Kansainväl. kilpailu	500	0,5	0,7	65	4000	
	Televisiointi $E_{vert}$	700					
Jääkiekko	Harjoittelu	300	0,4	0,6	65	4000	B
	Kilpailu	600	0,5	0,7	65	4000	
	Kansainväl.kilpailu	800	0,5	0,7	65	4000	
Sulkapallo	Harjoittelu	300	0,4	0,6	65	4000	B
	Kilpailu	600	0,5	0,7	65	4000	
	Kansainväl.kilpailu	800	0,5	0,7	65	4000	
Voimistelu	Harjoittelu	300	0,4	0,6	65	4000	B
	Kilpailu	400	0,5	0,7	65	4000	
	Kansainväl.kilp.	600	0,5	0,7	65	4000	
Tennis Sisätilat	Harjoittelu	500	0,4	0,6	65	4000	B
	Kilpailu	750	0,4	0,6	65	4000	
	Kansainväl.kilpailu	1000	0,4	0,6	65	4000	
Tennis Ulkotilat	Harjoittelu	250	0,4	0,6	60	2000	
	Kilpailu	500	0,4	0,6	65	4000	
	Kansainväl.kilpailu	750	0,4	0,6	65	4000	

### Tie- ja katuvalaistus

Tärkeimmät laatutekijät tievalaistuksessa sekä näkökyvyn että näkömukavuuden kannalta ovat: Luminanssitaso, luminanssin tasaisuus, häikäisyesto, valonlähteen spektri ja visuaalinen ohjaus. Tarkemmat tiedot esim. Tievalaistuksen käsikirja / Tielaitos 91.

Tie- ja katuvalaistuksessa käytetään tällä hetkellä Tielaitoksen ja Sähkölaitosyhdistyksen suosituksia, josta esimerkkinä taulukot 21.3g ja 21.3h.

Tievalaistus suunnitellaan luminanssilaskelmalla, jolloin tiepäällysteen ominaisuuksilla on merkittävä vaikutus lopputulokseen. Yleisimmin Suomessa käytetyt päällysteet ovat CIE:n kuivapäällyste R2 ja märkämäällyste W3. Tie- ja katuvalaistus on iso energiankuluttaja, joten valotehokkuudeltaan suuret valonlähteet ovat saaneet merkittävän aseman käytössä. Suurpainenaatriumlamppu on yleinen valonlähde pääväylillä ja elohopealampun käyttö rajautuu lähinnä sivuteille, puistoihin ja kevytliikenneväylille.



KUVA 21.3c. Havaitsemistodennäköisyyden  $RP$  riippuvuus keskimääräisestä luminanssista.

Taulukko 21.3g. Autoliikenteen valaistusluokat.

Valaistusluokka	Luminanssi			Häikäisy		Valaistusvoimakkuus		
	Keskiarvo $L_m$ $cd/m^2$	Tasaisuus		Kiusa	Esto	Keskiarvo $E_m$ $lx$	Ajouradan ulkopuolella $E_{min}$ $lx$	Tasaisuus $U_o$
		$U_o$	Pitkittäis $U_l$	G	TI %			
A1	$\geq 2,0$	$\geq 0,4$	$\geq 0,6$	$\geq 5$	$\leq 8$	$\geq 30$	$> 10$	$\geq 0,4$
A2	1,5	0,4	0,6	5	10	20	7	0,4
A3	1,0	0,4	0,6	5	10	15	4	0,4
A4	1,0	0,4	0,4	4	15	15	4	0,4
A5	0,5	0,4	0,4	4	20	10	2	0,4

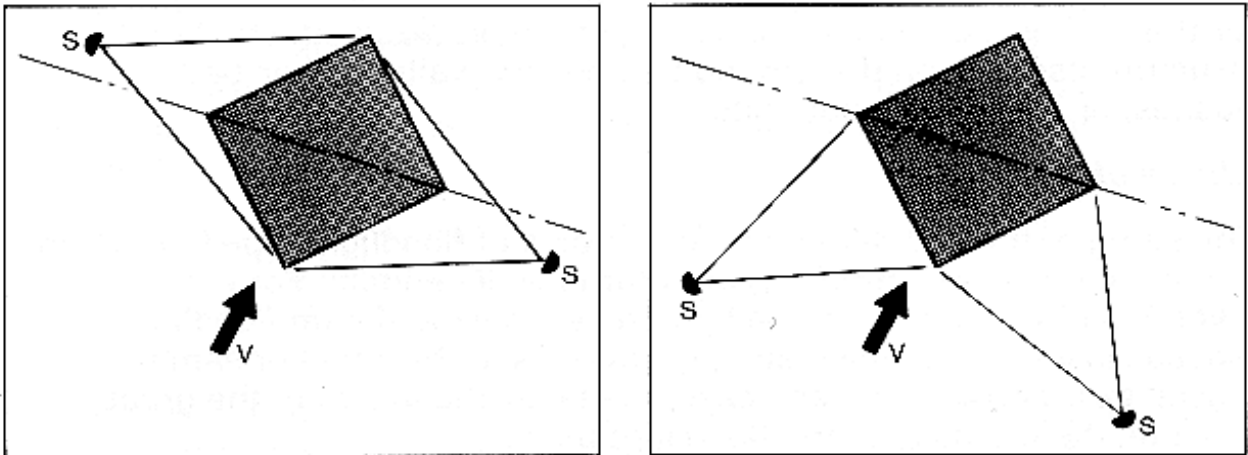
Taulukko 21.3h. Kevytliikenteen valaistusluokat.

