

SAVONIA

ammattikorkeakoulu

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

KATUVALAISTUKSEN MODERNISOINTI

Varkauden kaupunki Kauppakatu

TEKIJÄ Tommi Pirskanen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Tutkinto-ohjelma Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä Tommi Pirskanen			
Työn nimi Katuvalaistuksen modernisointi			
Päiväys	29.5.2023	Sivumäärä/Liitteet	37/1
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani Varkauden kaupunki Tekninen toimi Tukipalvelut Sähköosasto			
Tiivistelmä Opinnäytetyön tarkoituksena oli löytää energiatehokas ja hinnaltaan edullinen ratkaisu, jolla saataisiin katuvalaistuksen huoltotarvetta ja energian kulutusta vähennettyä katuvalaisimissa Kauppakadulla Varkaudessa. Tämän vuoksi opinnäytetyössä keskityttiin etsimään vaihtoehto monimetallilampuille, joita käytetään valonlähteinä Kauppakadun katuvalaisimissa. Opinnäytetyön tilaajana oli Varkauden kaupungin sähköosasto, joka on osa Varkauden kaupungin Teknisen toimen Tukipalveluja. Sähköosasto huolehtii Varkauden kaupungin kiinteistöjen sekä katuvaloverkoston sähköhuollosta. Työssä tutustuttiin katuvaloissa käytettäviin erilaisiin valonlähteisiin sekä muihin valaisimen ja valonlähteen valintaan vaikuttaviin seikkoihin. Katuvalojen modernisoinnille laskettiin myös investoinnin takaisinmaksuaika. Opinnäytetyön tuloksena löydettiin kohtalaisen helppo ja edullinen ratkaisu, jolla voidaan säästää huomattavia summia katuvalaistuksen energia- sekä huoltokustannuksissa.			
Avainsanat Katuvalot, modernisointi, valonlähde, energiansäästö, kustannuslaskenta			

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Electrical and Automation Engineering	
Author Tommi Pirskanen	
Title of Thesis Modernization of Streetlights	
Date 29 May 2023	Pages/Appendices 37/1
Client Organisation City of Varkaus	
<p>Abstract</p> <p>The purpose of the thesis was to find an energy-efficient and affordable solution that would reduce the need for streetlighting maintenance and energy consumption of the streetlights on Kauppakatu in Varkaus. For this reason, the thesis focused on finding an alternative to multi-metal lamps, which are used as light sources in streetlights of Kauppakatu. This thesis was commissioned by the electrical department of the city of Varkaus, which is part of the technical work support services of the city of Varkaus. The electrical department takes care of the electrical maintenance of Varkaus city properties and the streetlight network.</p> <p>Various light sources used in streetlights, as well as other factors affecting the choice of streetlight and light source, were studied in the thesis. The payback period of the investment was also calculated for the modernization of the streetlights.</p> <p>As a result, a relatively easy and inexpensive solution was found, which can save considerable sums in the energy and maintenance costs of street lighting. A suitable light source based on LED technology was sought for the old street lights.</p>	
Keywords Street lights, modernization, light source, energy saving, cost calculation	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
1.1	Käsitteitä	6
2	YLEISTÄ KATUVALAISTUKSESTA JA VALONLÄHTEISTÄ.....	7
2.1	Valotehokkuus	8
2.2	Elohopealamppu	9
2.3	Monimetallilamppu	10
2.4	Suurpainenatriumlamppu.....	11
2.5	LED-lamppu.....	12
2.6	Induktiolamppu	12
3	KAUPPAKADUN KATUVALAISTUS	13
3.1	Nykytilanne	14
3.1.1	Valaisimet	14
3.1.2	Valonlähde	15
4	KOKEILLUT MUUTOKSET	16
4.1	Aec Story -valaisin	16
4.2	Syväsäteilijät	18
4.2.1	Sylvania Granit Highbay 139 W 4k 85°	19
4.2.2	Start LED Highbay 90 W 12KLM 4K.....	20
4.2.3	Sonepar Säde 16800 lm 120 W IP65.....	21
4.2.4	Hide-a-lite Highlite – IP65 16100lm 840 60°.....	22
4.2.5	Sylvania Granit 298 80W 13000lm 4000K 55° musta.....	23
4.2.6	Säde 11200lm 80W DA IP65 840	24
4.3	Kokeilujen tulos	25
5	SÄÄSTÖT	26
5.1	Laskenta	26
5.2	Laskennan tulokset	28
6	POHDINTA.....	29
	LÄHTEET	30
	LIITE 1: TUNGSRAM CMH150/T/UVC/U/942/G12 TU -ESITE.....	32

