

Marko Iso-Heiniemi

**TEKNISTALOUELLINEN TARKASTELU
T5-LOISTELAMPPUJEN KÄYTÖSTÄ**

**Opinnäytetyö
KESKI-POHJANMAAN AMMATTIKORKEAKOULU
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Toukokuu 2010**

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Yksikkö Ylivieskan yksikkö	Aika 21.5.2010	Tekijä/tekijät Marko Iso-Heiniemi
Koulutusohjelma Sähkötekniikka		
Työn nimi Teknistaloudellinen tarkastelu T5-loistelamppujen käytöstä		
Työn ohjaaja Yliopettaja Jari Halme		Sivumäärä 34 + 2 liitettä
Työelämäohjaaja Yliopettaja Jari Halme		
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, mitä teknistaloudellisia etuja T5-loistelampulla on verrattuna T8-loistelamppuun. Työn alussa on teoretietoa loistelampuista, niiden rakenteesta, käyttötarkoituksesta ja toimintatavasta. Tämän jälkeen esitellään loistelamppujen liitälaitteet sekä T8- ja T5-teknologiaan perustuvat loistelamput.</p> <p>Opinnäytetyön lopuksi selvitettiin muutamilta lähialueen sähkösuunnittelijoilta sitä, kuinka suurina ovat T5- ja T8-loistelamppujen osuudet uudisrakennuksissa ja lamppumyynnistä nykyisin.</p>		

Asiasanat loistelamput, T5-loistelamppu, elektroninen liitälaitte

ABSTRACT

CENTRAL OSTROBOTHNIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES	Date 21. May 2010	Author Marko Iso-Heiniemi
Degree programme Electrical engineering		
Name of thesis Technical and financial research about the use of T5-fluorescent lamps		
Instructor Jari Halme		Pages 34 + 2 appendixes
Supervisor Jari Halme		
<p>The purpose of this thesis was to research what technical and financial benefits a T5-fluorescent lamp has compared to a T8-fluorescent lamp. At the beginning of the thesis there is theoretical information about fluorescent lamps, their structure, the purpose of use and how they work. After this the connection devices of fluorescent lamps, and fluorescent lamps based on T8- and T5-technology are presented.</p> <p>A few local electrical designers were inquired on how big a part of the lamps installed in newbuildings are T8- and T5-fluorescent lamps and what their share of the total sales of lamps is. The findings are presented at the end of the thesis.</p>		
Key words fluorescent lamps, T5-fluorescent lamp, electronic ballast		

SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....	1
2 LOISTELAMPPUJEN HISTORIA.....	2
3 LOISTELAMPUT	3
3.1 Rakenne.....	4
3.2 Toiminta.....	5
3.3 Valotehokkuus	6
3.4 Väriominaisuudet.....	7
3.5 Väriämpötila	8
3.6 Valovirran aleneminen polton aikana	9
3.7 Polttoikä	10
3.8 Käyttösovellukset	11
4 YLEISIMMÄT LOISTELAMPPUTYYPIT	12
4.1 Suorat loistelamput	12
4.1.1 T5-loistelamppu.....	12
4.1.2 T8-loistelamppu.....	13
4.1.3 T12-loistelamppu.....	13
5 LOISTELAMPPUJEN LIITÄNTÄLAITTEET.....	14
5.1 Purkauslamppujen liitännälaitteet.....	14
5.2 Konventionaaliset liitännälaitteet.....	15
5.2.1 Erityyppiset liitännälaitteet.....	15
5.2.2 Kuristimen rakenne ja ominaisuudet.....	17
5.2.3 Purkauslamppujen sytytyslaitteet.....	18
5.3 Elektroninen liitännälaitte	19
5.3.1 Rakennetyypit.....	20
5.3.2 Elektronisen liitännälaitteen edut	22
6 VERTAILUSSA T8-JÄRJESTELMÄ JA T5-JÄRJESTELMÄ.....	23
6.1 Vanha ja tehoton T8-teknologia.....	23
6.2 Uusi ja energiatehokas T5-teknologia	24
6.3 T5-loistelamppujen edut T8-loistelamppuihin verrattuna	25
6.4 T5-loistelamppujen kustannusvertailu T8-loistelamppuihin.....	25
6.4.1 Hinta suhteutettuna valovirtaan.....	25
6.4.2 Hinta suhteutettuna lampputehoon	26
7 T8-LAMPPUJEN KORVAAMINEN T5-LAMPUILLA	28
8 OPINNÄYTETYÖN KÄYTÄNNÖN OSUUDEN ESITTELY	29
9 T5- JA T8-LOISTELAMPPUJEN KÄYTTÖ NYKYISIN	30
9.1 T5- ja T8-lamppujen osuudet uudisrakennuksissa nykyisin	30
9.2 T5- ja T8-lamppujen osuudet lamppumyynnistä nykyisin	31

10 YHTEENVETO.....	32
LÄHTEET	33
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Jo sata vuotta sitten sähkölamppu muutti tavan, miten valoa käytetään. Aikojen saatossa lampputyypit ja -mallit ovat muuttuneet. Tulevaisuudessa lampputyypin muutosta nopeuttaa energiatehokkuus, koska lainsäädännössä korostuu yhä enemmän ympäristön ja ilmastonmuutoksen huomioiminen. EU:n tavoitteena on estää yleisvalaistuksen energiankulutuksen nykykehityksen mukainen kasvaminen, jonka on ennustettu olevan 23 % vuoteen 2020 mennessä. Keinona on direktiivien avulla ohjata valaistusratkaisuja siten, että kohteisiin valitaan käyttötarkoitukseltaan ja energiatehokkuudeltaan parasta mahdollista teknologiaa.

Yhden energiatehokkaan vaihtoehdon tarjoaa T5- järjestelmä. T5-lamppu on n. 7-10 % energiatehokkaampi kuin T8-lamppu. T5-järjestelmän etuna ovat ohuet loistelamput, joiden halkaisija on vain 16 mm. Tällöin on mahdollista säästää myös energia- ja materiaalikuluissa. Pienen kokonsa ansiosta lamput tarjoavat suunnittelijoille lisäksi vapautta ja joustavuutta. Pitkällä aikavälillä näyttääkin siltä, että T8-loistelamput korvataan T5-lampuilla, mutta EU:n direktiivien vuoksi T8-lamppu ei ihan vielä poistu markkinoilta.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, mitä teknistaloudellisia etuja T5-loistelampulla on verrattuna T8-loistelamppuun. Opinnäytetyön alussa on teoretietoita loistelampuista, niiden rakenteesta, käyttötarkoituksista ja toimintatavasta.

Opinnäytetyön käytännön osuudessa kyselin muutamilta lähialueen sähkösuunnittelijoilta käyttökokemuksia T5- ja T8-loistelampuista. Kyselyn tarkoituksena oli selvittää, kuinka suuri osuus T5- ja T8-loistelampuilla on uudisrakennuksissa nykyisin. Lisäksi tiedustelin, kuinka suuri osuus näillä lampuilla on lamppumyynnistä nykyisin.

2 LOISTELAMPPUJEN HISTORIA

Loistelampun kehityksen voidaan katsoa alkaneen jo vuonna 1852, jolloin Sir George Stokes keksi peruseriaatteen muuttaa ultraviolettisäteilyä näkyväksi valoksi. Seitsemän vuotta myöhemmin A.E. Becquerel havaitsi tiettyjen jauhemaisten aineiden kykenevän tuottamaan fluoresenssisäteilyä. Nämä havainnot käynnistivät laajan loisteainetutkimuksen. Kesti kuitenkin 1930-luvulle asti, ennen kuin onnistuttiin kehittämään ensimmäiset kaupalliset loistelamput. (Halonen & Lehtovaara 1992, 18.)

Loistelamput esiteltiin yleisölle ensimmäisen kerran vuonna 1937 New Yorkin messuilla. Ne alkoivat yleistyä 1940-luvulla, ja Suomessa ensimmäiset loistelamput otettiin käyttöön 1941. Loistelamppujen käyttööntuloa voidaan pitää eräänlaisena taitekohtana sähkövalaistuksen historiassa. Kun lamppujen valotehokkuutta saatiin kasvatettua, polttoikää pidennettyä ja lamppujen väriominaisuuksia monipuolistettua, voitiin sähkövalolla osittain korvata päivänvaloa. (Halonen & Eloholma 2005.)

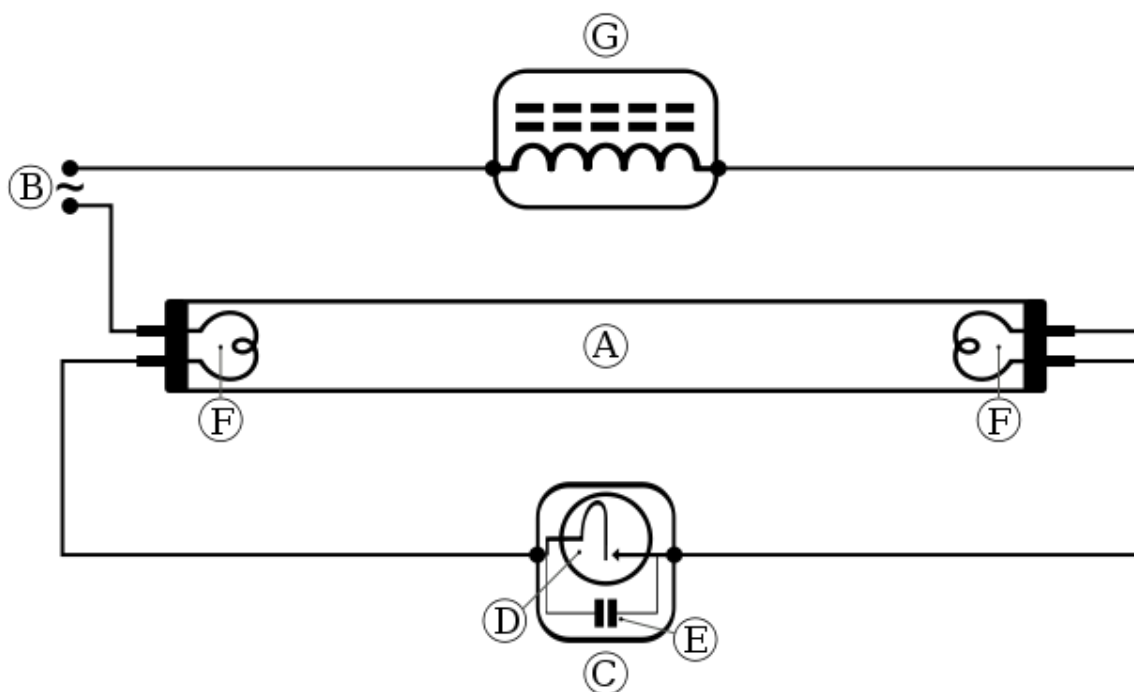
Philips oli vuonna 1978 tiennäyttäjänä siirryttäessä halkaisijaltaan 38 mm T12-loistelampuista 26 mm T8-loistelamppuihin. Tuolloin ensimmäiset elektronisilla liitäntälaitteilla varustetut HF-loistelamput tulivat markkinoille. (Philips 2010.)