Valaistusluokka	Valaistusvoimakkuus						Kiusahäikäisy puistovalaisimia käytettäessä	
	Vaakataso		Puolisylinteri		Puolipallo			
	$E_h$ (lx)		$E_{sc}$ (lx)		$E_{hs}$ (lx)			
	Keskiarvo	min.	Keskiarvo	min.	Keskiarvo	min.		
K1	20	3	10...16	2,7	8...1	2	H(m)	$LA^{0,25}$
K2	15	3	8...12	2,7	6...9	2	$< 4,5$	$< 3000$
K3	10	3	6...8	0,8	3...5	2	4,5...6	$< 4000$
K4	5	1	2...5	0,8	1...2	0,6	$> 6$	$< 5000$
K5	2	0,3	1...2	0,8	0,5...	0,3		

Pääkadut A2, kokoojakadut A3, tonttikadut A4, Moottoritiet A2, päätiet A1-A4, muut tiet A5  
 Valaistusluokka riippuu tien poikkileikkauksrakenteesta, liittymäratkaisuista ja nopeusrajoituk-  
 sista. Puistovalaismissa  $LA^{0,25}$ -tekijässä L on valaisimen suurin luminanssi kulmissa  $\gamma$   
 $= 85...90^\circ$  ja A valaisimen valaiseva pinta-ala kulmassa  $\gamma = 90^\circ$ .

### Puisto- ja julkisivuvalaistus

Puisto- ja julkisivuvalaistus on muutakin kuin pelkkää tekniikkaa. Ajatuksena on kohteen korostaminen pimeään aikaan ja samalla myös turvallisuuden lisääminen.



KUVA 21.3d. Julkisivuvalaistus.

## 21.4. Valaistuslaitteet

### Lamput

Taulukko 21.4 a. Loistelamppujen ominaisuuksia.

Loistelamput konventionaalisella ja elektronisella liitäntälaitteella $U_N = 230\text{ V}$						
Valonlähde Teho (W)	Palamisvirta (A)		Kondensaattori ( $\mu\text{F}$ )		Kokonaisteho (W)	
	Konvent.	Elektr.	Konvent.	Elektr.	Konvent.	Elektr.
<b>Loistelamppu</b> $\varnothing = 26\text{ mm}$						
1x18	0,16	0,09	4	-	28	19
2x18	0,27	0,16	4	-	44	37
3x18	0,48	0,25	8	-	72	56
4x18	0,54	0,32	8	-	88	74
1x30	0,21		4	-	38	
1x36	0,27	0,16	4	-	45	36
2x36	0,54	0,32	8	-	90	72
3x36	0,81	0,48	12	-	135	108
4x36	1,08	0,64	16	-	180	144
1x58	0,36	0,26	8	-	70	56
2x58	0,72	0,52	12	-	140	112
3x58	1,08	0,78	16	-	210	168
<b>Kompaktiloistelamppu</b>						
2D16	0,09	-	2	-	21	
2D28	0,16	0,13	4	-	36	29
2D38	0,43	0,18	4	-	48	39
<b>TC-L (2-sormi)</b>						
1x7	0,175		-	-	11	
2x7	0,175		-	-	18	
1x9	0,175		-	-	13	
2x9	0,155		-	-	22	
1x11	0,155		-	-	15	
1x18	0,160	0,09	4	-	28	20
2x18	0,32	0,17	4	-	44	38
1x24	0,15	0,13	4	-	32	29
2x24	0,30	0,26	8	-	64	56
1x36	0,27	0,17	4	-	45	38
2x36	0,54	0,31	8	-	90	68
<b>TC-D (4-sormi)</b>						
1x10	0,08		2	-	14	
1x13	0,08		2	-	18	
1x18	0,16	0,09	4	-	28	20
1x26	0,15	0,14	4	-	34	31

Taulukko 21.4b. Purkauslamppujen ominaisuuksia.







Purkauslamput $U_N = 230\text{ V}$								
Teho (W)	Palamisvirta (A)			Syttymisvirta (A)			Kond. ( $\mu\text{F}$ )	Kok.teho (W)
	Elohopea							
	GE/Thorn	Osram	Philips	GE/Thorn	Osram	Philips		
50	0,30	0,32	0,30	0,32	0,45	0,40	8	61
80	0,45	0,45	0,45	0,70	0,86	0,65	8	90
125	0,70	0,70	0,70	1,00	1,15	1,10	10	139
250	1,33	1,30	1,35	2,00	1,90	2,20	16	271
400	2,20	2,10	2,15	3,00	3,50	3,90	25	425
	Monimetalli							
	GE/Thorn	Osram	Philips	GE/Thorn	Osram	Philips		
70	-	0,43	-	-	0,60	-	12	85
150	-	1,10	-	-	1,50	-	20	179
250	1,30	1,40	1,35	1,50	1,90	2,20	2x16	278
400	2,00	1,95	2,15	3,50	2,60	3,19	16+20	429
1000 (230 V)	5,40	5,25	5,30	9,00	9,40	8,00	2x25+	1044
2000 (380V)	-	6,05	6,00	-	10,90	10,00	2x20 37,5	2062
	Suurpainenatrium							
	GE/Thorn	Osram	Philips	GE/Thorn	Osram	Philips		
50	0,30	0,30	0,30	0,35	0,45	0,45	8	62
70	0,40	0,40	0,45	0,55	0,55	0,60	12	85
100	-	0,60	0,65	-	0,80	1,00	12	115
150	0,70	0,85	0,85	0,80	1,00	1,20	20	170
250	1,30	1,45	1,40	1,50	2,40	2,30	2x16	278
400	2,15	2,20	2,20	3,00	3,50	3,60	2x25	432
1000	5,40	5,50	5,60	6,00	7,00	7,30	4x25	1050
	Pienpainenatrium							
	GE/Thorn	Osram	Philips	GE/Thorn	Osram	Philips		
35	-	0,24	0,24	-	0,39	0,39	6	44
55	-	0,34	0,34	-	0,39	0,39	6	63








Taulukko 21.4c. Loistelamppujen vertailutaulukko.








