

Mitä ledi on ja mitkä ovat sen edut ja haitat?

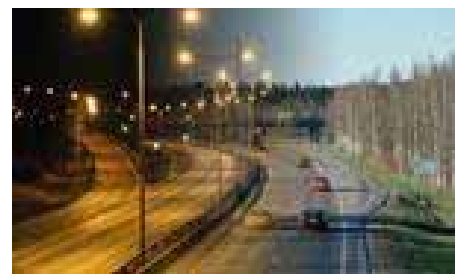
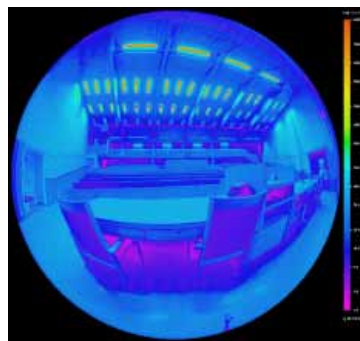
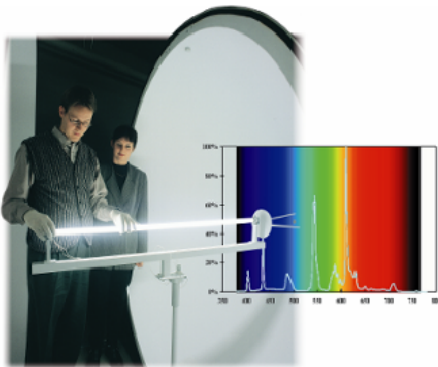
Eino Tetri, TkT

Valaistusyksikkö

Elektroniikan, tietoliikenteen ja automaation tiedekunta Elektroniikan laitos

Valaistusyksikön tutkimusalueet:

- Sisävalaistus ja energiatehokkaat valaistusjärjestelmät
- Liikennevalaistus
- Valon visuaaliset ja biologiset vaikutukset
- Valonmittaus ja testaus
- Sähköinen talotekniikka

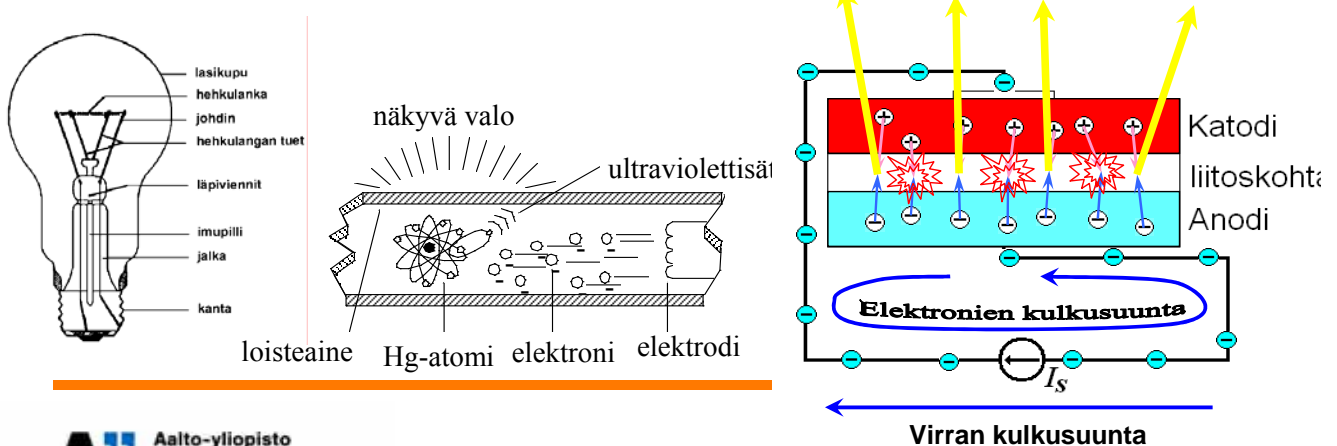


Sisältö

- Ledien toimintaperiaate
- Lamppujen ominaisuudet – edut ja haitat
- Valaistuksen energiankäyttö
- Tulevaisuus