Vuonna 1995 Philips toi markkinoille T5-järjestelmän, jonka ohuiden loisteputkien halkaisija oli vain 16 mm. Tämä vähensi huomattavasti kokonaiskäyttökustannuksia sekä energia- ja materiaalikuluja. Pienen kokonsa ansiosta lamput tarjosivat valaisimien suunnittelijoille enemmän vapautta ja joustavuutta. (Philips 2010.)

3 LOISTELAMPUT

Tämän kappaleen tarkoituksena on tuoda esille perustietoa loistelampuista ja niiden ominaisuuksista. Tarkastelun kohteena ovat perinteiset kaksikantaiset suorat loistelamput. Näitä ovat T12-loistelamput (halkaisija 38 mm), T8-loistelamput (halkaisija 26 mm) ja T5-loistelamput (halkaisija 16 mm).

Loistelamppu on matalapaineinen purkauslamppu, joka koostuu loistelampusta, sytyttimestä ja kuristimesta. Loistelamppujen valikoima on hyvin laaja. Vaikka kaikkien loistelamppujen toimintaperiaate onkin sama, lamput voidaan jakaa rakenteen mukaan kaksi- ja yksikantaloistelamppuihin. Kaksikantaloistelamppuihin kuuluvat suoralla tai U:n muotoisella purkausputkella varustetut lamput, joissa lampun liitännät ovat purkausputken päissä. Yksikantaloistelamppuihin kuuluvat pisto- ja kierrekantaiset lamputyypit. (Halonen & Lehtovaara 1992, 204.)



KUVIO 1. Tyypillinen loistevalaisimen rakenne. A) loisteputki B) sähkölähde C) hohtosytytin D) bimetallinen termostaatti E) kondensaattori F) elektrodit G) kuristin (Wikipedia 2010.)

3.1 Rakenne

Lampun elektrodit toimivat vaihtovirralla vuorotellen katodeina, joten niitä yleensä nimitetään katodeiksi. Katodi muodostuu volframikierukasta, johon on sijoitettu emissioaineita. Emissioaine koostuu suurimmaksi osin maa-alkalimetallioksidoista (esimerkiksi bariumoksidi), joilla on pieni työfunktio eli ne emittoivat kuumana herkästi elektroneja. Katodirakenteita on useita erilaisia, yleisimmät ovat kolmoiskierre- ja stick- rakenne. Kaksoiskierre on harvinaisempi. Katodit mitoitetaan niin, että purkausvirta kuumentaa osan katodista sopivaan emissiolämpötilaan. Katodin päät on yhdistetty johdikkaan ja lasiläpiviennin välityksellä kannan virtaajohtavaan nastaan esihehkutusvirran johtamiseksi katodin läpi. Myös esihehkutusvirta kuumentaa katodin emissiolämpötilaan. Katodien ympärillä on usein ns. katodisuoja, jonka tehtävänä on suojella purkausputken päitä ennenaikaiselta tummumiselta. Tummuminen on seurausta katodien lämpötilan noususta hyvin korkeaksi syttymistapahtuman yhteydessä, jolloin osa elektroneja luovuttavasta aineesta sinkoutuu pois katodista. Suoja estää aineen pääsyn putken pinnalle. (Setälä 1999, 34-35.)

Perinteisellä loistelampulla kupu on suora putki ja sen pituus on 15–60-kertainen suhteessa läpimittaan. Purkausvälin on oltava suhteellisen pitkä, jotta lamppujännite tulisi riittävän suureksi jännitegradientin pienestä arvosta (0,5-1 V/cm) huolimatta. Samalla pienenee katodeissa esiintyvien valoa tuottamattoman energiahäviön suhteellinen osuus. Lisäksi kuvun seinämän pitää olla lähellä purkauskanaavaa, ettei elohopea-atomien tuottama ultraviolettisäteily ehdi absorboitua ennen loisteaineeseen saapumista. (Setälä 1999, 35.)

Loisteputki sisältää elohopeaa ja se toimii tasa- ja vaihtovirralla. Tavallisin käyttötapa on 50/60 hertsin taajuudella. Nykyisin ns. elektroniset liitäntälaitteet ovat uusissa valaisimissa lähes kokonaan syrjäyttäneet magneettiset kuristimet. Elektronisissa liitäntälaitteissa loisteputken läpi kulkevan virran taajuus on 20 - 100 kHz. Loistelamppu on täytetty kaasulla, kuten argonilla tai kryptonilla. Kaasua tarvitaan sytytyksen helpottamiseen sekä pitämään sähköpurkaukset kurissa. (Wikipedia 2010.)

Putken päissä olevat hehkukatodit erittävät elektroneja. Tällöin sytytyspurkaus voi tapahtua pienemmällä jännitteellä. Loisteputken sisäpinta on päällystetty fluoresoivalla materiaalilla, joka muuttaa elohopeahöyryn synnyttämän UV-säteilyn (luminesenssin) näkyväksi valoksi. Loisteputken sisäpinnassa olevan loisteaineen koostumus vaihtelee valon ja sävyn mukaan. Loistelamppujen värisävyvalikoima on laaja ulottuen hehkulampun kellertävästä taivaan sinertävään. Yleisimmät väriämpötilat Suomessa ovat 3000 ja 4000 K. (Wikipedia 2010.)

3.2 Toiminta

Loistelampun toiminta perustuu sähköpurkaukseen. Lampun päissä olevien elektrodien välille aikaansaatu sähköpurkaus virittää pienpaineisen täytöskaasuna olevan elohopeahöyryn atomeja. Takaisin palatessaan alemmille energiatasoille virittetyt elektronit synnyttävät tasojen energiaeroihin aallonpituudeltaan kääntäen verrannollista ultraviolettisäteilyä ja näkyvää valoa. Suurin osa tästä säteilystä absorboi mahdollisimman hyvin tämän ultraviolettisäteilyn ja muuntaa energian näkyväksi valoksi (aallonpituus 380...780 nm). (Setälä 1999, 34.)

Kytettäessä magneettisella kuristimella varustettuun valaisimeen jännite, sytyttimen sisällä olevat bi-metallikärjet ovat aluksi auki ja niiden välille syntyy 230V jännite. Sytyttimen sisällä olevassa kaasussa tapahtuu sähköpurkaus, joka lämmittää bi-metallia ja kärjet sulkeutuvat. Tällöin virta pääsee kulkemaan kuristimen ja loisteputken molemmissa päissä olevien lämmitysvastuksien kautta, jolloin ne lämpenevät. Lämpeneminen höyrystää putkessa olevan elohopean. Koska virta kulkee myös kuristimen kautta, sen rautasydämeen muodostuu magneettikenttä. Jonkin ajan kuluttua bi-metallikärjet jäähtyvät ja avautuvat. Tällöin kuristimen magneettikenttä purkautuu muodostaen kuristimeen korkean jännitteen, joka aiheuttaa sähköpurkauksen loisteputkessa, ja näin lamppu syttyy. (Wikipedia 2010.)

Loisteputken toimintajännite on 60...120 V, eli alhaisempi kuin syttymisjännite (400-600V). Elektroniset liitäntälaitteet muuttavat syöttöjännitteen loisteputkelle sopiviksi jännitteiksi. Pääsääntöisesti ne syöttävät hehkuille omat ja putkelle oman jännitteensä. Hehkujännitteet ovat ennen putken syttymistä n. 6-12 V suuruisia,

putkijännite n. 400...600 V suuruinen. Putken syttymisen jälkeen jännitteet ovat alhaisempia. Jännitteet ovat riippuvaisia putken tehosta, halkaisijasta sekä sisällä olevasta kaasusta. (Wikipedia 2010.)

3.3 Valotehokkuus

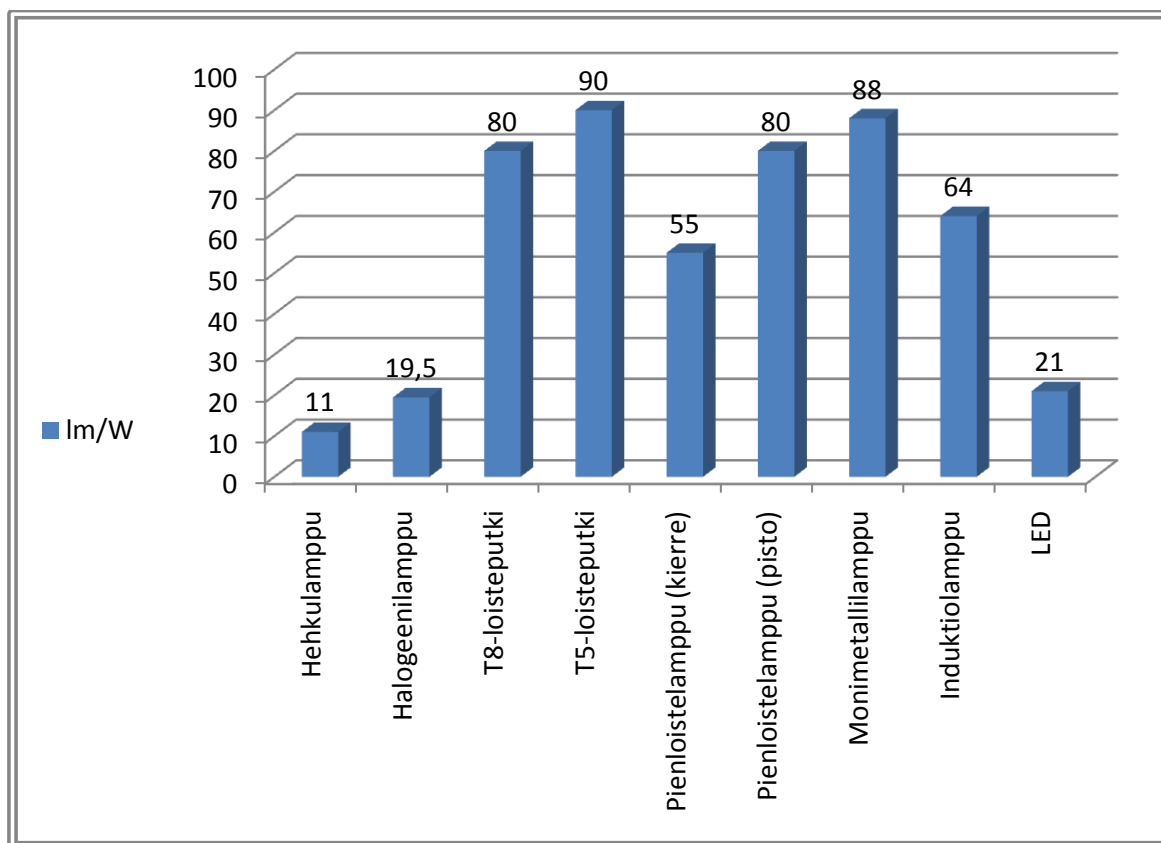
Loistelampun valotehokkuus riippuu purkausputkessa vallitsevista olosuhteista, elohopeahöyryn paineesta ja tiheydestä sekä virtatiheydestä (A/cm^2), loisteaineen valontuottokyvystä ja katodihäviöiden osuudesta. (Halonen & Lehtovaara 1992, 208.)