Värintoisto-luokka	Philips	Airam	Luma	Osram	Sylvania	GE
Ra = 90-100 <b>1a</b> Erittäin hyvä	93 Täysväri Lämmin valk. 3000K°			32 Lämmin valkoinen 3000K°	193 Lämmin valkoinen 3000K°	930 Lämmin valkoinen 3000K°
	94 Täysväri Valkoinen 3800K°			22 Valkoinen 4000K°	194 Valkoinen 3800K°	940 Viileä valkoinen 3800K°
	95 Täysväri Päivänvalo 5000K°		Colorette 95 Päivänvalo 5400K°			950 Päivänvalo 5050K°
	96 Täysväri Päivänvalo 6500K°	1XX Azura 6500K°		72 Biolum 6500K°	172 Activa 6500K°	
Ra = 80-89 <b>1b</b> Erittäin hyvä	82 Huipputeho Kodikas 2700K°		82-LL Pitkäikä Interiör 2700K°	41 Interna 2700K°	182 Satin 2700K°	827 Kodikas 2700K°
	83 Huipputeho Lämmin valk. 3000K°	3T Tehokas Lämmin val. 3000K°	83-LL Pitkäikä Lämmin valk. 3000K°	31 Lämmin valk. 3000K°	183 Decor 3000K°	830 Lämmin valk. 3000K°
	84 Huipputeho Valkoinen 4000K°	2T Tehokas Kirkas valk. 4000K°	84-LL Pitkäikä Valkoinen 4000K°	21 Valkoinen 4000K°	184 Buro 4000K°	840 Viileän valk. 4000K°
	86 Huipputeho Päivänvalo 6500K°			11 Päivänvalo 6300K°	186 Studio 6000K°	860 Päivänvalo 6500K°
Ra = 70-79 <b>2a</b> Hyvä			74-LL Pitkäikä Yleisvalkoinen 4000K°	25 Valkoinen 4000K°	125 Yleisvalkoinen 4000K°	25 Yleisvalkoinen 4000K°
Ra = 60-69 <b>2b</b> Hyvä	35 Perusväri Valkoinen 3500K°	35 Valkea 3450K°	735-LL Pitkäikä Valkoinen 3500K°(Ra=70)	23 Valkoinen 3450K°	135 Valkoinen 3500K°	35 Valkoinen 3500K°
	33 Perusväri Heleän valk. 4100K°	2 Kirkas valkea 4200K°	74-LL Pitkäikä Valkoinen 4000K°(Ra=70)	20 Heleän valk. 4300K°	133 Teollisuusvalk. 4300K°	33 Valkoinen 4200K°
Ra = 30-59 <b>3</b> Tyydyttävä	29 Perusväri Lämmin valk. 2900K°	3 Lämmin valk. 3000K°	73-LL Pitkäikä Lämmin valk. 3000K°(Ra=70)	30 Lämmin valk. 2900K°	129 Lämmin valk. 3000K°	29 Lämmin valk. 3000K°








Taulukko 21.4d. Hehku- ja halogeenilamppujen ominaisuuksia.






Lamppunimike	Vakiolamppu	Mainoslamppu	Koristelamppu	Kynttilälamppu	Kärkipellilamppu	Kärkipellilamppu	
Symboli							
Lampun kuvaus	15 - 100 W kirkas tai himmeä 230/240 V	15 - 60 W kirkas tai himmeä 230/240 V	15 - 40 W kirkas tai himmeä 230/240 V	15 - 40 W kirkas tai himmeä 230/240 V	100 W kirkas tai himmeä 150 ja 200 W himmeä 220/230 V	40 ja 60 W kirkas tai himmeä 220/230 V	
Minimietäisyys pala- vasta mat. (cm)	50	50	50	50	80	50	
ZVEI-lyhenne	A 60	D 45			A65-CS	A60-CS	
Kanta	E 27	E 14	E 27	E 14	E 27	E 27	
Väriämpötila (K)	2500 - 2700	2500 - 2700	2500 - 2700	2500 - 2700	2500 - 2700	2500 - 2700	
Keskim. elinikä (h)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
Värintoistoluokka	1a	1a	1a	1a	1a	1a	
Valovirta (lm)	15 W 120 lm 25 W 230 lm 40 W 420 lm 60 W 710 lm 75 W 940 lm 100 W 1360 lm	15 W 105 lm 25 W 200 lm 40 W 400 lm 60 W 625 lm	15 W 105 lm 25 W 200 lm 40 W 400 lm	15 W 115 lm 25 W 200 lm 40 W 400 lm			
(Huomi!)					Lampun kärki hopeoitu Myös tehöt: 25 W kanta E 14 40 W kanta E 14	Lampun kärki hopeoitu	

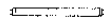
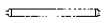
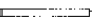
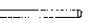
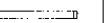