KUVALUETTELO

KUVA 1. Valonlähteiden valotehokkuus (lm/W) (Sähkötieto ry, 2021)	8
KUVA 2. Elohopealamppu Osram (K-Rauta)	9
KUVA 3. Monimetallilamppu Philips (Finnparttia Oy)	10
KUVA 4. Suurpainenatriumlamppu Osram (Sonepar)	11
KUVA 5.LED-lamppu (Pirskanen, 2023).....	12
KUVA 6. Induktiolamppu Philips (Sähköteknisen Kaupan Liitto ry, 2023)	12
KUVA 7. Poikkileikkaus Kauppakatu (Varkauden kaupunki)	13
KUVA 8. Kauppakatua 28.4.2023 (Pirskanen, 2023).....	13
KUVA 9. Kauppakadun valaisin Kali (Varkauden kaupunki, Arkkitehtitoimisto Mikko Heikkilä OY, Esisuunnittelijat Oy, Tuomas Santasalo OY, 2000)	14
KUVA 10. CMH-monetallilampun ikääntyminen (Liite 1).....	15
KUVA 11. AEC Story -valaisin asennettuna Kauppakadulle (Pirskanen, 2023)	17
KUVA 12. Yleiskuva Kauppakadulta. Asennettuna kaksi Story -valaisinta (Pirskanen, 2023).....	18
KUVA 13. Sylvania Granit Highbay (Onninen Oy, ei pvm)	19
KUVA 14. Sylvania start LED Highbay (Feilo Sylvania OY, ei pvm)	20
KUVA 15. Säde 16800lm 120W IP65 840 (Sonepar Suomi Oy, ei pvm)	21
KUVA 16. Hidealite Highlite (Sonepar Suomi Oy, ei pvm)	22
KUVA 17, Sylvania Granit 80W 13000LM 4K 55° (Sonepar Suomi Oy, ei pvm)	23
KUVA 18. Säde 11200lm 80W IP65 840 (Sonepar)	24

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää kuinka katuvalaistuksen modernisointi olisi mahdollista toteuttaa Varkaudessa Kauppakadun alueella mahdollisimman kustannustehokkaasti. Opinnäytetyön tilaajana oli Varkauden kaupungin sähköosasto (myöh. tilaaja), joka on osa Varkauden kaupungin Teknisen toimen tukipalveluja. Keskeisiä tavoitteita olivat energiansäästö sekä ylläpitokustannusten madaltaminen. Kauppakatu on vilkkaimpia katuja Varkaudessa, joten se kuuluu katuvalaistuksen osalta ylimpään prioriteettiluokkaan. Työtä aloitettaessa joitakin muutoksia katuvalaisuksessa oli jo kokeiltu.

Katuvalaistukseen käytettävän energian säästö ja huoltokustannusten madaltaminen todettiin jo työn suunnitteluvaiheessa työn keskeisimmiksi tavoitteiksi. Valonlähteiden vanha tekniikka oli vikahekkää ja sitoi henkilöresursseja liikaa. Valaisintekniikan kehittyessä oli markkinoille tullut paljon erilaisia vaihtoehtoja, jotka olivat sekä energiatehokkaampia että huoltovapaampia kuin tässä kohteessa käytössä oleva valaisintekniikka.

Työn edetessä energiansäästö muuttui myös yleisesti todella ajankohtaiseksi aiheeksi Eurooppaa kohdanneen energiakriisin johdosta. Energiakriisin johdosta sähköenergian hinta oli rajussa nousussa ja yleisenä pelkona oli, että talvella 2022–2023 voisi Suomessakin olla päiviä, jolloin sähköenergian saantia voitaisiin joutua säännöstelemään. Myös kuntasektorilla selvitettiin ja tutkittiin, miten energiaa saataisiin säästettyä erilaisilla toimilla. Katuvalaistuksenkin energian kulutusta tarkasteltiin Varkauden kaupungin toimesta entistä tarkemmin. (Nykänen, 2023.) Energiakriisin syynä Euroopassa oli energiantuonnin loppuminen Venäjältä Ukrainassa alkaneiden sotatoimien ja niitä seuranneiden boikottien ja kaasutoimitusten häiriöiden johdosta, esimerkiksi sähköenergian tuonti Venäjältä Suomeen loppui kokonaan ja kaasutoimitukset Venäjältä olivat epävarmoja (YLE, 2022).

Kun työ aloitettiin toukokuussa 2022 Ukrainassa olivat alkaneet sotatoimet, jotka vaikuttivat paljon komponenttien saatavuuteen. Tässä työssä käytettäviä syväsäteilijöitä piti olla saatavana kesän 2022 aikana, mutta yhä uudestaan siirtyneet toimitusajat lykkäsivät työn valmistumista ja muuttivat jonkin verran myös opinnäytetyön sisältöä.

1.1 Käsitteitä

Kelvin (K) = Värilämpötilan mittayksikkö

Lumen (lm) = valovirran SI-järjestelmän mukainen yksikkö

Valonlähde = valaisimen osa, jossa sähkövirta muutetaan näkyväksi valoksi

Valotehokkuus (lm/W) = valonlähteen hyötysuhde

Valovirta = Fotometrinen suure, valonlähteestä säteilevän näkyvän valon yhteismäärä

Värilämpötila = valkoiseksi käsitetyn valon mitattava ominaisuus, valon värisävy

Värintoistoindeksi = värintoisto, ilmaisee miten hyvin valonlähde saa ihmissilmän havaitsemaan kohteen värin

2 YLEISTÄ KATUVALAISTUKSESTA JA VALONLÄHTEISTÄ

Katuvalaistus lisää turvallisuutta. Liikenneviraston mukaan kotimaiset ja kansainväliset tutkimukset ovat osoittaneet katuvalaistuksen vähentävän pimeän ajan onnettomuuksia maanteillä 20–30 %. (Liikennevirasto, 2015.)