Elohopeahöyryn tiheyden pienetessä optimiarvostaan sen kokonaissäteily heikenee ja tiheyden suuretessa optimiarvosta säteilyn spektrijakauma muuttuu säteilyn siirtyessä resonanssisäteilystä 253,7 nm yhä enemmän pidemmille aallonpituuksille. Virtatiheyden suuretessa säteilemättömien ionien lukumäärä kasvaa heikentäen kokonaissäteilyä. (Halonen & Lehtovaara 1992, 208.)

Valotehokkuus riippuu lampun ympäristön lämpötilasta. Elohopeahöyryn paineen määräävä kuvun seinämän lämpötila noudattaa kuvun suhteellisen suuren pinta-alan vuoksi herkästi ulkoisen lämpötilan muutoksia. (Halonen & Lehtovaara 1992, 208.)

Loistelamppujen valontuotto riippuu sekä loisteaineiden tehokkuudesta muuttaa UV-säteilyä näkyväksi säteilyksi että näkyvän säteilyn spektrisestä jakaumasta. Loistelamppujen valotehokkuudet vaihtelevat suuresti riippuen lampun tehosta, loisteainetyypistä ja valon väriominaisuuksista. Ottaen huomioon myös kuristinhäviöt, valkoista valoa tuottavien loistelamppujen valotehokkuudet vaihtelevat välillä 15...90 lm/W. (Halonen & Lehtovaara 1992, 209.)

Seuraavassa kuvassa (KUVIO 2) on esitetty erilaisia sisävalaistukseen soveltuvia lampputyyppejä keskimääräisillä valotehokkuuksillaan.



KUVIO 2. (mukaillen Tapper 2006, 5.)

3.4 Väriominaisuudet

Loistelamppujen väriominaisuudet riippuvat käytetyistä loisteaineista, joten ne ovat vapaasti säädettävissä käyttötarkoituksen mukaan. Yleiseen valaistukseen käytettävien valkeiden loistelamppujen väriominaisuudet eroavat huomattavasti toisistaan riippuen siitä, onko niitä suunniteltaessa pyritty suureen valotehokkuuteen vai hyvään värintoistoon. Myös se vaikuttaa, onko tavoitteena ollut lämmin- vai kylmäsvyinen valo. Lämminsvyisten eli matalan värilämpötilan omaavien lamppujen valo sisältää suhteellisen runsasta keltaista tai punaista säteilyä, kylmäsvyisten lamppujen säteily enemmän sinistä. (Halonen & Lehtovaara 1992, 212.)

Loisteaineen lähettämän säteilyn lisäksi jokaisen lampun spektrissä esiintyvät elohopeaviivat, jotka johtuvat elohopea-atomien emittoimasta näkyvästä säteilystä. Tämä säteily kulkee loisteaineen läpi vain osittain absorboituen. Koska höyry on

pienpaineista, viivat ovat hyvin ohuita, ja niinpä ne esitetäänkin spektrikuivissa usein pylväinä. Loistelamppujen jaottelu esimerkiksi valotehokkuuden, värisävyn tai värintoisto-ominaisuuksien perusteella on hankalaa, sillä eri valmistajien lamput poikkeavat toisistaan. Lisäksi valmistajat käyttävät mielellään omia nimityksiään tiettyntyyppisille lampuille. Spektrikoostumuksen perusteella lamput voidaan jakaa jatkuspektrisiin sekä kolmi- ja monikomponenttilamppuihin. (Halonen & Lehtovaara 1992, 212-213.)

Lamppujen valotehokkuus on yleensä yhteydessä värintoisto-ominaisuuksiin. Kolmikomponenttilamppujen värintoisto on aika hyvä spektrin epäjatkuvuudesta huolimatta, suurimmat puutteet esiintyvät tällöin punaisen värin alueella. Monikomponenttilamppujen valotehokkuus on lähes kolmikomponenttilamppujen luokkaa ja värintoisto-ominaisuudetkin ovat hyvät. Loistelamppujen kylmäsävyisimmät (korkea väriämpötila) lajit lähettävät päivänvaloa muistuttavaa valoa. (Halonen & Lehtovaara 1992, 213.)

3.5 Väriämpötila

Väriämpötilan yksikkö on kelvin (K). Mitä suurempi arvo on, sitä sinisempää eli kylmempää valo on. Mitta-asteikko perustuu mustan rautapallon värisävyihin eri lämpötiloissa. 300 K:n lämpötilassa pallo on musta ja säteilee pelkkää lämpöä, 800 K:n lämpötilassa se on punainen, 4 000 K:n lämpötilassa valkoinen ja 20 000 K:n lämpötilassa sininen. Hehkulampun väriämpötila on 2 850 K. (Innojok 2010.)

Loistelamppujen tyypilliset väriämpötilat vaihtelevat välillä 2 700 K – 8 800 K. Suomessa käytetään tavallisesti 3 000 K tai 4 000 K loistelamppuja. Yli 5 000 K:n valonlähteitä kutsutaan kylmä- eli päivänvalolampuiksi. Hehkulampun sävyisiä loistelamppuja kutsutaan pehmeä- tai lämminsävyisiksi valonlähteiksi. Jotta valaistus koettaisiin miellyttävänä, tulee valonlähteen väriämpötila (K) ja valaistusvoimakkuus lukseina (lx) sovittaa yhteen. Tavallisesti käytetyissä valaistuksissa, alle 300 lx, lämpimät sävyt koetaan luonteviksi. Käytettäessä suuria valaistusvoimakkuuksia, yli 1 000 lx, kylmät sävyt ovat luontevia. (Innojok 2010.)

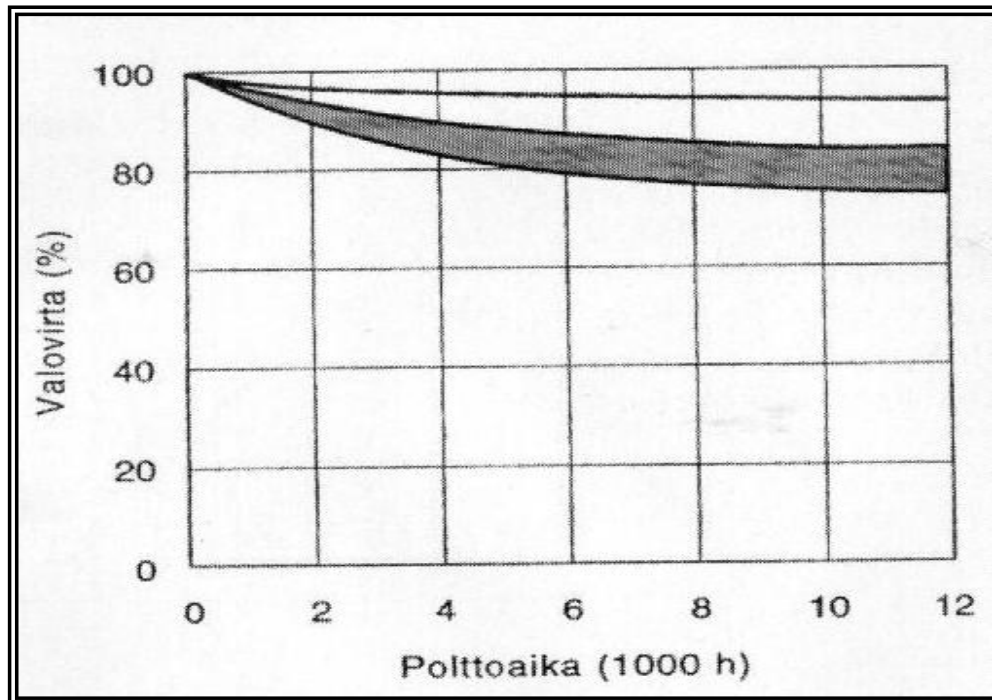


KUVIO 3. Valkoisen valon värilämpötilat väreinä. (Järvinen 2009, 15.)

3.6 Valovirran aleneminen polton aikana

Ultraviolettisäteily, erityisesti jonkin verran esiintyvä hyvin lyhytaaltainen 185 nm säteily turmelee vähitellen loistainetta. Lisäksi lampun sisällä olevien epäpuhtauksien vuoksi sen pintaan kerrostuvat yhdisteet vähentävät aineeseen saapuvaa UV-säteilyä, joten lampun valovirta pienenee polton aikana. (Setälä 1999, 42.)

Ensimmäisen 100 tunnin aikana alenema on hyvin voimakasta, joten loistelamppujen (ja muiden purkauslamppujen) luetteloarvot ilmoitetaan 100 polttotunnin arvoina. Tämän jälkeen alenemisnopeus tasaantuu ja lamput noudattavat seuraavan kuvan (KUVIO 4) mukaista alenemäkäyrää. Yleensä aleneminen on nopeampaa niillä lampuilla, joiden tehokuormitus pinta-alaa kohti on suuri. Erilaiset teholoisteaineet kestävät kuormitusta paremmin kuin perinteiset halofosfaattiaineet, joten samantehoisilla lampuilla niiden valovirran pysyvyys on parempi. Uusimman sukupolven lampuilla päästään 10 000 tunnin kohdalla vain noin 5 % alenemaan. (Setälä 1999, 42.)



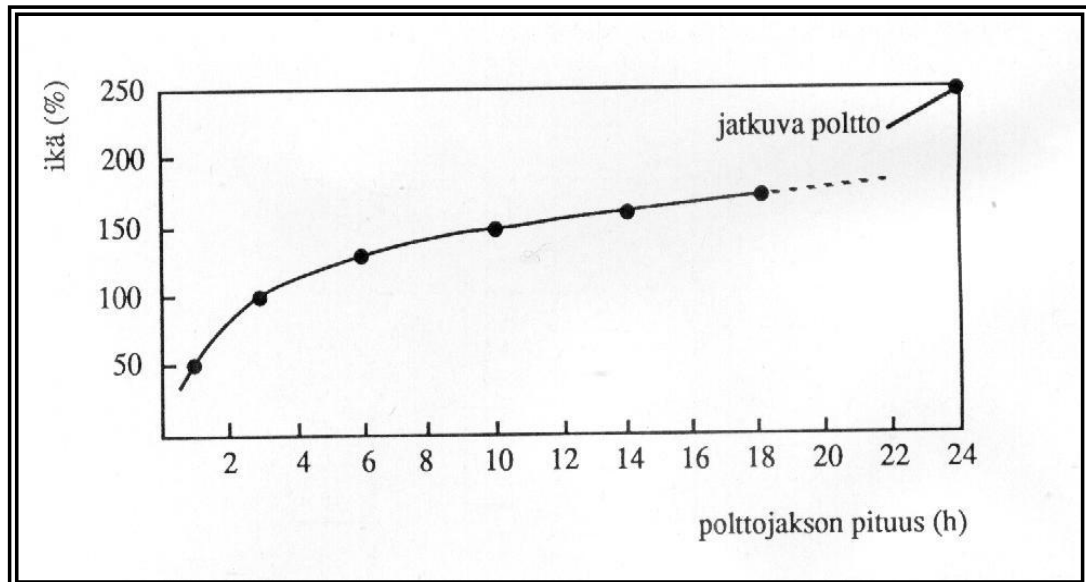
KUVIO 4. Loistelampun valovirran alenema polton aikana. Ylimpänä uuden polven loistelamppu. (Setälä 1999, 42.)