Lamppunimike	Kohdelamppu R50	Kohdelamppu R60	Kohdelamppu R80	Kohdelamppu R95	Puristelasil. PAR 38	Puristelasil. PAR 38	Puristelasil. PAR 56
Symboli							
Lampun kuvaus	25 ja 40 W valokella 25° 220/230 V	25 - 60 W valokella 25° 220/230 V	75 ja 100 W valokella 25° 220/230 V	75 ja 100 W valokella 20° 220/230 V	"Spot" 60 - 120 W valokella 12° 220/230 V	"Flood" 60 - 120 W valokella 30° 220/230 V	300 W "Spot" valok. 12°/8° "Flood" valok. 25°/11° "Wide Fl." 16°/40°
Minimietäisyys pala- vasta mat. (cm)	50	50	80	60	80	80	150
ZVEI-lyhenne	R 50	R 60	R 80	R 95	PAR 38	PAR 38	PAR 56
Kanta	E 14	E 27	E 27	E 27	E 27	E 27	GX16d
Väriämpötila (K)	2500 - 2700	2500 - 2700	2500 - 2700	2500 - 2700	2500 - 2700	2500 - 2700	2500 - 2700
Keskim. elinikä (h)	1000	1000	1000	1000	2000	2000	2000
Värintoistoluokka	1a	1a	1a	1a	1a	1a	1a
Valovoima:	25 W 270 cd 40 W 530 cd	25 W 300 cd 40 W 570 cd 60 W 1000 cd	75 W 1600 cd 100 W 2000 cd		60 W 3900 cd 80 W 5400 cd 120 W 9500 cd	60 W 1200 cd 80 W 1800 cd 120 W 3100 cd	Spot 40000 cd Flood 22000 cd Wide Fl. 9000 cd
(Huomi!)							

Lamppunimike	Halogeenilamppu	Halogeenilamppu	Halogeenilamppu	Halogeenilamppu	Halogeenilamppu	Halogeenilamppu	Halogeenilamppu
Symboli							
Lampun kuvaus	100, 150 ja 250 W pituus 79 mm 200, 300 ja 500 W pituus 118 mm 240 V	750 ja 1000 W pituus 189 mm 1500 W pituus 254 mm 240 V	60 W / 240 V kirkas tai opaali ø 47 mm	75 W / 240 V kirkas tai opaali ø 47 mm kirkas tai himmeä ø 33 mm	100 W / 240 V kirkas tai opaali ø 47 mm kirkas tai himmeä ø 33 mm	150 W / 240 V kirkas tai opaali ø 47 mm kirkas tai himmeä ø 33 mm	500 - 2000 W kirkas kaksisoisvaipalla 240 V
Minimietäisyys pala- vasta mat. (cm)	130	150	60	80	130	130	150
ZVEI-lyhenne	QT-DE 12	QT-DE 12	QT 47	QT 47 / QT 33	QT 47 / QT 33	QT 47 / QT 33	QT 38
Kanta	R7s-15	R7s-15	E 27	E 27	E 27	E 27	E 27 / E 40 (kts. alla)
Väriämpötila (K)	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
Keskim. elinikä (h)	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Värintoistoluokka	1a	1a	1a	1a	1a	1a	1a
Valovirta (lm)	100 W 1650 lm 150 W 2700 lm 200 W 3520 lm 250 W 5000 lm 300 W 5600 lm 500 W 9900 lm	750 W 16900 lm 1000 W 24200 lm 1500 W 36300 lm	kirkas 840 lm opaali 780 lm	ø 47 mm kirkas 1090 lm opaali 990 lm ø 33 mm kirkas 1090 lm himmeä 1040 lm	ø 47 mm kirkas 1600 lm opaali 1450 lm ø 33 mm kirkas 1600 lm himmeä 1525 lm	ø 47 mm kirkas 2550 lm opaali 2350 lm ø 33 mm kirkas 2550 lm himmeä 2450 lm	500 W 10250 lm 1000 W 24000 lm 2000 W 50000 lm
(Huomi!)							500 W kanta E 27 500 W kanta E 40 1000 W kanta E 40 2000 W kanta E 40







Taulukko 21.4e. Halogeeni- ja vakioistelamppujen ominaisuuksia.






Lamppunimike	Halogeenilamppu	Halogeenilamppu	Halogeenilamppu	Halogeenilamppu	Halogeenilamppu	
Symboli						
Lampun kuvaus	5 - 20 W 12 V ilman heijastinta	20 - 100 W 12 V ilman heijastinta		20 W 12 V kylmävaloheijastimella ja etulasilla	35 W 12 V kylmävaloheijastimella ja etulasilla	50 W 12 V kylmävaloheijastimella ja etulasilla
Minimietäisyys palavasta mat. (cm)	50	50		50	50	50
ZVEI-lyhenne	QT 9	QT 12		QR-CB 50	QR-CB 50	QR-CB 50
Kanta	G4	GY 6,35		GU5,3 (= GX5,3)	GU5,3 (= GX5,3)	GU5,3 (= GX5,3)
Väriämpötila (K)	3000	3000		3000	3000	3000
Keskim. elinikä (h)	2000	2000		3000	3000	3000
Väriintoistoluokka	1a	1a		1a	1a	1a
Valovirta (lm)	5 W 60 lm 10 W 140 lm 20 W 350 lm	20 W 340 lm 35 W 630 lm 50 W 975 lm 75 W 1575 lm 100 W 2400 lm		Valovirta: 20W/8° 12000 cd 20W/12° 5000 cd 20W/24° 1800 cd 20W/36° 790 cd	Valovirta: 35W/8° 17000 cd 35W/12° 9000 cd 35W/24° 3000 cd 35W/36° 1450 cd	Valovirta: 50W/8° 20000 cd 50W/12° 12500 cd 50W/24° 4200 cd 50W/36° 2250 cd
(Huomi)						