Oikeanlaisella valaistuksella ja valaistusluokan valinnalla pystytään vaikuttamaan ihmisten ja omaisuuden turvallisuuteen ja turvallisuuden tunteeseen. Valaistus on myös osa kaupunkikuvaa ja -identiteettiä. Toimivalla ja oikeanlaisella katuvalaistuksella on paljon vaikutusta viihtyvyyteen ja tunnelmaan. Ympäristöystävällinen ulkovalaistus on osa kestävä kehityksen periaatteiden mukaista energiatehokasta valaistusta. Katuvalaistuksen suunnittelussa kierrätys ja valosaasteen vähentäminen ovat kestävä kehityksen kannalta tärkeitä huomioita otettavia asioita. (Suomen kuntatekniikan yhdistys, 2020.)

Eri valonlähteet eroavat toisistaan valontuottotavan perusteella. Elohopealamppu, monimetallilamppu ja suurpainenatriumlamppu ovat suuripaineisia purkaussäteilijöitä ja loistelamppu sekä pienipainenatriumlamppu ovat pienipaineisia purkaussäteilijöitä. "Hehku- ja halogeenilamput ovat hehkusäteilijöitä. Ledi on puolijohdevalonlähde, jossa valo syntyy eri tavoin saostettujen puolijohteiden rajapinnassa elektronien ja aukkojen yhdistyessä vapautuvasta energiasta." (Sähkötieto ry, 2021.)

Tiettyjen vaarallisten aineiden käyttöä sähkö- ja elektroniikkalaitteissa, kuten elohopean käyttöä valaistustuotteissa rajoittaa Euroopan unionin RoHS-direktiivi. Lisäksi syyskuusta 2021 lähtien on poistunut tuotteita, jotka eivät täytä uusia SLR-säädösten (ekosuunnitteludirektiivi) energiatehokkuusvaatimuksia. Näiden direktiivien määräyksiä toteuttamalla suojellaan ympäristöä ja ihmisten terveyttä sallimalla markkinoilla olon vain ympäristöystävällisille valaistustuotteille. "Näiden asetusten pohjalta monet loiste- ja purkauslamput poistuvat markkinoilta 24.2.2027 mennessä". (Sähkötekniikan Kaupan Liitto ry.)

Valonlähteitä ja valaisimia valittaessa on kiinnitettävä erityistä huomiota seuraaviin asioihin:

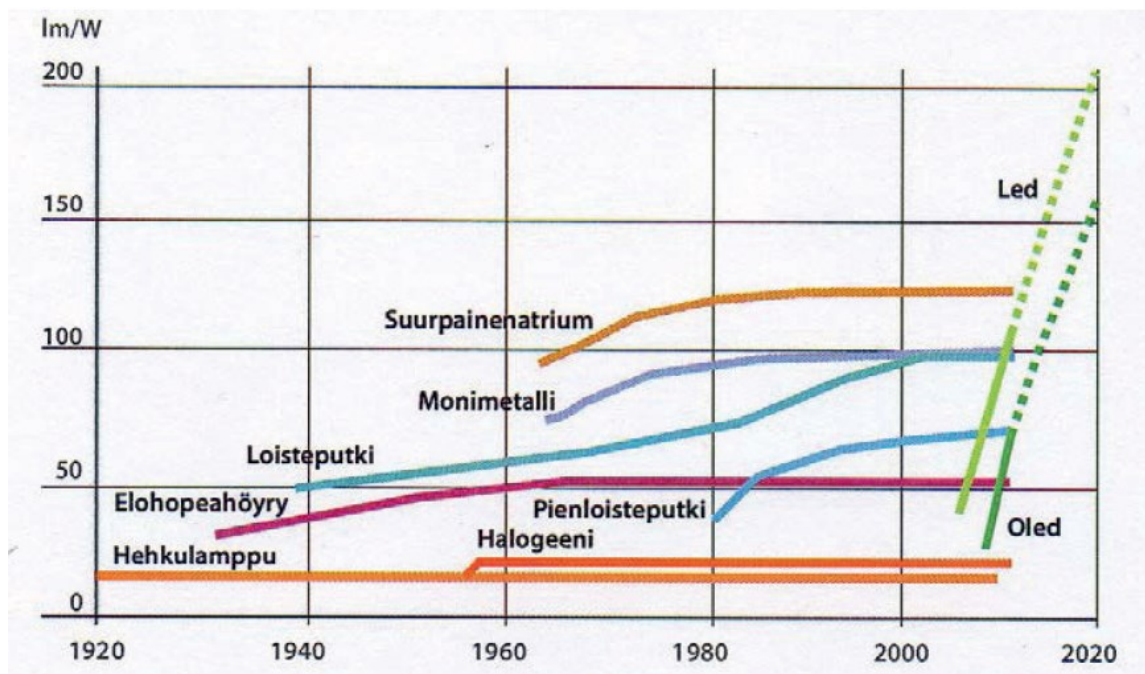
- valovirta
- valotehokkuus (lm/W)
- häikäisyominaisuudet
- elinikä huomioiden liitäntälaitteet, kuolleisuus, valovirran alenema (%)
- valaisimen liitäntäteho liitäntälaitteeseen
- valaisimen koko suhteessa asennuskorkeuteen
- ohjaus- ja himmennysominaisuudet
- valon väri ja värintoisto
- valon suunnattavuus
- hinta
- alueella käytettyihin valaisinmalleihin / valaisimien muotoiluun

(Suomen kuntatekniikan yhdistys, 2020.)

Varkauden kaupungin katuvaloverkossa on käytössä elohopea-, suurpainenatrium-, monimetalli- ja LED-lamppuja.