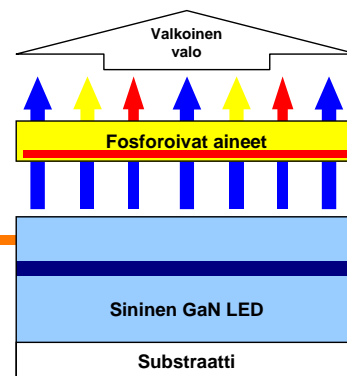
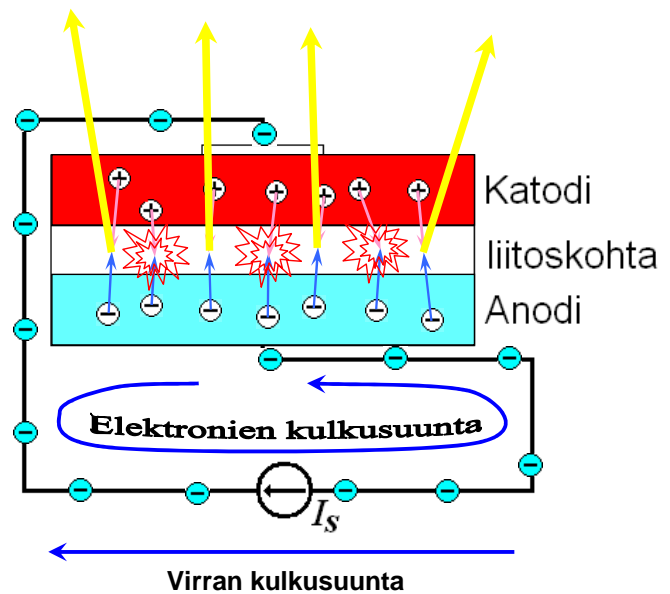
Toimintaperiaate

- Hehkulamppu: Hehkulankaa kuumennetaan sähkövirralla
- Loistelamppu: Kaasupurkaus elohopeahöyryssä katodien välillä tuottaa UV-säteilyä, joka saa loisteaineen tuottamaan näkyvää valoa
- Ledi: Puolijohdekomponentti, joka sisältää p-n- liitoksen, ja joka emittoi optista säteilyä, kun siihen johdetaan sähkövirta



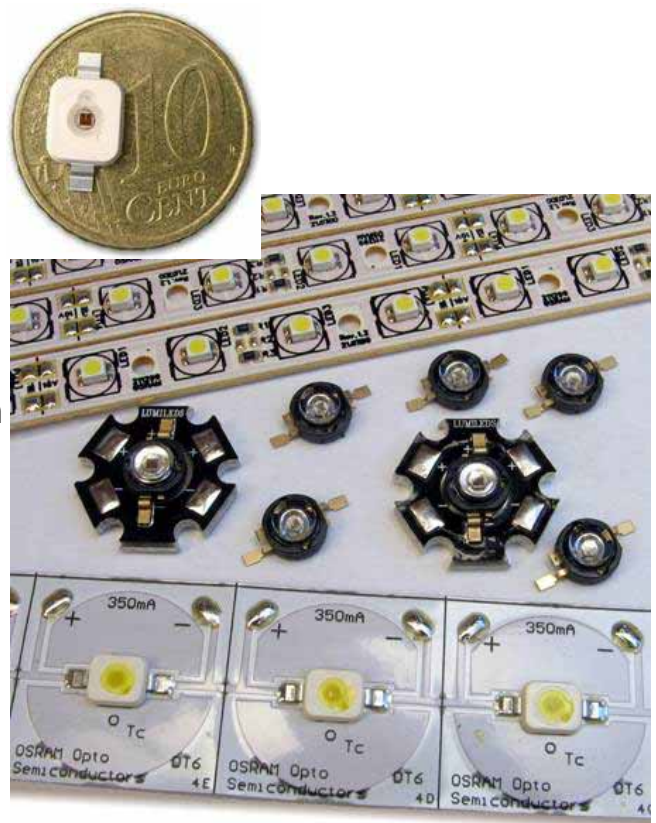
Toimintaperiaate

- Katodilta anodille kulkeva päästösuuntainen virta kuljettaa elektroneja ja elektroniaukkoja kohti sirun liitoskohtaa.
- LEDin liitoskohdassa elektroniaukot ja elektronit yhdistyvät. Yhdistymisen seurauksena elektroni siirtyä alemmalle energiatasolle, jolloin vapautuu energiaa.
 - osa energiasta emittoituu valoksi
 - osa vapautuu värähtelynä ympäröiviin atomeihin, jolloin syntyy lämpöenergiaa



Mikä LED on?