Lamppunimike	Halogeenilamppu	Halogeenilamppu	Halogeenilamppu	Halogeenilamppu	Halogeenilamppu	
Symboli						
Lampun kuvaus	15 W 6 V alumiiniheijastimella ja etulasilla	20 W 12 V alumiiniheijastimella ja etulasilla	35 W 6 V alumiiniheijastimella ja etulasilla	50 W 12 V alumiiniheijastimella ja etulasilla		75 - 150 W kiikkas tai himmeä 240 V
Minimietäisyys palavasta mat. (cm)	50	50	60	50		50
ZVEI-lyhenne	QR 37 ja QR 56	QR 37	QR 56	QR 56		QT 18
Kanta	B15d	B15d	B15d	B15d		B15d
Väriämpötila (K)	3000	3000	3000	3000		3000
Keskim. elinikä (h)	2000	2000	2000	2000		1500
Väriintoistoluokka	1a	1a	1a	1a		1a
Valovoima:	15W/4° 12000 cd 15W/6° 6200 cd 15W/14° 1400 cd	Valovoima: 20W/6° 7000 cd 20W/18° 1400 cd 20W/32° 350 cd	Valovoima: 35W/6° 15500 cd 35W/14° 3500 cd	Valovoima: 50W/6° 18000 cd 50W/10° 11000 cd 50W/25° 1800 cd		Valovirta: 75 W 1000 lm 100 W 1400 lm 150 W 2250 lm
(Huomi)						

Lamppunimike	Vakioistelamppu	Vakioistelamppu	Vakioistelamppu	Vakioistelamppu	Vakioistelamppu	Ex - loistelamppu
Symboli						
Lampun kuvaus	15 W / huipputeho pituus 437 mm ø 26 mm	18 W / huipputeho pituus 590 mm ø 26 mm	30 W / huipputeho pituus 895 mm ø 26 mm	36 W / huipputeho pituus 1200 mm ø 26 mm	58 W / huipputeho pituus 1500 mm ø 26 mm	15, 20, 40 ja 65 W ø 38 mm
Minimietäisyys palavasta mat. (cm)						
ZVEI-lyhenne	T 26	T 26	T 26	T 26	T 26	T 38
Kanta	G 13	G 13	G 13	G 13	G 13	Fa 6
Väriämpötila (K)	mts. alla	mts. alla	mts. alla	mts. alla	mts. alla	4100 (perusväri)
Keskim. elinikä (h)	>6000	>6000	>6000	>6000	>6000	>6000
Väriintoistoluokka	1b	1b	1b	1b	1b	1b
Valovirta (lm)	2700 K° 1000 lm 3000 K° 1000 lm 4000 K° 1000 lm 6500 K° 1000 lm	2700 K° 1350 lm 3000 K° 1350 lm 4000 K° 1350 lm 6500 K° 1300 lm	2700 K° 2300 lm 3000 K° 2400 lm 4000 K° 2400 lm 6500 K° 2300 lm	2700 K° 3250 lm 3000 K° 3350 lm 4000 K° 3350 lm 6500 K° 3350 lm	2700 K° 5200 lm 3000 K° 5200 lm 4000 K° 5200 lm 6500 K° 5000 lm	15 W 750 lm 20 W 1060 lm 40 W 2500 lm 65 W 4700 lm
(Huomi)		Saatavana myös ns. täysvärilampuita.		Saatavana myös ns. täysvärilampuita.	Saatavana myös ns. täysvärilampuita.	



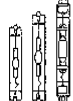
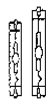

Taulukko 21.4f. Pienoisloiste- ja elohopealamppujen ominaisuuksia.








Lamppunimike	Pienoisloistelamppu	Pienoisloistelamppu	Pienoisloistelamppu	Pienoisloistelamppu	Pienoisloistelamppu	Pienoisloistelamppu	
Symboli							
Lampun kuvaus	5, 7, 9, ja 11W 2-putkinen, ø 10 mm sis. sytyttimen kaksinastainen	5, 7, 9, ja 11W 2-putkinen, ø 10 mm ilman sytyttintä nelinastainen	18, 24, 36, 40 ja 55W 2-putkinen, ø 15 mm ilman sytyttintä nelinastainen	10, 13, 18 ja 26W 4-putkinen, ø 10 mm sis. sytyttimen kaksinastainen	10, 13, 18, ja 26W 4-putkinen, ø 10 mm ilman sytyttintä nelinastainen	16 W sis. sytyttimen	
Minimietäisyys pala- vasta mat. (cm)							
ZVEI-lyhenne	TC	TC - E	TC - L	TC - D	TC - DE	TC - DD	
Kanta	G 23	2G 7	2G11	mts. alla (G24d-...)	mts. alla (G23q-...)	GR 8	
Väriämpötila (K)	2700, 3000 ja 4000	2700, 3000 ja 4000	2700, 3000 ja 4000	2700 ja 3000	2700	2700	
Keskim. elinikä (h)	>8000	>8000	>8000	>8000	>8000	>5000	
Värintoistoluokka	1b	1b	1b	1b	1b	1b	
Valovirta (lm)	5W 250 lm 7W 400 lm 9W 600 lm 11W 900 lm	5W 235 lm 7W 390 lm 9W 610 lm 11W 990 lm	18W 1200 lm 24W 1800 lm 36W 2900 lm 40W 3500 lm 55W 4700 lm	10W 600 lm 13W 900 lm 18W 1200 lm 26W 1800 lm Kanta: 10/13W G24d-1 18W G24d-2 26W G24d-3	10W 560 lm 13W 920 lm 18W 1250 lm 26W 1800 lm Kanta: 10/13W G24q-1 18W G24q-2 26W G24q-3	1050 lm	
(Huomf)							