3.7 Polttoikä

Kun emissioaine on katodista loppunut, lamppu ei enää syty, vaan alkaa välkkyä sytyttimen tehdessä sytytysriytyksiä. Emissioaineen loppuminen ilmenee loistevalon puutoksena lampun kyseisessä päässä. Ennen varsinaista loppuun palamista lampun taloudellisen polttoian voidaan usein katsoa päättyneeksi valovirran liiallisen alenemisen vuoksi. Taloudellisena polttoikänä kaksikantaisilla loistelampuilla pidetään nykyään 8 000...10 000 tuntia normaalissa käytössä. Suuri sytytystaajuus eli lyhyt polttoaika sytytystä kohti vaikuttaa jonkin verran polttoikää lyhentävästi, vaikka tavallisessa käytössä sillä ei ole oleellista merkitystä. (Halonen & Lehtovaara 1992, 210.)

Lampun ollessa päällä höyrystyy koko ajan pieni määrä emissioainetta elektrodeilta. Sytytyksen aikana, etenkin sytytyskytkennöissä, emissioaineen poistuma on huomattavasti voimakkaampaa, mikä lyhentää lampun ikää. Höyrystymisaste riip-

puu myös täytöskaasun paineesta ja kasvaa paineen laskiessa lyhentäen lampun ikää. (Halonen & Lehtovaara 1992, 210.)



KUVIO 5. Poltojakson pituuden vaikutus loistelampun elinikään. (Halonen & Lehtovaara 1992, 211.)

3.8 Käyttösovellukset

Loistelamput soveltuvat parhaiten sellaisille alueille, jossa tehokas valontuotto on 80-90 lm/W ja suuri määrä valoa on tarpeen esim. työskentelyn vuoksi. Usein kohteissa esimerkiksi autotallit, harrastetilat ja kodinhoitohuone valaistaan loistelampuilla. Loistelamppujen avulla voidaan tuottaa myös epäsuoraa valoa. Tällöin valo ohjataan useimmiten heijastimen avulla katto- ja seinäpinnan kautta tilaan. Tosin ne tuottavat tunnelmaltaan ja olemukseltaan kalsempaa ja monotonisempaan valoa ja soveltuvat siksi huonosti esim. oleskelutiloihin. Loistelamppujen etuna on varmuus ja pitkä elinikä, jopa yli 10 000 tuntia. Uusimmilla T5-lampuilla jopa 20 000 tuntia. (Sisustaja 2010.)

4 YLEISIMMÄT LOISTELAMPPUTYYPIT

Tämän kappaleen tarkoituksena on esitellä yleisimmät loistelampputyypit. Tarkastelun kohteena ovat perinteiset kaksikantaiset suorat loistelamput. Näitä ovat T12-loistelamput (halkaisija 38 mm), T8-loistelamput (halkaisija 26 mm) ja T5-loistelamput (halkaisija 16 mm).

4.1 Suorat loistelamput

Yleisimmät loistelamput ovat kaksikantaisia suoria lamppuja. Suomessa on käytössä 16 mm, 26 mm, ja 38 mm läpimittaisia lamppuja. (Setälä 1999, 44.)

4.1.1 T5-loistelamppu

Pienitehoiset suorat loistelamput ovat läpimitaltaan 16 mm eli T5-putkisia. Pääasiallisimmat käyttökohteet ovat pienoervalaisimet, matkailuvaunut ja muut kulkuneuvot. Niiden tehot ovat 4-13 W, pituudet 136-517 mm ja kanta G5. (Setälä 1999, 45.)

16 mm läpimittaisten loistelamppujen mallisto on laajentunut myös yleisvalaistukseen sopivaksi. Uudet 14-55 W lamput ovat valotehokkaita ja pitkäikäisiä. Valotehokkuus- ja valovirran pysyvyysominaisuuksiltaan nämä lamput kilpailevat parhaiden 26 mm läpimittaisten lamppujen kanssa, mutta vaativat aina elektronisen liitäntälaitteen käyttöä. Lamppujen pituudet (549 mm, 849 mm, 1149 mm ja 1449 mm) mahdollistavat moduulimittaisten valaisimien tekemisen. (Setälä 1999, 45.)

T5-loistelampun maksimivalovirta saadaan lampun ympäristön lämpötilassa 35 °C, mikä saavutetaan tyypillisesti toimistovalaisimessa normaalissa huoneenlämmössä. T5-loistelamppu ei täten sovellu ulkovalaistukseen tai kylmiin tiloihin. T5-valaisimen hyötysuhde voi olla lähellä 100 % ja tällöin kysymys ei ole pelkästään valaisinoptiikan hyötysuhteesta, vaan myös valaisimen lämpötilan antamasta lisä-

edusta. T5- loistelamput toimivat elektronisilla liitäntälaitteilla ja ovat suurtaajuuskäytön ansiosta vilkkumattomia. T5-loistelamppujen pituudet on sovitettu kattomodulimittoihin 600, 900, 1200 ja 1500 mm. (Elektroskandia 2010.) T5-loistelamppujen ominaisuuksista ja malleista on kerrottu liitteenä (LIITE 1).

4.1.2 T8-loistelamppu

Ohuiden 26 mm läpimittaisten eli T8-putkisten (T8 ilmaisee kuinka monta tuuman 1/8-osaa putken halkaisija on) lamppujen mallisto on laajin. Lamppujen tehoalueet ovat 15-58 W, pituudet 438-1500 mm ja kanta on G13. Sarjaan kuuluvat vakio-, teho-, de luxe- ja de luxe –teholamput sekä lukuisia erikoisuuksia, esimerkiksi värikköitä lamppuja ja kasvilamppuja. (Setälä 1999, 44.)

T8-loistelamppujen käyttökohteita ovat mm. toimistot, koulut, myymälät, teollisuus ym. yleisvalaistuskohteet. Värisävyvalikoima näissä lamputissa on erittäin laaja. Lamppuvalintaan vaikuttaa suurimmaksi osin valotehokkuus ja värinistöominaisuudet. (Halonen & Lehtovaara 1992, 213.) T8-loistelamppujen ominaisuuksista ja malleista on kerrottu liitteenä (LIITE 2).

4.1.3 T12-loistelamppu

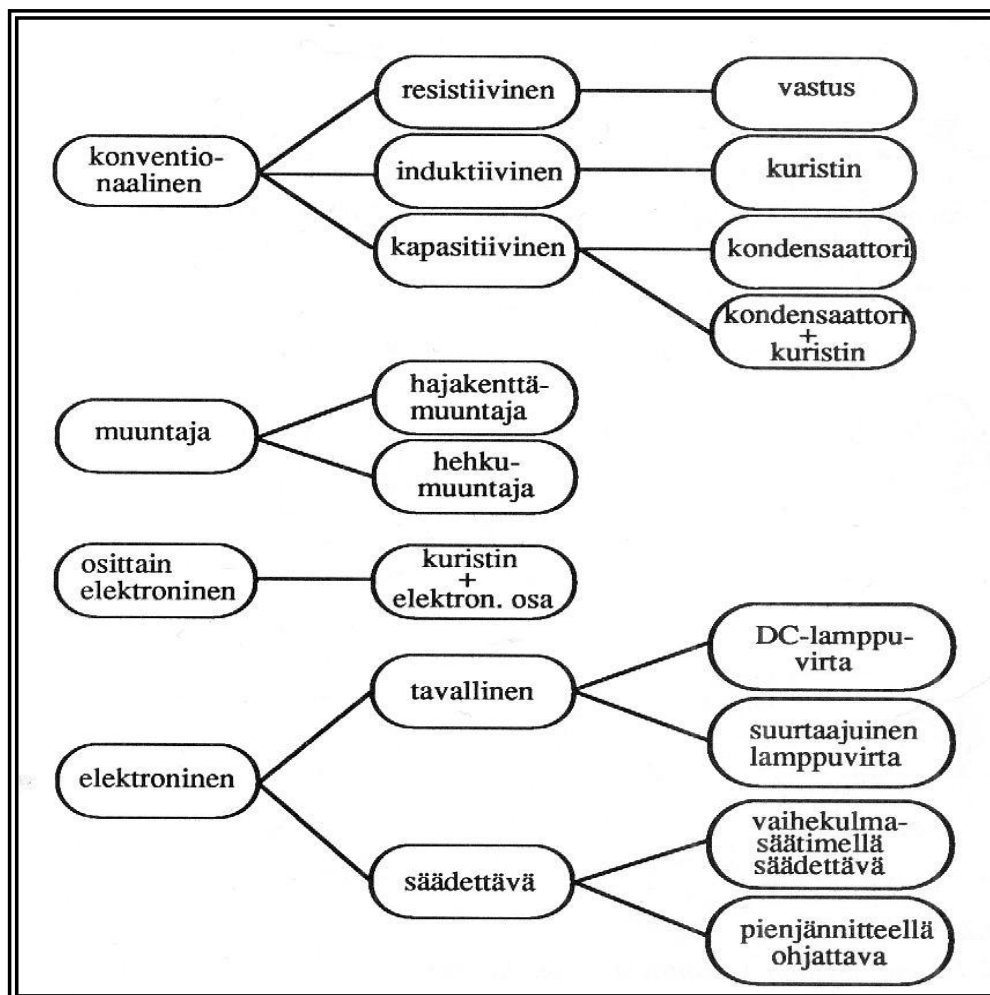
Paksujen 38 mm läpimittaisten eli T12-putkisten lamppujen käyttö on vähentymässä, sillä ne pyritään korvaamaan vastaavilla vähemmän energiaa kuluttavilla 26 mm läpimittaisilla lamputilla. Normaalimallien tehoalueet ovat 20-80 W, pituudet 600-1500 mm ja kanta G13. Myös erikoisia 2400 mm pitkiä ja yli 200 W tehoisia versioita on käytössä. 38 mm lamppuja on myös pakkaskäyttöä varten, sillä ne tuottavat argontäytöksensä ansiosta kylmässä paremmin valoa kuin kryptonin ja argonin seoksella täytetyt 26 mm lamput. (Setälä 1999, 44-45.)

Sekä 26 että 38 mm läpimittaisia lamppuja voidaan säätää, mutta kumpikin tyyppi vaatii oman säädinkytöntensä. Muissa kytkennöissä lamput ovat yleensä keskenään vaihdettavia. (Setälä 1999, 45.)

5 LOISTELAMPPUJEN LIITÄNTÄLAITTEET

5.1 Purkauslamppujen liitännälaitteet

Kaikki purkauslamput loisteputkilamput mukaanlukien tarvitsevat lamppuvirtaa rajoittavan liitännälaitteen, eli niitä ei voi kytkeä suoraan verkkojännitteeseen. Useimmat purkauslamput tarvitsevat lisäksi syttymisapuna erityisen sytytinlaitteen. Liitännälaitteet voidaan jakaa toimintaperiaatteensa ja rakenteensa perusteella alla olevan kuvan (KUVIO 6) mukaisesti. (Halonen & Lehtovaara 1992, 289.)



KUVIO 6. Purkauslamppujen liitännälaitteet. (Halonen & Lehtovaara 1992, 289.)