- LED on pieni puolijohdekomponentti
- Ei liikkuvia osia, ei elohopeaa
- Valo syntyy pn-liitoksessa ja sen ominaisuudet määräävät syntyvän valon aallonpituuden
- Herkkä lämpötilalle
- Ei säteile lämpösäteilyä
- Toimii tasavirralla
- Vaatii liitäntälaitteen (tasavirtalähde)
- Jännitteet muutamia voltteja
- virrat 20 mA – 1 A



Ledin tuottama lämpö

- Suurin osa ledien käyttämästä energiasta muuttuu lämpöenergiaksi
- Ledin liitoslämpötilalla on vaikutusta valovirtaan, väriin, valovirran alenemaan, polttoikään
- Teholedien noin 1 mm² kokoinen ledisiru kuumenee nopeasti ellei lämpöä saada poistettua sirusta
- Energia johdetaan pois sirusta ledin aihion kautta erilliseen lämpönieluun



23W



20W

12W

10W

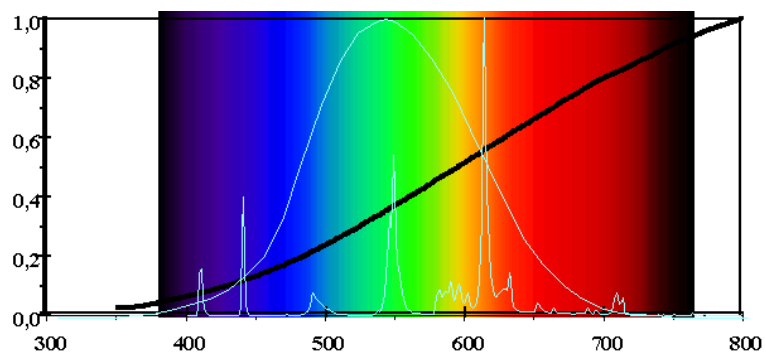
6W

2W

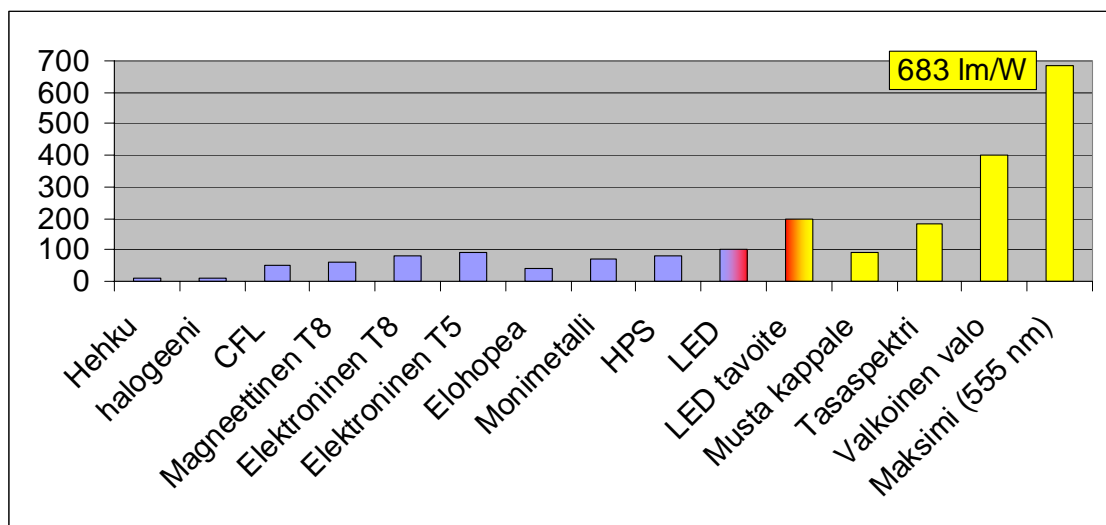


Valovirta ja valotehokkuus

- Valovirta ilmoittaa kuinka paljon valonlähteestä saadaan valoa
 - Yksikkö lumen [lm]
- Valotehokkuus ilmoittaa kuinka paljon valoa saadaan käytettyä sähkötehoa kohden
 - Suurempi arvo kertoo energiatehokkaammasta lampusta
 - Ilmoitetaan luumeneina wattia kohden [lm/W]