2.1 Valotehokkuus

Valotehokkuus (lm/W) kuvaa sitä, kuinka hyvin valonlähde muuttaa sähköenergiaa valoksi. Kuvassa 1 on esitetty yleisimpien valonlähteiden valotehokkuuden kehittymistä.



KUVA 1. Valonlähteiden valotehokkuus (lm/W) (Sähkötieto ry, 2021)

Kuten kuvasta 1 käy ilmi, huonoin valotehokkuus on hehku- ja halogeenilampuilla ja purkaussäteilijöillä valotehokkuus on niitä selvästi parempi. Ledien valotehokkuus on jo ylittänyt loiste- ja monimetallilamppujen valotehokkuuden ja kasvaa edelleen. Pienpainenatriumlamppu on valotehokkain markkinoilla oleva valonlähde, mutta sillä on hyvin kapea spektri, eikä se toista värejä lainkaan. Tästä syystä se on hyvin vähän käytetty Suomessa. (ST 58.08, 2021, s.3.)

2.2 Elohopealamppu

Elohopealamppussa ellipsoidikuvun loisteaineen avulla muutetaan suuripaineisessa elohopeahöyryssä tapahtuva purkaus näkyvän valon alueelle. Elohopealamppun valotehokkuus on nykyaikaisempiin valonlähteisiin verrattuna pieni, noin 20–45 lm/W. Rakenteeltaan se on yksinkertainen, lamppu sytytetään lampun sisällä sijaitsevan apuelektrodin avulla, eikä lamppu tarvitse erillistä sytytintä. Kuten muissakin suuripaineisissa purkauslamppuissa, virtaa on kuitenkin rajoitettava kuristimella. Valon väriämpötila on vakiolampuilla 3800–4000 K. Elohopealamppujen markkinoille tuonti EU:n alueella kiellettiin 13.4.2015 alkaen ecodesign-direktiivillä. Vuodenvaihteessa 2014–2015 tuli markkinoille uusi malli monimetallilampusta, joka on tarkoitettu korvaamaan elohopealamppuja. Lisäksi markkinoille on tullut LED-lamppuja, joilla voi korvata elohopealamput olemassa olevissa valaisimissa. (ST 58.08, 2021, s.12.)



KUVA 2. Elohopealamppu Osram (K-Rauta)

2.3 Monimetallilamppu

Monimetallilamput on suuripaineisessa purkausputkessa elohopean lisäksi muita metallien halogeeniyhdisteitä. Lampun sytyttämiseen käytetään valaisimessa olevaa elektronista sytytyslaitetta, joka tuottaa lampun syttymiseen tarvittavan korkean jännitepulsin. Lampun valotehokkuus on 80–120 lm/W. Lampun elinikä voi olla jopa 16000 h, kun taas pienitehoisilla lampuilla se on 6000–8000 h. Monimetallilamppu on pienikokoinen, joten se sopii hyvin valonheittimien valonlähteeksi. Suuritehoisia lampuja on käytetty suurten urheiluareenoiden valonheitinmastoissa. (ST 58.08, 2021, s.10-11.)

Monimetallilamppujen on määrä poistua markkinoilta 24.2.2027 mennessä Euroopan unionin RoHS-direktiivin sekä SLR-säädösten mukaisesti (Sähköteknisen Kaupan Liitto ry).



KUVA 3. Monimetallilamppu Philips (Finnparttia Oy)

2.4 Suurpainenatriumlamppu

Suurpainenatriumlamppua käytetään paljon tie- ja katuvalaistuksessa, pienitehoisissa puistovalaisimissa, korkeiden teollisuustilojen sekä suurten ulkoalueiden valaistuksessa. Koska purkauksen valontuotto sattuu lähelle silmänherkkyyskäyrän maksimia, tulokseksi saadaan erittäin valotehokas lamppu (100–140 lm/W). Lampun värinöisto on kuitenkin huono, ja valo on sävyltään oranssin väristä. Lamppuja valmistetaan tehoalueelle 35–1000 W. Tehon kasvaessa valotehokkuus paranee. Suuritehoiset lamput ovat hyvin pitkäikäisiä (yli 16 000 h) ja ne ovat olleet markkinoilla jo pitkään, mutta uudet pienitehoiset 70 W lamput ovat eliniältään vain noin 9000 h. Markkinoille on tullut viime aikoina pidempään kestäviä suurpainenatriumlamppuja, joiden luvataan kestävän jopa 24 000 tuntia käyttöä. Uudet pidempi-ikäiset lamput ovatkin ulkokäytössä korvanneet tehokkaasti vanhoja lyhytikäisiä lamppuja. Suurpainenatriumlampun valontuotto perustuu natriumhöyryssä tapahtuvaan purkaukseen. Suurpainenatriumlamppuja valmistetaan eri laatuluokkiin, joilla on erilainen valotehokkuus. (ST 58.08, 2021, s.11.)

Suurpainenatriumlamppu oli vielä vuonna 2018 yleisin valonlähde kaupunkien ja kuntien keskuksissa, mutta niitä muutetaan ledeiksi tasaisella tahdilla (YLE).