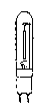
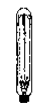
Lamppunimike	Säästölamppu	Säästölamppu	Säästölamppu	Säästölamppu	Säästölamppu	Säästölamppu	
Symboli							
Lampun kuvaus	Hehkulampan tilalle 9, 13, 18 ja 25 W prismakupu 220 V	Hehkulampan tilalle 9, 13, 18 ja 25 W opaalikupu 220 V	Hehkulampan tilalle 9, 13 ja 18 W pallonmuotoinen opaalikupu 220 V		Hehkulampan tilalle 9, 11, 15, 20 ja 23 W elektroninen liitäntä- laite pak-kassyt.-40°C 220/235 V	Kynttilälampan tilalle 9 W elektroninen liitäntä- laite 220/235 V	
Minimietäisyys pala- vasta mat. (cm)							
ZVEI-lyhenne	TC - SB	TC - SB	TC - SB		TC - DSE	TC - DSE	
Kanta	E 27	E 27	E 27		E 27	E 27	
Väriämpötila (K)	2700	2700	2700		2700	2700	
Keskim. elinikä (h)	>6000	>6000	>6000		>6000	>6000	
Värintoistoluokka	1b	1b	1b		1b	1b	
Valovirta (lm)	9 W 450 lm 13 W 650 lm 18 W 900 lm 25 W 1200 lm	9 W 400 lm 13 W 600 lm 18 W 800 lm 25 W 1050 lm	9 W 400 lm 13 W 600 lm 18 W 850 lm		9 W 400 lm 11 W 600 lm 15 W 900 lm 20 W 1200 lm 23 W 1500 lm	400 lm	
(Huomf)	Ei himmennys- käyttöön	Ei himmennys- käyttöön	Ei himmennys- käyttöön		Ei himmennys- käyttöön	Ei himmennys- käyttöön	

Lamppunimike	Elohopealamppu	Elohopealamppu	Elohopealamppu	Elohopealamppu	Sekavalolamppu	
Symboli						
Lampun kuvaus	50, 80 ja 125 W värintoistoindeksi RA = 45 - 48	50, 80 ja 125 W värintoistoindeksi RA = 55 - 60	250, 400, 700 ja 1000 W värintoistoindeksi RA = 40	250 ja 400 W värintoistoindeksi, RA = 50	100 ja 160 W (E 27) 250 ja 500 W (E 40) värintoistoindeksi RA = 60 - 70	
Minimietäisyys pala- vasta mat. (cm)						
ZVEI-lyhenne	HME	HME	HME	HME		
Kanta	E 27	E 27	E 40	E 40	E 27/E 40 (mts. yllä)	
Väriämpötila (K)	4100 - 4300	3400 - 3500	3900 - 4100	3300 - 3400	3300 - 3700	
Keskim. elinikä (h)	>6000	>6000	>6000	>6000	>6000	
Värintoistoluokka	3	2b	3	3	2b	
Valovirta (lm)	50 W 1800 lm 80 W 3700 lm 125 W 6300 lm	50 W 2000 lm 80 W 4000 lm 125 W 6500 lm	250 W 13000 lm 400 W 22000 lm 700 W 38500 lm 1000 W 58000 lm	250 W 14000 lm 400 W 24000 lm	100 W 1100 lm 160 W 3100 lm 250 W 5700 lm 500 W 13000 lm	
(Huomf)						

Taulukko 21.4g. Monimetalli- ja suurpainenatriumlamppujen ominaisuuksia.

Lamppunimike	Monimetallilamppu	Monimetallilamppu	Monimetallilamppu	Monimetallilamppu	Monimetallilamppu
Symboli					
Lampun kuvaus	ellipsimuotoinen 250 ja 400 W värintoistoindeksi RA = 69	putkenmuotoinen 250, 400, 1000 ja 2000 W värintoistoindeksi RA = 65	kaksikantainen 70 W (Rx7s) 150 W (Rx7s-24) 250 W (Fc2) RA = 80 - 85	kaksikantainen 70 W (Rx7s) 150 W (Rx7s-24) RA = 80 - 85	putkenmuotoinen 70 W 150 W RA = 80
Minimietäisyys palavasta mat. (cm)					
ZVEI-lyhenne	HIE	HIT	HIT - DE	HIT - DE	HIT
Kanta	E 40	E 40	ks. yllä	ks. yllä	PGx12-2
Värlämpötila (K)	4300 - 4800	4500 - 5000	4200	3000	4000
Keskim. elinikä (h)	>6000	>6000	>6000	>6000	>6000
Värintoistoluokka	2b	2b	1b	1b	1b
Valovirta (lm)	250 W 17500 lm 400 W 30000 lm	250 W 17000 lm 400 W 31000 lm 1000 W 81000 lm 2000 W 189000 lm	70 W 5500 lm 150 W 12000 lm 250 W 20000 lm	70 W 5000 lm 150 W 13000 lm	70 W 5100 lm 150 W 11000 lm
(Huomi)	Polttoasennossa valm.koht. rajoituksia	Polttoasennossa valm.koht. rajoituksia	Polttoasennossa valm.koht. rajoituksia	Polttoasennossa valm.koht. rajoituksia	Polttoasento vapaa