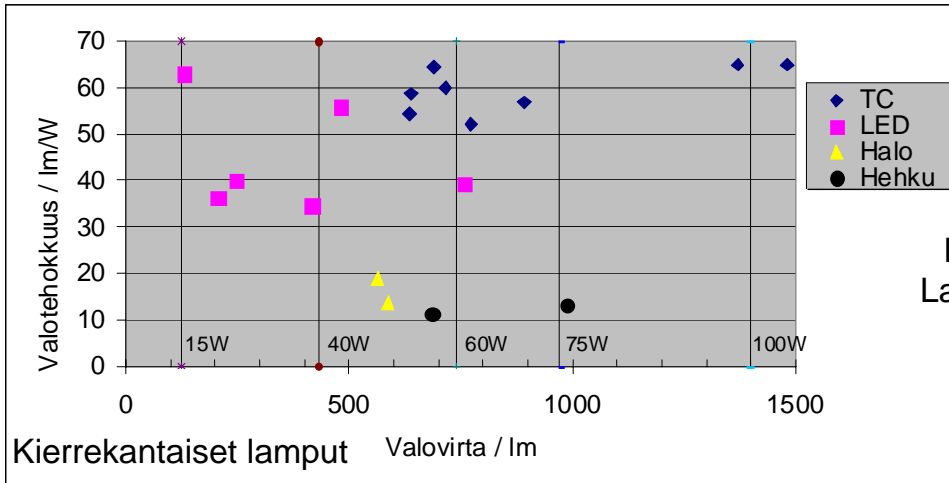
Valotehokkuus lm/W



Valotehokkuus

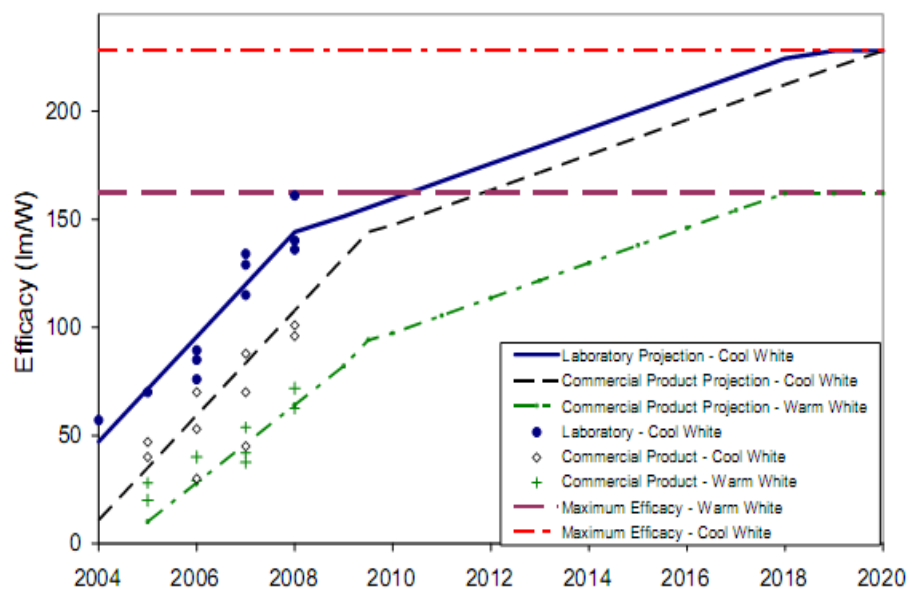
- Lähde: EkoValo – Hehkulamppujen korvaaminen ja toimintamalli elohopealamppujen korvaamiseksi ulkovalaistuksessa <http://lightinglab.fi/ekovalo>