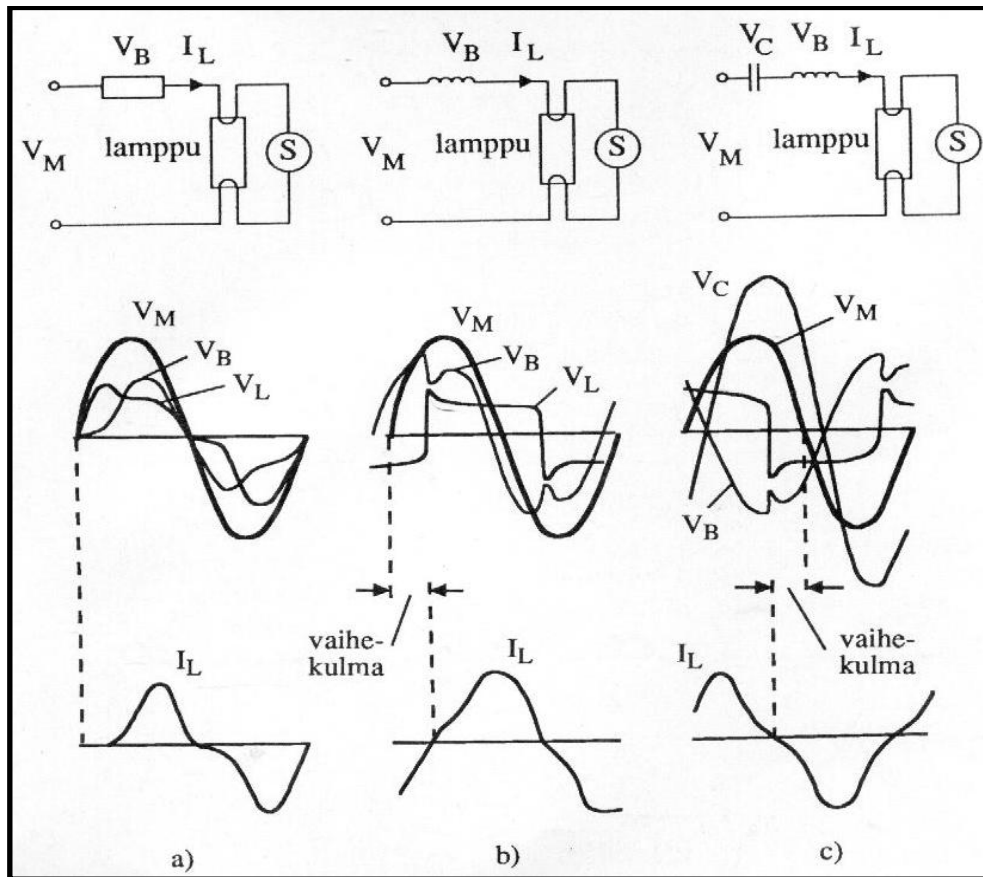
5.2 Konventionaaliset liitännälaitteet

Kuristin on yleisin purkauslampussa käytetty konventionaalinen liitännälaitte. Yleisimpänä sytytinlaitteena käytetään hohtosytytintä. Muita sytytinlaitteita ovat varmuussytytin tai elektroninen sytytin. (Halonen & Lehtovaara 1992, 290 & 293-294.)

5.2.1 Erityyppiset liitännälaitteet

Vastus soveltuu huonosti purkauslamppujen virranrajoittimeksi. Haittapuolina ovat suuri tehohäviö ja huono lamppuvirran muoto, mikä aiheuttaa valoon näkyvää välkyntää. Vastusta käytetään virranrajoittimena vain sekavalolampussa, jossa se toimii samalla valoa säteilevänä hehkulankana. (Halonen & Lehtovaara 1992, 290.)

Kuristin on yleisimmin käytetty purkauslampun liitännälaitte. Kuristimen etuina ovat yksinkertainen ja halpa rakenne sekä hyvä toimintavarmuus. Kondensaattori ei sovi liitännälaitteeksi verkkotaajuudella (50 Hz), sillä sen aiheuttamat purkaus- ja varausvirrat vahingoittavat lampun katodeita. Suuremmilla taajuuksilla kondensaattorin käyttö on mahdollista. Kondensaattorin kanssa sarjaan liitettävä pieni vastus parantaa yhdistelmän toimivuutta seuraavan kuvan (KUVIO 7) mukaisesti. (Halonen & Lehtovaara 1992, 290.)

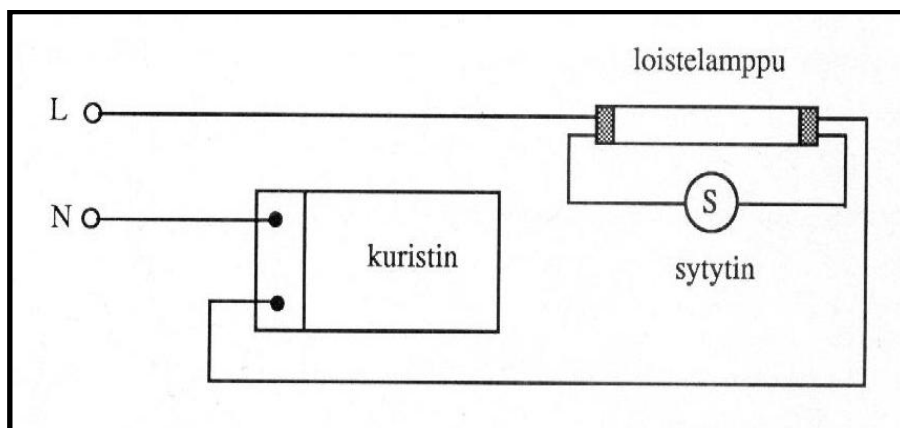


KUVIO 7. Lampun kanssa sarjaan kytkettävät liitännälaitteet virta- ja jännitekäyriin: a) resistiivinen liitännälaitte (vastus), b) induktiivinen liitännälaitte (kuristin) ja c) kapasitiivinen liitännälaitte (kondensaattori ja kuristin). (Halonen & Lehtovaara 1992, 290.)

Virranrajoitin voidaan toteuttaa myös kondensaattorin ja kuristimen sarjakytkennällä. Kondensaattorin kapasitanssi mitoitetaan siten, että piirin impedanssi on yhtä suuri kuin pelkän kuristimen impedanssi, mutta vaihesiirto on kapasitiivinen. Valovirran vaihtelu verkkojännitteen vaihdella on tällöin pieni, mutta toisaalta kato-dien hehkutuksen väheneminen lyhentää lampun elinikää. (Halonen & Lehtovaara 1992, 291.)

5.2.2 Kuristimen rakenne ja ominaisuudet

Kuristin on virtaa rajoittava induktiivinen elin. Lakkaeristeinen kuparilanka on käärittynyt kelarungolle. Runkoon on asennettu rautasydän, joka on koottu ohuista metallilevyistä. Sydämessä oleva ilmaväli parantaa sähköisiä ominaisuuksia ja vähentää magneettista kyllästymistä. Kuristin päällystetään lakalla, hartsilla tai massalla, jolla parannetaan eristystä, sähköistä kestävyyttä, lämmönjohtavuutta ja vähennetään ääntä. (Halonen & Lehtovaara 1992, 291.)



KUVIO 8. Loistelamppujen yleisin kuristinkytkentä. (Halonen & Lehtovaara 1992, 291.)

Kuristimella varustetun lamppupiirin jännitteen ja virran välinen vaihesiirto on induktiivinen, toisin sanoen virta on jännitettä jäljessä. Lampun virta on vain lyhyen ajan lähellä nollaa, joten valossa näkyvä välkyntä on vähäistä. (Halonen & Lehtovaara 1992, 292.)

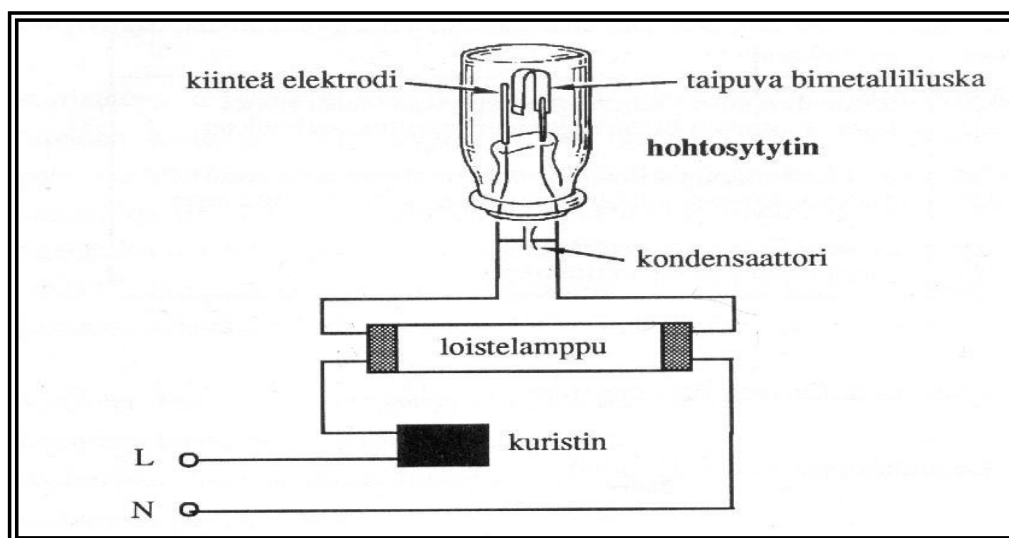
Kuristimen tehohäviöt ovat kuparilangan resistanssissa tapahtuvia lämpöhäviöitä, hystereesi- ja pyörrevirtahäviöitä rautasydämessä sekä ilmaraossa tapahtuvia häviöitä. Suuritehoisilla lampuilla kuristinhäviöiden osuus kokonaistehosta on 10...20 %. Pienitehoisilla lampuilla kuristinhäviöiden osuus on huomattavasti suurempi. Piirin tehokerroin ilman kompensointia on huono suuren loistehon osuuden vuoksi. Loisteho aiheutuu edellä mainituista virran ja jännitteen vaihe-erosta. (Halonen & Lehtovaara 1992, 292.)

Kuristimesta kuuluva ääni syntyy ilmaraossa. Magneettiipiiri vetää ilmaraon eri puolilla olevia sydämen osia toisiinsa. Ilmaraosta lähtevä magneettinen hajavuo voi myös saada kuristimen ympäristössä olevia metalliosia värähtelemään. Vaikka itse kuristin olisi hyvin suunniteltu ja valmistettu, voi esimerkiksi valaisimessa oleva osa värähdellä hyvinkin pienellä energialla. (Halonen & Lehtovaara 1992, 292.)

5.2.3 Purkauslamppujen sytytyslaitteet

Loistelampun sytyttämiseksi käytetään konventionaalisen liitälaitteen kanssa jotakin seuraavista sytyttimistä tai kytkennöistä: a) hohtosytytin, b) varmuussytytin tai c) elektroninen sytytin. (Halonen & Lehtovaara 1992, 293.)