KUVA 4. Suurpainenatriumlamppu Osram (Sonepar)

2.5 LED-lamppu

LED (Light-Emitting-Diode) on nimensä mukaisesti puolijohdekomponentti, joka säteilee valoa, kun sen läpi johdetaan myötäsuuntainen tasavirta. Ledin valotehokkuus on parantunut vuosi vuodelta, ja uusia valontuottoennätyksistä tehdään jatkuvasti. LED-lamput ovat pitkäikäisiä. Jos lämmönhallinta on hoidettu hyvin, voi ledien käyttöikä olla yli 50000 h. Suuntaavan valonjakonsa ansiosta ledit sopivat hyvin kohdevaloiksi. Ledit toimivat hyvin kylmässä, joten ne sopivat erityisen hyvin ulkokäyttöön esim. katuvaloihin. Nykyisin tie- ja katuvalaistus toteutetaan yleensä ledeillä. (ST 58.08, 2021, s.5.) Kuvassa 5. on tavallisen hehkulampan tilalle asennettava LED-lamppu.



KUVA 5. LED-lamppu (Pirskanen, 2023)

2.6 Induktiolamppu

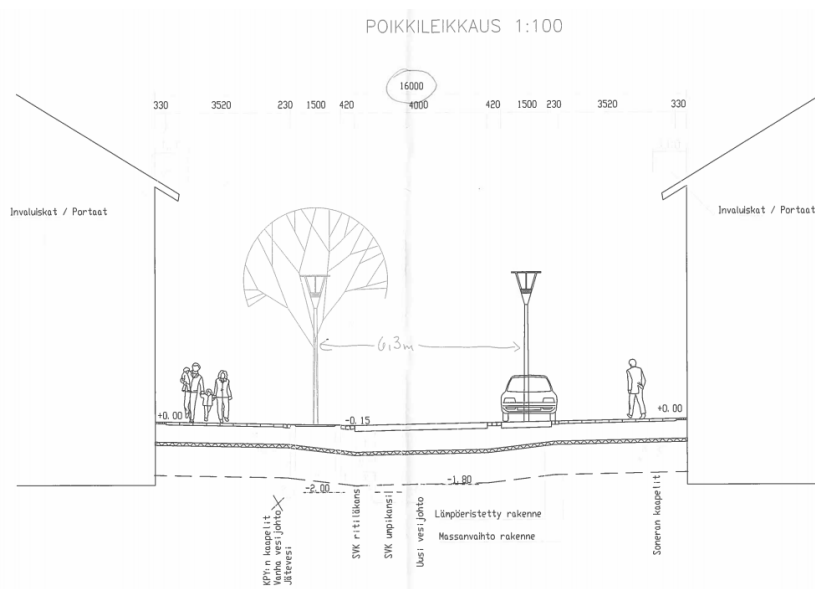
Induktiolampussa syntyvän UV-säteilyn aiheuttaa induktiokelan purkaus elohopeakaasussa. Loisteaineet muuttavat UV-säteilyn näkyväksi valoksi. Lampussa ei ole kuluvia elektrodeja ja tästä syystä se on pitkäikäinen. Lampun elinikä voi olla jopa 60000 h. Pitkän eliniän vuoksi, induktiolamppua käytetään lampun vaihtamisen kannalta vaikeissa paikoissa. Sitä käytetään myös ulkovalaistuksessa puistojen ja kävelyteiden pylväsvalaisimissa. (ST 58.08, 2021, s.11.)



KUVA 6. Induktiolamppu Philips (Sähköteknisen Kaupan Liitto ry, 2023)

3 KAUPPAKADUN KATUVALAISTUS

Kauppakatu Varkaudessa on kävelypainotteinen katu. Kadun keskellä kulkee 4 metriä leveä ajoneuvokaista, jonka molemmilla puolilla on 2,15 m leveät pysäköintikaistaleet, joille on sijoitettu myös valaisinpylväät. Sen eteläpää yhdistyy Taipaleentiehen (VT23) ja pohjoispää on Taulumäen kaupunginosassa. Kauppakadun varrella sijaitsee kerrostaloja, joiden katutasossa on liiketiloja. Kadun molemmilla reunoilla on 3,78 m leveät kävely- ja pyöräilyalueet. (KUVA 7. Poikkileikkaus Kauppakatu)



KUVA 7. Poikkileikkaus Kauppakatu (Varkauden kaupunki)

Kuten kuvasta 8 on nähtävissä Kali -valaisimet Kauppakadulla. Valaisimen malli vaikuttaa paljon kadun yleisilmeeseen. Tästäkin syystä valaisimen malli haluttiin pitää entisen kaltaisena.