Lamppunimike	Suurpainenatriuml.	Suurpainenatriuml.	Suurpainenatriuml.	Suurpainenatriuml.	Suurpainenatriuml.	Suurpainenatriuml.	Suurpainenatriuml.
Symboli							
Lampun kuvaus	ellipsimuotoinen 50 ja 70 W sytyttimellä (-I) ei sytyttintä (-E) RA = 20	ellipsimuotoinen 150, 250, 400 ja 1000 W RA = 20	ellipsimuotoinen 100, 150, 250 ja 400 W RA = 20	ellipsimuotoinen 150, 250 ja 400 W RA = 65	putkenmuotoinen 50 ja 70 W RA = 20	putkenmuotoinen 100, 150, 250, 400 ja 1000 W RA = 20	putkenmuotoinen 150, 250 ja 400 W RA = 65
Minimietäisyys palavasta mat. (cm)							
ZVEI-lyhenne	HSE (HSE-I)	HSE	HSE	HSE	HST	HST	HST
Kanta	E 27	E 40	E 40	E 40	E 27	E 40	E 40
Värlämpötila (K)	2000	2000	2000	2150	2000	2000	2150
Keskim. elinikä (h)	>6000	>6000	>6000	>6000	>6000	>6000	>6000
Värintoistoluokka	4	4	4	2b	4	4	2b
Valovirta (lm)	50 W 3400 lm 70 W 5600 lm	150 W 14500 lm 250 W 26500 lm 400 W 49000 lm 1000 W 130000 lm	100 W 10000 lm 150 W 16000 lm 250 W 30000 lm 400 W 56000 lm	150 W 12200 lm 250 W 22000 lm 400 W 38000 lm	50 W 4600 lm 70 W 6800 lm	100 W 11000 lm 150 W 18000 lm 250 W 31500 lm 400 W 55000 lm 1000 W 125000 lm	150 W 12700 lm 250 W 23000 lm 400 W 40000 lm
(Huomi)							

Lamppunimike	Suurpainenatriuml.	Pienpainenatriuml.			
Symboli					
Lampun kuvaus	putkenmuotoinen 35, 50 ja 100 W RA = 80	18, 35, 55, 90, 135 ja 180 W (polttoasennossa rajoituksia)			
Minimietäisyys palavasta mat. (cm)					
ZVEI-lyhenne	HST	LST			
Kanta	PG12-1	BY22d			
Värlämpötila (K)	2500	1800			
Keskim. elinikä (h)	>6000	>6000			
Värintoistoluokka	1b	4			
Valovirta (lm)	35 W 1300 lm 50 W 2300 lm 100 W 4500 lm	18 W 1800 lm 35 W 4800 lm 55 W 8100 lm 90 W 13500 lm 135 W 22500 lm 180 W 33000 lm			
(Huomi)					

Taulukko 21.4h. Helvarin elektroniset liitäntälaitteet loistelampuille 230 V.

Lampputyyppi	Ei-säädettävät	Säätimellä säädettävät		Ohjaimella säädettävät	
			säätöalue %		säätöalue %
<b>Vakioloistelamput</b>					
18 W	EL 1 x 18 F EL 2 x 18 AR EL 4 x 18 AR	EL 1 x 18 FD EL 2 x 18 FD	20 - 100 20 - 100		
36 W	EL 1 x 36 AR EL 2 x 36 AR	EL 1 x 36 FD EL 2 x 36 FD	10 - 100 10 - 100	EL 1 x 36 AC EL 1 x 36 BC EL 2 x 36 AC EL 2 x 36 BC	3 - 100 20 - 100 3 - 100 20 - 100
58 W	EL 1 x 58 AR EL 2 x 58 AR	EL 1 x 58 FD EL 2 x 58 FD	10 - 100 10 - 100	EL 1 x 58 AC EL 1 x 58 BC EL 2 x 58 AC EL 2 x 58 BC	3 - 100 20 - 100 3 - 100 20 - 100
<b>Erikoisloistelamput</b>					
30 W l= 894 mm 36 W l= 970 mm 38 W l=1047 mm	EL 1 x 30 AR EL 1 x 36 F EK 1 x 38 AR	EL 1 x 36 FD EL 1 x 36 FD EL 2 x 36 FD EL 1 x 58 FD EL 2 x 58 FD	20 - 100 20 - 100 20 - 100 20 - 100 20 - 100		
<b>Rengasloistelamput</b>					
kanta G 10 q 32 W 40 W	EL 1 x 36 F EL 2 x 36 F	EL 1 x 36 FD EL 2 x 36 FD EL 1 x 36 FD EL 2 x 36 FD	20 - 100 20 - 100 20 - 100 20 - 100		
<b>Pienisloistelamput</b>					
TC-L kanta 2 G 11 18 W 24 W 36 W 55 W TC-DE kanta G 24 q 18 W 2-D kanta GR 10 q 28 W 38 W	EL 1 x 18 F 220 V EL 2 x 18 AR EL 4 x 18 AR EL 1 x 36 AR EL 2 x 36 AR EL 1 x 55 AR EL 1 x 18 CR 4F EL 1 x 38 AR	EL 1 x 18 FD 2F EL 2 x 18 FD 2F EL 1 x 24 FD 2F EL 2 x 24 FD 2F EL 1 x 36 FD 2F EL 2 x 36 FD 2F EL 1 x 24 FD 2F EL 1 x 36 FD 2F	20 - 100 20 - 100 20 - 100 20 - 100 20 - 100 20 - 100 20 - 100 20 - 100	EL 1 x 36 AC 2F EL 1 x 55 AC 2F EL 1 x 18 CC 4F	10 - 100 10 - 100 10 - 100