Hohtosytytin on halpa, yksinkertainen ja luotettava. Sytytys kestää kahdesta neljään sekuntiin. Hohtosytyttimen elinikä on kuitenkin rajallinen ja se joudutaan ajoittain uusimaan. Viallinen sytytin voi jäädä oikosulkuun, jolloin piirissä kulkee jatkuva esihenkutusvirta. Nämä vikatilanteet lyhentävät kuristimen elinikää. Hohtosytytin koostuu lasipolttimosta, jossa on kaasutäytös ja kaksi bimetallikontaktia. Lepotilassa kontaktit ovat erillään. Kun piiriin kytketään jännite, sytyttimessä tapahtuva hohtopurkaus lämmittää metalliliuskat ja kosketin sulkeutuu (KUVIO 9). (Halonen & Lehtovaara 1992, 293.)



KUVIO 9. Hohtosytytinkytkentä. (Halonen & Lehtovaara 1992, 294.)

Hohtosytyttimestä on kehitetty varmuussytytin, jossa on lämpörele. Lämpörele kytkee sytyttimen pois tuloksettomien lampun sytytysyrityksien jälkeen. Rele toimii myös silloin, kun sytytin hajoaa ja jää oikosulkuun. Rele voidaan virittää uudelleen palautuspainikkeesta lampun vaihdon yhteydessä, mikäli sytytin ei ole vioittunut. (Halonen & Lehtovaara 1992, 294.)

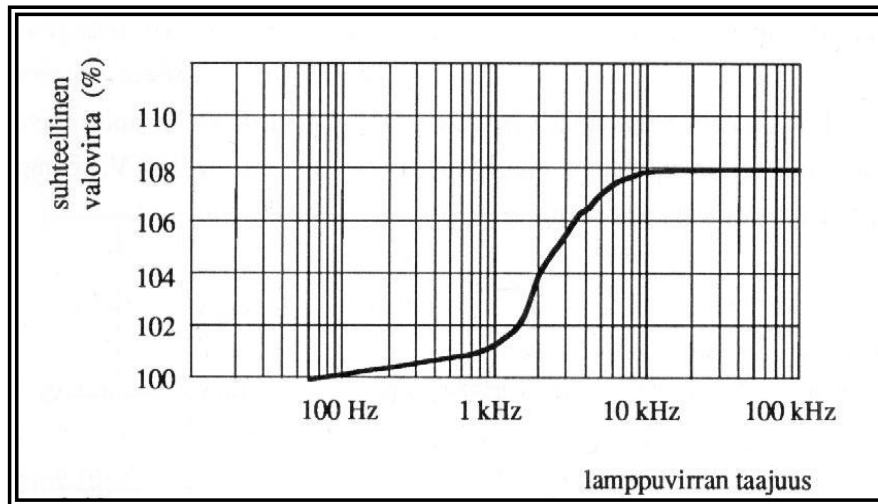
Hohtosytyttimen tilalla voidaan käyttää myös elektronista sytytintä. Elektroninen sytytin voi antaa joko vakiohehkuvirtaa tai pienenevää hehkuvirtaa. Mikäli lamppu ei syty, suuri vakiovirta vahingoittaa liitälaitetta ja lamppua. Pienenevä hehkuvirta lähestyy nollaa, mikäli lamppu ei syty. Sytytin ei tee uutta sytytysyritystä, jos lamppu on viallinen. (Halonen & Lehtovaara 1992, 294.)

5.3 Elektroninen liitälaitte

Loistelampun elektroninen liitälaitte korvaa kuristimen, sytyttimen sekä kompensointi- ja radiohäiriökondensaattorin. Elektronisilla liitälaitteilla on mahdollista käyttää hyväksi loistelampulle ominaista valotehokkuuden kasvua suurilla syöttöjännitteen taajuuksilla (KUVIO 10). Liitälaitteen komponentit mitoitetaan usein siten, että lampun valovirta pysyy samana kuin konventionaalista kuristinta käytettäessä, jolloin lampun ottamaa tehoa voidaan pienentää. (Halonen & Lehtovaara 1992, 299.)

Käytettävä taajuus on 20...50 kHz, mikä on ihmiskorvan kuuloalueen yläpuolella. Valossa ei esiinny välkyntää suurtaajuisella lamppuvirralla eivätkä loppuun palaaneet lamput jää häiritsevästi välkkymään. Lisäksi liitälaitteella voidaan kompensoida verkkojännitteen vaihteluita ilman, että ne näkyvät valotasossa. (Halonen & Lehtovaara 1992, 299.)

Elektroninen liitälaitte nopeuttaa myös lampun syttymistä. Laitte ei toista sytytysyrityksiä, mikäli lamppu on viallinen. Niin ikään laite sammuttaa elinikänsä loppua lähestyvän lampun. Lämpötilan valvontapiiri katkaisee laitteen toiminnan lämpötilan noustessa liian suureksi. (Halonen & Lehtovaara 1992, 300.)



KUVIO 10. Loistelampun valontuoton riippuvuus taajuudesta. (Halonen & Lehtovaara 1992, 300.)

Liitântälaite ei aiheuta äänihäiriöitä mutta aiheuttaa verkkovirtaan harmonisia yliaaltoja ja maahan vuotovirtoja. Elektronisella liitântälaitteella piirin tehokerroin on noin 0,95. Loistelampun tehokerroin on suurella taajuudella likimain 1,0. Lampun syttyminen ja palaminen on paremmin kontrolloitua, jolloin lampun elinikä saadaan pidemmäksi. (Halonen & Lehtovaara 1992, 300.)

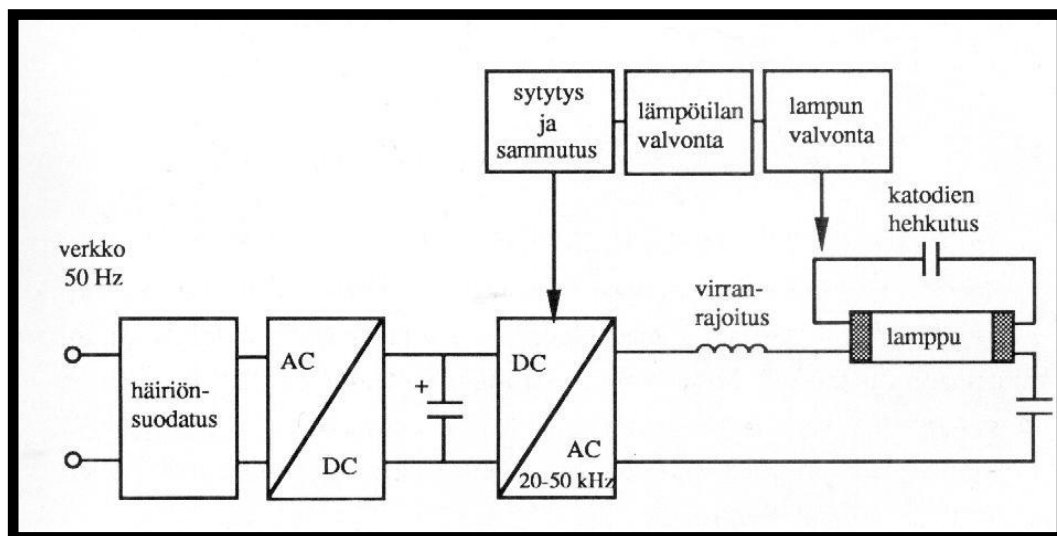
5.3.1 Rakennetyypit

Loistelamppujen elektroniset liitântälaitteet voidaan jakaa kahteen ryhmään. Eräät liitântälaitteet on tarkoitettu käytettäväksi vain erityisesti niitä varten kehitettyjen suurtaajuuslamppujen kanssa. Nämä lamput eivät sovellu käytettäväksi tavallisen kuristimen kanssa. Lamput ovat 16, 32 ja 50 W:n tehoisia ja niiden halkaisija on 26 mm. Toinen ryhmä liitântälaitteita on tarkoitettu standardilampuille. Yhdellä liitântälaitteella voidaan ohjata 1...4 lamppua. (Halonen & Lehtovaara 1992, 301.)

Elektroninen liitântälaite sisältää taajuusmuuttajan, joka muuttaa verkkotaajuuden jännitteen suurtaajuiseksi. Lamppupiirissä on virranrajoitin ja resonanssikomponentteja, jotka yhdessä lampun kanssa muodostavat värähtelypiirin. Virranrajoitus voidaan suurtaajuudella toteuttaa pienellä komponentilla, sillä taajuuden nos-

taminen kasvattaa kelan impedanssia. Liitäntälaitte sisältää valvontapiirin, jolla säädetään lampun tehoa, jännitettä ja virtaa. (Halonen & Lehtovaara 1992, 301.)

Valvontapiiri katkaisee laitteen toiminnan vikatilanteissa. Laitte sisältää myös häiriönvaimennuskomponentteja, jotta radiohäiriöt ja verkkovirran harmoniset pysyisivät määräysten mukaisissa rajoissa. (Halonen & Lehtovaara 1992, 301.)



KUVIO 11. Elektronisen liitäntälaitteen lohkoakaavio. (Halonen & Lehtovaara 1992, 301.)

Loistelampun elektroniset liitäntälaitteet voidaan jaotella säädettävyyden perusteella. Tavalliset elektroniset liitäntälaitteet eivät sovellu valonsäätöön. Vaihekulmasäätimellä säädetyllä jännitteellä syötettävät liitäntälaitteet huolehtivat katodien riittävästä hehkuvirrasta myös matalilla valotasooilla. Lisäksi on olemassa liitäntälaitteita, joita voidaan ohjata suoraan tasajännitteellä, jolloin erillistä säädintä ei tarvita. (Halonen & Lehtovaara 1992, 301-302.)

5.3.2 Elektronisen liitännälaitteen edut

Elektronisen liitännälaitteen etuna on 20 - 30 % pienempi energiankulutus, kun liitännälaitte nostaa taajuuden noin 30 kHz:iin. Elektroninen liitännälaitte antaa lampulle aina oikean suuruisen polttojännitteen riippumatta ensiöpuolen jännitteestä. Näin loisteaine kuormittuu vähemmän ja valovirran alenema hidastuu.

Elektronisen liitännälaitteen avulla taajuus nostetaan korkeaksi ja saadaan välkkyvät valo, koska ihmisen aivot ja silmät havaitsevat vain taajuusalueella alle 1000 Hz esiintyvän värinän. Lisäksi lampun polttoikä on pidempi lämminsytytyksellä ja nopea syttyminen pidentää lampun kestoikää.

Elektronisella liitännälaitteella on myös se etu, että se sammuttaa loppuun palaaneen lampun. Elektroninen liitännälaitte tunnistaa lämpötilan nousun, kun viallinen lamppu yrittää syttyä uudelleen ja uudelleen, jolloin kuristimen ja sytyttimen lämpötila nousee. Turvapiiri kytkee tällaiset lamput pois päältä.

Elektronisen liitännälaitteen avulla saadaan pieni magneettikenttä, koska virtaa päätetään tehokuolihoiteilla, jolloin isoa kelaa ei tarvita. Elektronisen liitännälaitteen avulla saadaan aikaan myös se, että 50 Hz:n harmoniset yliaallot jäävät pois, koska säädin on 50 Hz virtaan nähden huomattavasti lineaarisempi komponentti kuin konvektionaalinen kuristin.

Elektroninen liitännälaitte on kevyt. Etu on myös se, että lampun syöttöjännite on stabiloitu. Elektronisen liitännälaitteen avulla tehokerroin on lähes 0,95.