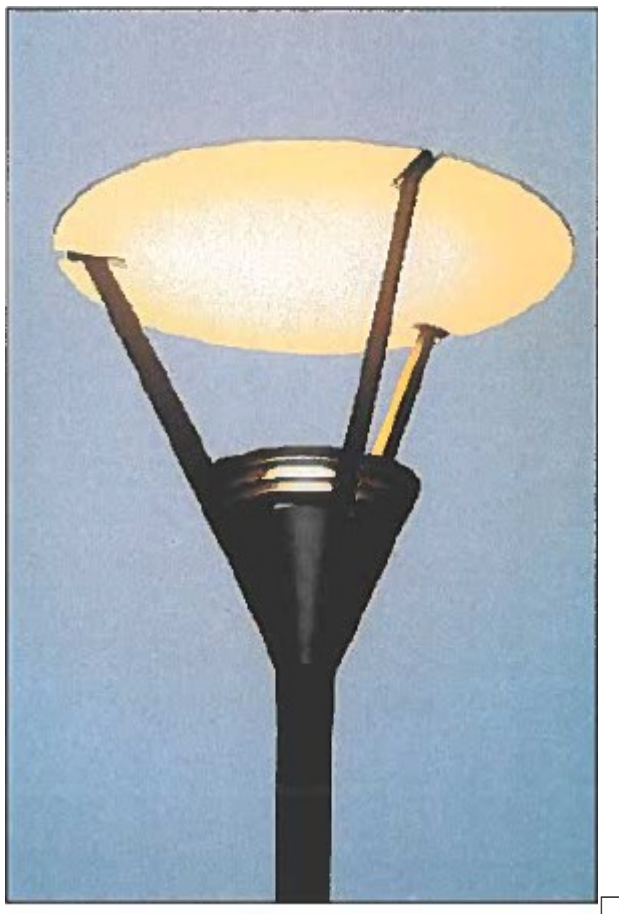


KUVA 8. Kauppakatua 28.4.2023 (Pirskanen, 2023)

3.1 Nykytilanne

3.1.1 Valaisimet

Valaisimena Kauppakadulla käytetään Schröder Kali -valaisinta. Valaisinten kokonaismäärä on 85 kpl. Kuten kuvasta 9. on nähtävissä, Kali -valaisin on ns. epäsuora valaisin. Valaisimessa valo suunnataan ylöspäin kohti pyöreää ja kuperaa heijastinpintaa, joka heijastaa valon katutasolle.

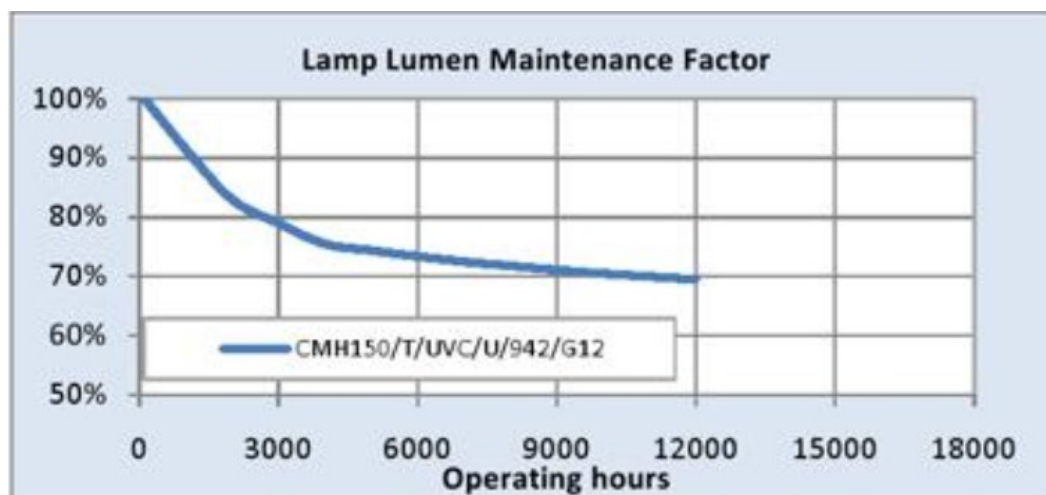


KUVA 9. Kauppakadun valaisin Kali (Varkauden kaupunki, Arkkitehtitoimisto Mikko Heikkilä OY, Esisuunnittelijat Oy, Tuomas Santasalo OY, 2000)

Valaisimet on uusittu, kun katu muutettiin kävelypainotteiseksi kaduksi ja autoliikenteen määräävä rooli muuttui. Valaistuksen peruslähtökohdaksi otettiin turvallisuus ja riittävä valon määrä sekä ratkaisun kokonaistaloudellisuus. Valaisimien valinnan kriteerinä olivat myös ympäristöön sopiva mitta-kaava, valaisinten ulkonäkö ja tekninen toimivuus sekä valon värin luonnollisuus. Rakennusten oikea julkisivuvalaistus sekä näyteikkunamaailma täydentävät kokonaisuutta. (Varkauden kaupunki, Arkkitehtitoimisto Mikko Heikkilä OY, Esisuunnittelijat Oy, Tuomas Santasalo OY, 2000.)

3.1.2 Valonlähde

Valonlähteenä valaisimissa käytetään monimetallilamppua, joka on tyypiltään Tungsram CMH G12 150W ja sen ikääntyminen on esitetty kuvassa 10. Lampun nimellisteho on 150 W. Lamppu on ns. pienitehoinen monimetallilamppu. Sen valotehokkuus on 87 lm/W. Lampun keskimääräinen luokiteltu elinikä on 12000 h. Valoteho 20 % ensimmäisten 3000 h aikana.



KUVA 10. CMH-monimetallilampun ikääntyminen (Liite 1)

4 KOKEILLUT MUUTOKSET

Kun työ aloitettiin, Kauppakadulla oli kokeiltu jo yhtä kokonaan erilaista valaisinta ja muutamaa erilaista alkuperäiseen Kali -valaisimeen asennettavaa syvästeilijää. Sopivan vaihtoehdon löytämisessä oli haasteita sillä kokeiltujen syvästeilijöiden koko ja muotoilu eivät olleet sopivia Kali -valaisimeen asennettaviksi.