Partnerit
 Tekes
 Työ- ja elinkeinoministeriö
 (Motiva)
 Sitra
 Helsingin Energia
 Espoon Kaupunki
 Lahti Energia
 Turun kaupunki
 Rovaniemen kaupunki
 Lappeenrannan kaupunki
 Keravan kaupunki
 Kotkan kaupunki
 Vaasan kaupunki
 Aalto-yliopisto



Valkoisen ledin valotehokkuus

- Teholedi, sirun koko 1 mm², virta 350 mA, ympäristön lämpötila 25°C, kohtuullinen polttoikä.
- Virtalähteen häviöt eivät ole mukana



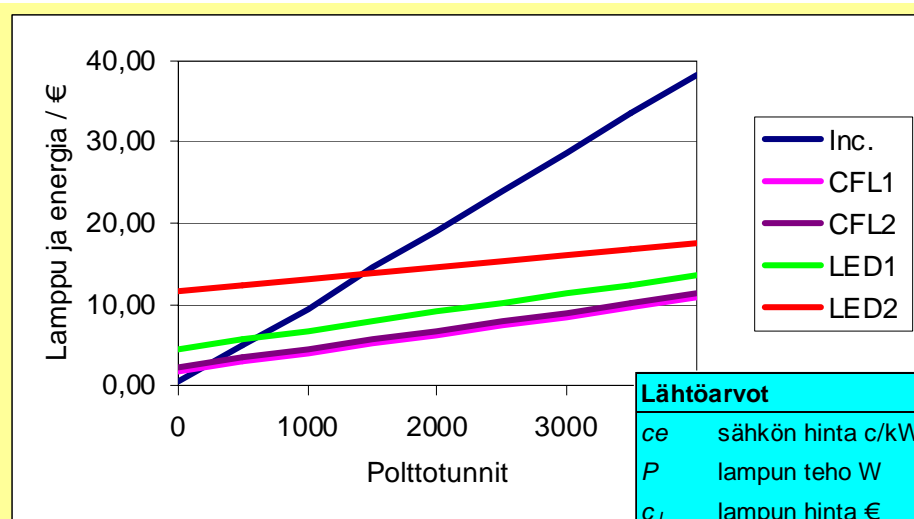
Eri lamppujen ominaisuudet

	Hehkulamppu	Pienloistelamppu	Ledilamppu
Kustannukset			
Lampun hinta	halpa	kohtuullinen	kallis
Energiakustannukset (lämpö osin hyödynnettävissä lämmityksessä)	suuret	pienet	pienet
Valotehokkuus	12 lm/W	60 lm/W*	40 lm/W*
Polttoikä	lyhyt 1000 h	5000 - 15 000 h	? (jopa 50 000 h)
Koko	pieni	hehkulamppumainen, sauvamainen, spiraali	jäädytyslevy painavahko
Liitäntälaite	ei vaadi	integroitu kantaan	integroitu kantaan
Ympäristön lämpötila			
Kuuma	ei vaikutusta	ei suurta vaikutusta	polttoikä lyhenee, valontuotto alenee
Kylmä	ei vaikutusta	valontuotto alenee	valontuotto paranee

*Lähde EkoValo



Kustannukset



Mukana ei oheislämmön hyödynnettävyyttä.

Lähtöarvot		Inc.	CFL1	CFL2	LED1	LED2
<i>c_e</i>	sähkön hinta c/kWh	15	15	15	15	15
<i>P</i>	lampun teho W	60	15	15	15	10
<i>c_L</i>	lampun hinta €	0,5	5	10	20	50
<i>t_{LL}</i>	lampun polttoikä h	1 000	6 000	12 000	20 000	50 000
<i>k</i>	kuolleisuus %	0	0	0	0	0
<i>P</i>	nykyarvo	0,53	1,84	2,31	4,62	11,55
<i>i</i>	korko %	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
<i>n</i>	laskenta-aika, a	1	3	5	5	5
2000 käyttöaikana						
	Energiakustannus	18,00	4,50	4,50	4,50	3,00
	Lamppukustannus	1,05	1,84	2,31	4,62	11,55