**Huom!** Toimii Helvarin säätimillä.

## Liitäntälaitteet ja sytyttimet

Loistelamput ja purkauslamput vaativat toimiakseen virranrajoittimen. Perinteisten (konventionaalisten) liitäntälaitteiden rinnalle on tullut elektronisia malleja, joiden käyttö on lisääntynyt nopeasti.

### Elektronisten liitäntälaitteiden ELHFC ominaisuudet:

Energian säästö 20-30 % konventionaaliseen verrattuna  
 (2x58 W toimistovalaisin konventionaalisilla liit.laitteilla 146 W, elektronisilla 110 W)  
 Aktiivinen jännitestabiloitu suodatinpiiri (230-240 V 50-60 Hz)  
 Väriäntön valo (ei stroboskooppi-ilmiötä)  
 Väliön sytytys  
 Sammuttaa vanhentuneet lamput  
 Lampuille pidempi taloudellinen elinikä  
 Erittäin alhaiset harmoniset yliaallot (3. = 3,20, 5. = 0,50, 7. = 0,30, 9. = 0,20)  
 Erittäin pieni magneettikenttä (n. 5nT 30-100 cm etäisyydellä)  
 Hiljainen  
 Pieni koko ja kevyt  
 Suuri tehokerroin ( $\cos \varphi = 0,98$ , kompensointia ei tarvita)  
 Tasajännitekäyttömahdollisuus (180-300 V<sub>DC</sub>)  
 Helppo säädettävyys (1-10 V<sub>DC</sub>, potentiometri, vakiovaloanturi, tilanneohjaus)

Taulukko 21.4j. T5-loistelamput elektronisen liitäntälaitteen tietoja.

Tyyppi	Lamppujen lkm	Kokonais- teho (W)	Virta (A)	Lampun- teho (W)	Taajuus (kHz)	Häviöt (W)	Mitat
EL 1x28 HFT5	1	31	0,14	28	n. 32	n. 3	1
EL 1x35 HFT5	1	40	0,17	35	n. 32	n. 5	1
EL 2x28 HFT5	2	63	0,28	28	n. 32	n. 7	2
EL 2x35 HFT5	2	81	0,35	35	n. 32	n. 11	2
Mitat				1			2
Kokonaispituus (mm)				280			360
Leveys (mm)				30			350
Korkeus (mm)				28			28
Paino (g)				270			340
Kiinnitysreikäväli (mm)				270			350

## Valaisimet

Valaisimen tyyppimerkinntät voidaan antaa monella tavalla. Oheisena Roundline MAXI-valaisimen tyyppitysesimerkki:

Valaisimien ominaisuuksia kuvaavia tunnuslukuja ovat hyötysuhde, häikäisysuojaluokka sekä häikäisysuojakulman asteluku eri suuntiin.

### Valaisimen hyötysuhde

Valaisimen hyötysuhteella tarkoitetaan valaisimesta poistuneen valovirran suhdetta siinä olevien lamppujen valovirtaan. Valaisimen hyötysuhde on osatekijä valaistuksen kokonaishyötysuhteessa ( ks. taulukko 21.2a ). Valaistushyötysuhde voi olla huoneen pintojen heijastumissuhteista johtuen suurempi kuin pelkkä valaisimen hyötysuhde.

### Häikäisysuojaus

Häikäisysuojaus on oleellisesti riippuvainen hajotussuojaavilla valaisimilla niiden häikäisyvyöhykkeeseen näkyvästä valaisevasta pinta-alasta ja tämän luminanssista. Rajaavasti suojaavilla valaisimilla häikäisysuojaus riippuu häikäisysuojakulmasta.

Häikäisysuoja	Suojaustapa	Tunnus
Opaalilevy/-kupu	Hajotus	OP
Prismalevy/-kupu	Hajotus	PR
Maalattu lamelliritilä	Rajaava	LA
Alumiiniprofiilinen lamelliritilä	Rajaava	TR
Matalaluminanssiritilä	Rajaava	-60
Näyttöpääteritilä	Rajaava	-61

### Suojausluokat

Valaisimet voidaan jakaa vikatapauksessa syntyvän vaarallisen kosketusjännitteen suhteen luokkiin 0, I, II ja III. Luokittelu perustuu kolmeen eri seikkaan:

- siihen, miten jännitteiset osat on eristetty kosketeltavista ja näihin yhteydessä olevista metalliosista,
- siihen, voidaanko kosketeltavat ja niihin yhteydessä olevat metalliosat maadoittaa sekä
- erilaisten jännitteiden käyttöön.

Luokka 0 Valaisin on käyttöeristetty, ei maadoitusmahdollisuutta.

Luokka I Valaisin on käyttöeristetty, maadoitusmahdollisuus.

Luokka II Valaisin on suojaeristetty, joko kaksois- tai vahvistetulla eristyksellä, ei maadoitusmahdollisuutta.

Luokka III Valaisin on suojajännitteinen.