4.1 Aec Story -valaisin

AEC:n valmistamaa Story -valaisinta kokeiltiin Kauppakadulla, mutta tämä vaihtoehto hylättiin, koska sen koettiin muuttavan liikaa kadun yleisilmettä. Kuten kuvista 11 ja 12 on nähtävissä, Story -valaisin eroaa ilmeeltään paljon Kali -valaisimesta.



KUVA 11. AEC Story -valaisin asennettuna Kauppakadulle (Pirkanen, 2023)



KUVA 12. Yleiskuva Kauppakadulta. Asennettuna kaksi Story -valaisinta (Pirskanen, 2023)

4.2 Syvästeilijät

Koska valaisimet haluttiin säilyttää alkuperäisinä ja vaihtaa vain valonlähde, käytännössä ainoa vaihtoehto oli löytää Kali -valaisimeen sopiva syvästeilijä. Syvästeilijöissä valo saadaan aikaiseksi LED-tekniikkaa hyväksikäyttäen. Syvästeilijöiden käyttöiäksi luvataan jopa 100000 h.

4.2.1 Sylvania Granit Highbay 139 W 4k 85°

Vuonna 2021 Kauppakadulla oli kokeiltu Sylvania valmistamaa Granit Highbay -syväsiteilijää (kuva 13.), tämä malli ei kuitenkaan ollut fyysisiltä mitoiltaan sopiva ja sen runkoa jouduttiin loveamaan, jotta se saatiin asennettua paikoilleen Kali-valaisimeen. Tässä mallissa esiintyi myös kosteuden aiheuttamia vikaantumisia melko pian asentamisen jälkeen.



KUVA 13. Sylvania Granit Highbay (Onninen Oy, ei pvm)

4.2.2 Start LED Highbay 90 W 12KLM 4K

Vuonna 2021 Kauppakadulla oli kokeiltu Sylvania valmistamaa Start LED Highbay -syväsäteilijää (KUVA 14.), tämä malli oli fyysisiltä mitoiltaan sopiva ja se saatiin asennettua paikoilleen Kali-valaisimeen ilman muokkauksia. Tämän mallin valmistus oli kuitenkin lopetettu vuonna 2022. Tästä mallista kokeiltiin myös 150W -versiota.



SYLVANIA

KUVA 14. Sylvania start LED Highbay (Feilo Sylvania OY, ei pvm)

4.2.3 Sonepar Säde 16800 lm 120 W IP65

Alkuvuodesta 2023 asennettiin Kauppakadulle neljään valaisimeen Sonepar Säde 16800 lm 120 W IP65 -syvästeilijät (KUVA 15.). Tämä syvästeilijä todettiin tarpeettoman suuritehoiseksi tähän kohteeseen käytettäväksi.



KUVA 15. Säde 16800lm 120W IP65 840 (Sonepar Suomi Oy, ei pvm)

4.2.4 Hide-a-lite Highlite – IP65 16100lm 840 60°

Alkuvuodesta 2023 asennettiin kahteen valaisimeen Hide-a-lite Highlite – IP65 16100lm 840 60° - syväsiteilijät (KUVA 16.) Tämän syväsiteilijän rungon muoto ei ollut sopiva Kali -valaisimeen asennettavaksi.



KUVA 16. Hidealite Highlite (Sonepar Suomi Oy, ei pvm)

4.2.5 Sylvania Granit 298 80W 13000lm 4000K 55° musta

Alkuvuodesta 2023 asennettiin kahteen valaisimeen Sylvania Granit 298 80W 13000lm 4000K 55° - syvästeilijät (KUVA 17.). Tässä syvästeilijässä valon avauskulma oli hieman liian pieni.



KUVA 17, Sylvania Granit 80W 13000LM 4K 55° (Sonepar Suomi Oy, ei pvm)

4.2.6 Säde 11200lm 80W DA IP65 840

Alkuvuodesta 2023 Pirttirannan valaisimiin asennettiin 7 kpl Säde 11200lm 80W DA IP65 840 -syvästeilijää (KUVA 18.). Tämän syvästeilijän valoteho todettiin testauksen perusteella riittäväksi ja istuvuus valaisimen runkoon todettiin hyväksi, mutta valon avauskulma todettiin liian suureksi (valmistajan ilmoittama kulma on $>80^\circ$).



KUVA 18. Säde 11200lm 80W IP65 840 (Sonepar)

4.3 Kokeilujen tulos

Kokeilujen pohjalta päätettiin lähteä toteuttamaan kustannuslaskentaa valitsemalla käytettäväksi valonlähteeksi Säde 11200lm 80W DA IP65 840 -syväsäteilijä. Tämä malli oli kokemusten perusteella sopivin vaihtoehto ominaisuuksiltaan avautumiskulmaa lukuun ottamatta. Kali -valaisimissa käytössä ollut pienitehoinen monimetallilamppu on valonlähteenä pienikokoinen, mikä asetti haasteita korvaavan LED-tekniikkaan pohjautuvan vaihtoehtoisen valonlähteen löytämiselle. Valonlähteeksi valittiin käyttötestien perusteella sopivin vaihtoehto. Täysin sopivaa valonlähdettä ei testausten perusteella löydetty. Sopivia syväsäteilijöitä on löytynyt valmistajien luetteloista, mutta komponenttipulan vuoksi, niitä on ollut huonosti saatavilla. Ihanteellinen valonlähde Kali-valaisimeen asennettavaksi olisi halkaisijaltaan noin 325 mm ja avautumiskulmaltaan noin 60°. Avautumiskulmaltaan 70° syväsäteilijää voitaisiin käyttää kohtalaisen matalaa korokerengasta valaisimen rungon ja syväsäteilijän välissä käyttäen.