Elektroninen liitännälaitte mahdollistaa valonsäädön tähän tarkoitukseen tarkoitettulla liitännälaitteella. Valoa voidaan säätää 100 %:sta 5 %:iin.

(Järvinen 2009, 17-18.)

6 VERTAILUSSA T8-JÄRJESTELMÄ JA T5-JÄRJESTELMÄ

Tämän kappaleen tarkoituksena on tuoda esille vanhan T8-järjestelmän ja uuden T5-järjestelmän eroavaisuuksia.

6.1 Vanha ja tehoton T8-teknologia

T8-teknologian loistelamppuja käytetään paljon esimerkiksi toimistovalauksessa. Tämän järjestelmän haittana on se, että T8-teknologian lamput käyttävät kuristinta, jonka häviöt ovat suuria. Kuristimen tehohäviöt ovat kuparilangan resistanssissa tapahtuvia lämpöhäviöitä, hystereesi- ja pyörrevirtahäviöitä rautasydämessä sekä ilmaraossa tapahtuvia häviöitä. (Halonen & Lehtovaara 1992, 292; Valosto 2010.)

Lisäksi T8-järjestelmän lamput on huono valontuottokyky ja huonot värinnoistominaisuudet. T8-teknologialla varustetun lampun valonsäätö ei ole niin helppoa kuin elektronista liitännälaitetta käyttävässä T5-loistelampussa. Lisäksi T8-teknologiaa käyttävän lampun valaisin on isokokoinen. (Valosto 2010; Philips 2010.)



KUVIO 12. GLAMOX C10-S-valaisin T8-loistelampulla. (GLAMOX 2010.)

6.2 Uusi ja energiatehokas T5-teknologia

T5-teknologiaan perustuvat loistelamput ovat yleistymässä esimerkiksi toimistovalaisuksessa, koska niillä on paremmat käyttöominaisuudet kuin vanhemman T8-teknologian loistelampuilla. (Valosto 2010.)

Uuden T5-teknologian loistelampuissa käytetään tehokasta elektronista liitäntälaitetta, joka korvaa kuristimen, sytyttimen sekä kompensointi- ja radiohäiriökondensaattorin. (Halonen & Lehtovaara 1992, 299.)

T5-loistelampuilla saadaan värinätöntä valoa, koska käytettävä taajuus on noin 30 kHz. Ihmisen silmät ja aivot havaitsevat vain alle 1000 Hz taajuusalueella olevan värinän. Työviihtyvyyden ja jaksamisen kannalta on tärkeää, että esimerkiksi toimistovalaisuksessa loistelampun valo on värinätöntä.

T5-teknologiaa käyttävän loistelampun valontuottokyky on hyvä. Lisäksi värinointiominaisuuksiltaan se on parempi, kuin vanhempi T8-teknologian lamppu. Paremman optiikan ansiosta T5-loistelamppujen koko on pienempi, kuin vanhemman T8-loistelampun.



KUVIO 13. GLAMOX C10-S1-valaisin T5-loistelampulla. (GLAMOX 2010.)

6.3 T5-loistelamppujen edut T8-loistelamppuihin verrattuna

T5-loistelampuilla on monia etuja vanhoihin T8-loistelamppuihin nähden. T5-loistelampulla on suurempi valontuotto 104 lm/W, pienempi halkaisija (-40 %) ja se antaa paremmat mahdollisuudet valon suuntaamiseen. Energiansäästö voi olla 40 % verrattuna tavalliseen T8-lampun ja perinteisen kuristimen yhdistelmään. T5-lamppu/valaisin on n. 7-10 % energiatehokkaampi kuin T8-lamppu/valaisin. Tämän perusteella voidaan laskea energiansäästöpotentiaali. Arvio perustuu nyt myytävien lamppujen vakiotehoihin ja tyypilliseen korvaustapaan (esim. 58 W T8 korvataan 54W T5-lampulla). (Motiva 2010.)

6.4 T5-loistelamppujen kustannusvertailu T8-loistelamppuihin

Tämän kappaleen tarkoituksena on tarkastella loistelamppujen kustannuksia. Vertailukohtana ovat elektronisella liitäntälaitteella varustetut T5-loistelamput sekä kuristimella varustetut T8-loistelamput.

6.4.1 Hinta suhteutettuna valovirtaan

Valonlähteiden käyttökelpoisuutta arvioitaessa tulee ottaa huomioon niiden vuosittaiset kokonaiskustannukset suhteutettuna lampun valovirtaan. Seuraavassa taulukossa (TAULUKKO 1) on arvioitu tyypillisten valonlähteiden vuosikustannuksia 1000 lm kohti laskettuna vuosittaiselle 3000 h polttotuntimäärälle, kun sähköenergian hinta on 0,07 €/kWh. (Varsila 2007, 16.)

TAULUKKO 1. T5-loistelampun ja T8-loistelampun (taulukossa lihavoituna) hinta-vertailua suhteutettuna lampun valovirtaan. Lamppukustannuksia laskettaessa on otettu huomioon myös liitännälaittehäviöt. Loiste- ja pienloistelampuilla on käytetty elektronista liitännälaitetta (EL) ja muilla lampputyypeillä konventionaalista kuristin- ta. (mukaillen Varsila 2007, 16.)

Lamppu + liitännälaitte	Polttoikä,h	W	Häviöt,%	lm	€/kpl	€/klm,v
Suora T8-loistelamppu EL	18000	36	0	3350	2,2	2,37
Suora T5-loistelamppu EL	18000	28	3,5	2600	4,0	2,60
Suora T8-loistelamppu magn.	12000	36	10	3350	2,2	2,67
Pienloistelamppu FSM EL	8500	26	3	1800	7,5	4,59
Monimetallilamppu MT magn.	6000	70	15	6000	30	5,38
Pienloistelamppu FSM magn.	5500	26	8	1800	7,5	5,56
Elohopealamppu QE magn.	6000	50	11	2000	4,0	6,90
WhiteSon-lamppu STH magn.	8000	100	16	4800	45	8,73
Halogeenilamppu HSG EL	4000	50	3	930	1,25	12,65
Hehkulamppu IAA	1000	100	0	1380	0,45	16,20

Taulukosta huomataan, että T5-loistelampun hinta on 4 €/kpl. T5-lampun vuosikustannukset 1000 lumenia kohti vuosittaisella 3000 tunnin polttoajalla ovat 2,60 €. Vastaavasti T8-loistelampulla vuosikustannukset ovat 2,67 €.

6.4.2 Hinta suhteutettuna lampputehoon

Seuraavassa taulukossa (TAULUKKO 2) on arvioitu tyypillisten valonlähteiden vuosikustannuksia 100 wattia kohti. Ne ovat laskettu vuosittaiselle 3000 h poltto- tuntimäärälle, kun sähköenergian hinta on 0,07 €/kWh. (Varsila 2007, 16.)

TAULUKKO 2. T5-loistelampun ja T8-loistelampun (taulukossa lihavoituna) hinta-vertailua suhteutettuna lampputehoon. Lamppukustannuksia laskettaessa on otettu huomioon myös liitántälaitehäviöt. Loiste- ja pienloistelampuilla on käytetty elektronista liitántälaitetta (EL) ja muilla lampputyypeillä konventionaalista kuristin- ta. (mukaillen Varsila 2007, 16.)

Lamppu + liitántälaite	Polttoikä,h	W	Häviöt,%	lm	€/kpl	€/100W,v
Suora T8-loistelamppu EL	18000	36	0	3350	2,2	22,02
Hehkulamppu IAA	1000	100	0	1380	0,45	22,36
Halogeenilamppu HSG EL	4000	50	3	930	1,25	23,53
Suora T5-loistelamppu EL	18000	28	3,5	2600	4,0	24,14
Suora T8-loistelamppu magn.	12000	36	10	3350	2,2	24,86
Elohopealamppu QE magn.	6000	50	11	2000	4,0	27,60
Pienloistelamppu FSM EL	8500	26	3	1800	7,5	31,84
Pienloistelamppu FSM magn.	5500	26	8	1800	7,5	38,59
WhiteSon-lamppu HSG EL	8000	100	16	4800	45	41,85
Monimetallilamppu MT magn.	6000	70	15	6000	30	46,14

Taulukosta huomataan, että T5-loistelampun hinta on 4 €/kpl. T5-lampun vuosikustannukset 100 wattia kohti vuosittaisella 3000 tunnin polttoajalla ovat 24,14 €. Vastaavasti T8-loistelampulla vuosikustannukset ovat 24,86 €.

7 T8-LAMPPUJEN KORVAAMINEN T5-LAMPUILLA

Näyttää siltä, että käytännössä T8-loistelamput korvataan T5-lampuilla, mutta hyvin pitkällä aikavälillä, koska T8-lampputyyppejä ei poistu markkinoilta direktiivien myötä vuoteen 2020 mennessä. EU:n komission taustaselvityksessä on arvioitu, että EU:n alueella myytiin n. 238 miljoonaa T8-lamppua ja 12 miljoonaa T5-lamppua vuonna 2004. T8 valopisteitä on arvioitu olevan nyt käytössä läntisessä Euroopassa 1 144 milj. kpl ja T5 valopisteitä 78 milj. kpl. (Motiva 2010.)

Näiden tietojen perusteella on arvioitu, että T8-lampuilla energiankulutus on Euroopan tasolla 126 TWh/v ja T5-lampuilla 6 TWh/v. Näin ollen voidaan laskea, että mikäli T5-valaisinyhdistelmällä tuotettu valaistus on T8-valaisinyhdistelmällä tuotettua valaistusta keskimäärin 10 % energiatehokkaampi, olisi energiansäästöpotentiaali kaksikantaisilla loistelampuilla tuotetusta yleisvalosta Euroopan tasolla 12,6 TWh. (Motiva 2010.)

Tämä edellyttäisi kuitenkin kaikkien T8-lamppujen/valaisimien vaihtamista T5-lampuiksi/valaisimiksi, jotka on varustettu elektronisella virranrajoittimella. Nykyinen arvio palvelusektorin yleisten valaisin- ja lampputuotteiden kulutuksesta EU:n alueella on 200 TWh. Kulutuksen nousu Euroopan tasolla vuoteen 2020 on arvioitu olevan 60 TWh. Edelliset laskelmat ovat kuitenkin teoreettisia. T8-lampulla varustettuja valaisimia on asennettuna erittäin paljon, ja koska T8-lampputyyppejä ei poistu markkinoilta vuoteen 2020 mennessä, oleellista muutosta ei tule tapahtumaan. (Motiva 2010.)

8 OPINNÄYTETYÖN KÄYTÄNNÖN OSUUDEN ESITTELY

Tämän opinnäytetyön käytännön osuuteen on kuulunut T5- ja T8-loistelamppujen käyttökokemusten keräämistä muutamilta lähialueen sähkösuunnittelijoilta ja valaisinmyyjiltä. Kyselyn tarkoituksena oli selvittää, kuinka suuria ovat T5- ja T8-loistelamppujen osuudet uudisrakennuksissa nykyisin. Lisäksi tiedustelin, kuinka suuria ovat näiden lamppujen osuudet lamppumyynnistä nykyisin.