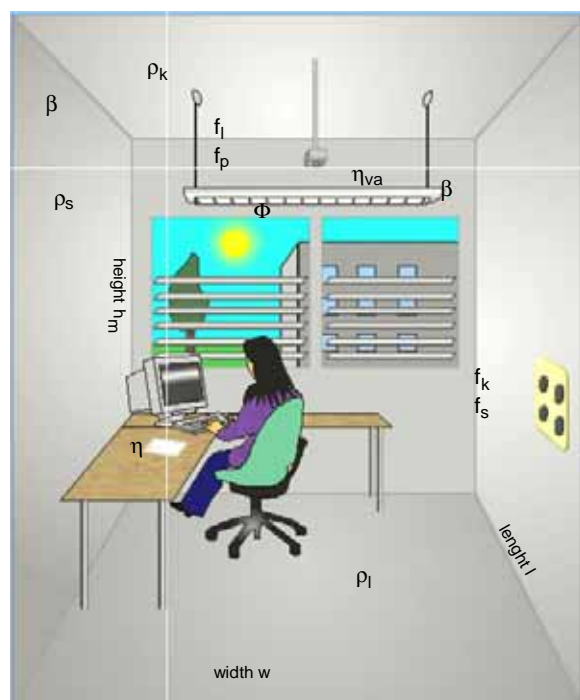
Eri lamppujen ominaisuudet

	Hehkulamppu	Pienloistelamppu	Ledilamppu
Sytytystiheys	ei (juuri) vaikutusta	polttoikä lyhenee	ei vaikutusta
Syttyminen	välitön	1-2 s	välitön
Valontuotto (lämpeneminen)	välitön	30 s - 2 min (60 %)*	välitön
Säädettävyys	helppo (jännitesäätö)	säädettävä vain poikkeustapauksissa	säädettävä vain poikkeustapauksissa
Jännite	vaikutus valovirtaan ja polttoikään	ei suurta vaikutusta	ei suurta vaikutusta
Elohopea			
Lamppu	ei sisällä	2 - 5 mg	ei sisällä
Energiantuotanto			
3,9 °g/kWh (1999)	2,3 mg	0,4 mg	0,4 mg
10 000 h, 60 W/11 W			

*Lähde EkoValo

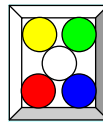
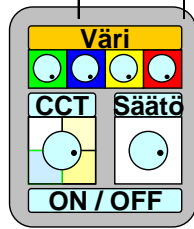
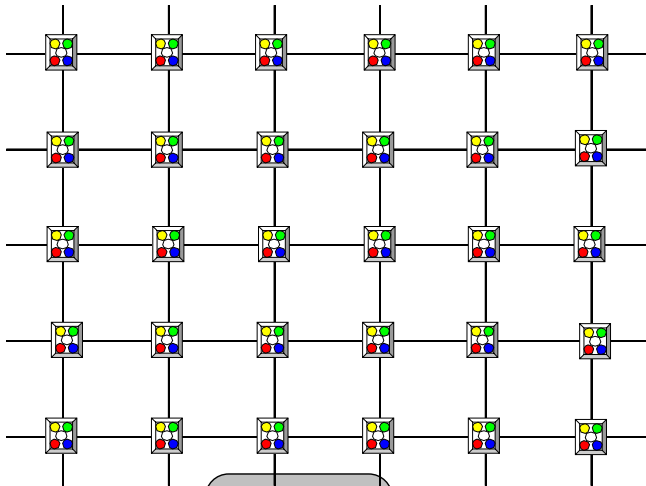
Valaistuksen tehokkuus

- Valonlähteet
 - Lamppujen valotehokkuus ja liitäntälaitteiden hyötysuhde
- Valaisimet
 - Valonjako, hyötysuhde
- Valaistusuunnittelu
 - Valaistusvoimakkuus, huonepinnat
- Valon säätö
 - Läsnäolo
 - Manuaalinen
 - Kellokytkin
- Päivänvalon käyttö
 - Vakiovalosäätö



Tulevaisuus

Kytkeä ledverkkoon



Kaukosäädin