Käytännön osuuden suoritus tapahtui sähköpostitse. Lähetin kyselyn neljälle keskisuurelle sähkösuunnittelua tekeväälle yritykselle, joista kolme vastasi kyselyyn. Kyselyyn vastanneet yritykset ovat: Pöyry Building Systems Oulusta, Selkämaan Suunnittelu Oy Haapajärveltä sekä Päivärinnan Sähköliike Nivalasta. Näistä Päivärinnan Sähköliike myös myy valaisimia. Lisäksi Selkämaan Suunnittelu Oy oli selvittänyt paikalliselta urakoitsijalta, kuinka suuria ovat T5- ja T8-lamppujen osuudet myynnistä.

9 T5- JA T8-LOISTELAMPPUJEN KÄYTTÖ NYKYISIN

9.1 T5- ja T8-lamppujen osuudet uudisrakennuksissa nykyisin

Ensimmäisen yrityksen vastauksen mukaan noin 90-95 % niistä kohteista, joihin tulee loistelamppuja, käytetään T5-loistelamppuja. He käyttävät T8-lamppua ainoastaan silloin, kun tilaaja haluaa, esimerkiksi saneerauskohteissa.

Toisessa kyselyyni vastanneessa yrityksessä pyritään siihen, että käytettäisiin vain yhtä lampputyyppiä. Tässä yrityksessä T5-putkella varustettujen valaisimien osuus suunnitelmissa on noin 99 %. T8-putkella varustettuja valaisimia käytetään vain poikkeustapauksissa, eli jos ko. tilaan ei löydy T5-putkella varustettua valaisinta. Tästä esimerkkinä räjähdysvaaralliset tilat (pölyt, kaasut, palavat nesteet yms.), joihin on yleensä olemassa vain T8-putkella varustettuja valaisimia.

Tämän yrityksen käyttökokemusten mukaan T5-putkella varustettujen valaisimien osuus kohteissa on kasvanut vuosi vuodelta. Alkuaikoina he käyttivät paljon sekaisin T5- ja T8-putkilla varustettuja valaisimia, johtuen lähinnä valikoiman suppeudesta. Mutta nykyisin tilanne heillä on kääntynyt selvästi T5-putken suuntaan. Heidän mukaan kohteissa on järkevää käyttää mahdollisimman vähän erilaisia lampputyyppisiä. Tämä siksi, että käyttäjän suorittama lamppujen vaihto pysyy yksinkertaisempänä.

Kolmannen yrityksen vastaukset poikkesivat aikaisemmista. Tässä yrityksessä T5-putkella varustettujen lamppujen osuus uudisrakennuksissa on 40 % ja T8-putkella varustettujen lamppujen osuus 60 %.

9.2 T5- ja T8-lamppujen osuudet lamppumyynnistä nykyisin

Ensimmäinen kyselyyni vastannut yritys oli keskittynyt sähkösuunnitelmien tekoon ja heillä ei siten ollut valaisinmyyntiä.

Toinen kyselyyni vastannut yritys oli myös suunnittelutoimisto, eikä myynyt valaisimia. Tämä yritys oli kuitenkin tiedustellut asiaa eräältä paikalliselta urakoitsijalta, joka oli ilmoittanut, että nykyisin 80 % kaikista toimitetuista valaisimista on varustettu T5-putkella. Urakoitsija oli myös kertonut heille, että mainosvalot, poikkeustilat (räjähdysvaaralliset tilat) yms. on edelleen varustettu T8-putkella tai muilla ko. tiloihin soveltuvilla lampputyypeillä.

Kolmannen yrityksen vastaukset poikkesivat kahdesta ensimmäisestä. Tässä yrityksessä T8-putkella varustettujen lamppujen osuus ”tiskikaupassa” on tällä hetkellä noin 90 %. Urakointikohteissa tässä yrityksessä T5-lamppujen osuus myynnistä on noin 40 % ja T8-lampuilla 60 %.

10 YHTEENVETO

Kaiken kaikkiaan voidaan todeta, että T5-loistelampuilla on monia etuja verrattuna vanhempiin T8-loistelamppuihin. T5-lamppu on lähes 10 % energiatehokkaampi kuin T8-lamppu. T5-järjestelmän etuna ovat myös ohuemmat loisteputket, jolloin voidaan säästää energia- ja materiaalikuluissa. T5-lamppujen hyvä ominaisuus on myös se, että niillä saadaan väikkymätöntä valoa, joka ei häiritse silmiä.

Mikäli valaistuksessa mietitään vaihtoehtoisia tapoja, T5-lamput ovat varteenotettava vaihtoehto. Nykyisin käytettävissä olevista T5-lampuista löytyy vielä kehitettävää. Opinnäytetyöhöni osallistuneiden yritysten käyttökokemuksien mukaan esimerkiksi räjähdysvaarallisiin tiloihin voi olla vaikeaa löytää T5-loisteputkella varustettuja lamppeja.

Kyselyyni vastanneiden yritysten vastausten perusteella voidaan todeta, että T5-lamppujen suosio on nykyään todella suuri. Tulevaisuudessa T5-lamput valaisevat elämäämme yhä enemmän, koska energiatehokkuus on yhä tärkeämpää, kun valaistusratkaisuja mietitään.

Kokonaisuudessaan tämä opinnäytetyöprojekti on ollut todella mielenkiintoinen. Olen ollut tyytyväinen opinnäytetyöni aiheeseen. Opinnäytetyöprojektin aikana olen saanut monipuolista tietoa T5- ja myös muiden loistelamppujen ominaisuuksista, toiminnasta ja käyttötarkoituksesta.

LÄHTEET

Kirja

Halonen, Liisa. & Lehtovaara, Jorma. 1992. Valaistustekniikka. Jyväskylä: Tekijät ja Otatieto Oy.

Setälä, Juha. 1999. Teoksessa Ahponen Veikko (toim.). Lamput ja valaisimet. Jyväskylä: Gummerus.

Sähköinen julkaisu

Halonen, Liisa. & Eloholma Marjukka. 2005. Keinovalon historia. Duodecim-lehti 23/2005. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.duodecimlehti.fi>.
Luettu 14.5.2010.

Järvinen, S. 2009. EU:n energiatehokkuusdirektiivi ja sen aiheuttamat muutostoi-
menpiteet valaistukseen rautateiden matkustaja-alueilla. Www-dokumentti. Saata-
vissa: <http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/3780/EUn%20ener.pdf>.
Luettu 16.4.2010.

Tapper, J. 2006. Valaistuksen energian käyttö ja sen säästöpotentiaali kotitalouk-
sissa ja toimistorakennuksissa. Www-dokumentti. Saatavissa:
[http://akseli.tekes.fi/opencms/opencms/OhjelmaPortaali/ohjelmat/ClimBus/fi/Doku-
menttiarkisto/Viestinta_ ja_ aktivointi/Julkaisut/Projektiaineistot/2005/Raportit/
Valaistuksen_ energian_ kaeyttoa_ ja_ sen_ saeaestoepotentiaali.pdf](http://akseli.tekes.fi/opencms/opencms/OhjelmaPortaali/ohjelmat/ClimBus/fi/Dokumenttiarkisto/Viestinta_ ja_ aktivointi/Julkaisut/Projektiaineistot/2005/Raportit/Valaistuksen_ energian_ kaeyttoa_ ja_ sen_ saeaestoepotentiaali.pdf).
Luettu 28.4.2010.

Varsila, M. 2007. Luminord-seminaari. Www-dokumentti. Saatavissa:
<http://www.nsoy.fi/lumi/Luminord%20seminaari%202007.pdf>. Luettu 25.4.2010.

Www-dokumentti. Saatavissa:
<http://airam.fi>. Luettu 14.5.2010.

Www-dokumentti. Saatavissa:

<http://stara.elektroskandia.fi>. Luettu 11.4.2010.

Www-dokumentti. Saatavissa:

<http://www.glamox.fi>. Luettu 18.4.2010.

Www-dokumentti. Saatavissa:

<http://www.innojok.fi>. Luettu 27.4.2010.

Www-dokumentti. Saatavissa:

<http://www.lighting.philips.com>. Luettu 14.5.2010.

Www-dokumentti. Saatavissa:

<http://www.motiva.fi>. Luettu 14.4.2010.

Www-dokumentti. Saatavissa:

<http://www.sisustaja.com>. Luettu 18.4.2010.

Www-dokumentti. Saatavissa:

<http://www.valosto.com>. Luettu 14.4.2010.

Www-dokumentti. Saatavissa:

<http://www.wikipedia.fi/loistelamppu>. Luettu 3.4.2010.



T5 Pienläpimittainen loistelamppu LO 16 mm

Lampputyyppi	Teho, W	Kanta	Pituus, mm	Valovirta, lm
LO-642 valkea 4000K	4	G5	136	120
LO-530 lämmin 3000 K	6	G5	212	240
LO-530 lämmin 3000 K	8	G5	288	330
LO-530 lämmin 3000 K	13	G5	517	700



T5 Suurteholoistelamppu HE 16 mm

Lampputyyppi	Teho, W	Kanta	Pituus, mm	Valovirta, lm
T5 HE-830 lämmin 3000 K	14	G5	549	1220
T5 HE-830 lämmin 3000 K	21	G5	849	1890
T5 HE-830 lämmin 3000 K	28	G5	1149	2610
T5 HE-830 lämmin 3000 K	35	G5	1449	3290
T5 HE-835 neutraali 3500 K	14	G5	549	1220
T5 HE-835 neutraali 3500 K	21	G5	849	1890
T5 HE-835 neutraali 3500 K	28	G5	1149	2610
T5 HE-835 neutraali 3500 K	35	G5	1449	3290
T5 HE-840 valkea 4000 K	14	G5	549	1220
T5 HE-840 valkea 4000 K	21	G5	849	1890
T5 HE-840 valkea 4000 K	28	G5	1149	2610
T5 HE-840 valkea 4000 K	35	G5	1449	3290



T5 Suurvaloteholoistelamppu HO 16 mm

Lampputyyppi	Teho, W	Kanta	Pituus, mm	Valovirta, lm
T5 HO-830 lämmin 3000 K	49	G5	1449	5000
T5 HO-835 neutraali 3500 K	49	G5	1449	5000
T5 HO-840 valkea 4000 K	49	G5	1449	5000



T8/T12 Kaksoisvaippaloistelamppu 26/38 mm

Lampputyyppi	Teho, W	Kanta	Pituus, mm	Valovirta, lm
T8/T12 LPT-840 valkea 4000 K	18	G13	590	1350
T8/T12 LPT-840 valkea 4000 K	36	G13	1200	3350
T8/T12 LPT-840 valkea 4000 K	58	G13	1500	5200



T8 Päivänvaloloistelamppu 26 mm

Lampputyyppi	Teho, W	Kanta	Pituus, mm	Valovirta, lm
LX-950, kirkas valkea 5000 K	36	G13	1200	1950
LX-950, kirkas valkea 5000 K	58	G13	1500	3150



T8 Elintarvikeloistelamppu 26 mm, keltapunasävyjä korostava

Lampputyyppi	Teho, W	Kanta	Pituus, mm	Valovirta, lm
FL Foodlite	15	G13	438	400
FL Foodlite	18	G13	590	550
FL Foodlite	30	G13	890	1000
FL Foodlite	36	G13	1200	1400
FL Foodlite	36	G13	970	1300
FL Foodlite	58	G13	1500	2150