5 SÄÄSTÖT

Katuvalaistuksen modernisoinnilla saavutetaan säästöjä pudonneiden energia- ja ylläpitokustannusten muodossa. Kun jaetaan investoinnin kokonaishinta vuodessa käyttökustannuksissa säästetyllä summalla, saadaan tulokseksi investoinnin takaisinmaksuaika ilman korkomenoja. Esimerkissä käytetään uuden valonlähteen nimellistehona arvoa 80 W, joka todettiin aiemmin riittäväksi. Tässä tapauksessa laskennan lähtöarvot ovat taulukossa 1:

TAULUKKO 1. Laskelman lähtöarvot (Nykänen, 2023)

Valaisinkohtainen käyttöaika (h/a)	3800
Modernisoitavien valaisimien määrä	85
Valonlähteen hinta uusi (€/kpl)	116
Valonlähteen hinta vanha (€/kpl)	33
Nimellisteho uusi valonlähde (W)	80
Nimellisteho vanha valonlähde (W)	150
Työtunnin hinta (€)	52
Huoltotarve uusi valonlähde (kpl/a)	0
Huoltotarve vanha valonlähde (kpl/a)	25
Huoltoaika/valaisin (h)	2
Modernisointityö / valaisin (h)	4
Sähköenergian kokonaishinta (€/kWh)	0,2

5.1 Laskenta

Kun lähtöarvot olivat tiedossa, voitiin laskea arvot, joita tarvittiin investoinnin kannattavuuden arvioinnissa ja energiansäästön suuruuden määrittämisessä.

Laskettiin vuosittaiset huoltokulut M_a kaavalla 1:

$$M_a = n_{ma}(T_m * A_l + C_v) \quad (1)$$

jossa n_{ma} on Huoltotarve vanha valonlähde (kpl/a), T_m Huoltoaika/valaisin (h), A_l on työtunnin hinta (€/h) ja C_v on vanhan valonlähteen hinta.

Tämän jälkeen laskettiin energiakustannukset A_e kaavalla 2:

$$A_e = T_a * n * P * A_{kWh} \quad (2)$$

Jossa T_a on Valaisinkohtainen käyttöaika (h/a), n on valaisimien määrä (kpl), P on valonlähteen nimellisteho (W) ja A_{kWh} on sähköenergian kokonaishinta €/Kwh.

Tämän jälkeen laskettiin käyttökustannukset K kaavalla 3:

$$K = M_a * A_e \quad (3)$$

Laskettiin uusien valonlähteiden energiakustannukset A_{eu} vuodessa kaavalla 4:

$$A_{eu} = T_a * P_u \quad (4)$$

Laskettiin modernisoinnin säästämä sähköenergia vuodessa E_a kaavalla 5:

$$E_a = n * T_a * (P_{nv} - P_{nu}) \quad (5)$$

Jossa P_{nv} on Vanhan valonlähteen nimellisteho ja P_{nu} on uuden valonlähteen nimellisteho.

Laskettiin modernisoinnin osalta investoinnin kokonaishinta A_i kaavalla 6:

$$A_i = n * (T_m * A_l * C_u) \quad (6)$$

Jossa T_m on yhden valaisimen modernisoinnin vaatima työtuntien määrä ja C_u uuden valonlähteen hinta.

Tämän jälkeen voitiin laskea takaisinmaksuaika T_{pb} kaavalla 7:

$$T_{pb} = \frac{A_i}{(K_v - K_u)} \quad (7)$$

Jossa K_v on käyttökustannukset vanhoja valonlähteitä käyttäen ja K_u käyttökustannukset uusia valonlähteitä käyttäen.

5.2 Laskennan tulokset

Laskennasta tulokset ovat taulukossa 2:

TAULUKKO 2. Laskennan tulokset

Huoltokulut (€/a)		
	Vanha	3425
	Uusi	0
Energiakustannukset (€/a)		
	Vanha	9690
	Uusi	5168
Käyttökustannukset (€/a)		
	Vanha	13115
	Uusi	5168
Säästetty sähköenergia (kWh/a)		22610
Investoinnin hinta (€)		27540
Takaisinmaksuaika (a)		3,47

6 POHDINTA

Työn tarkoituksen oli löytää kustannustehokas ratkaisu Varkauden kaupungin ylläpitämän Kauppakadun katuvalaistuksen modernisointiin. Energiansäästö ja huoltokustannusten alentaminen valittiin heti työtä aloittaessa opinnäytetyön keskeisimmiksi tavoitteiksi. Työn edetessä tutustuttiin kattavasti erilaisiin katuvalaistuksessa käytettyihin valaistustekniikoihin.

Led-tekniikka on tällä hetkellä syrjäyttänyt perinteisempiä valonlähteitä myös katuvalaistuksessa. Led-valonlähteiden suurimmat hyödyt ovat valonlähteen pitkä elinkaari sekä pienentynyt energiantarve. Tulevaisuudessa Varkauden kaupunki siirtyy käyttämään yhä enemmän led-tekniikkaa katuvalaistuksessaan. Tästä opinnäytetyöstä saatuja tuloksia voidaan käyttää myös tulevaisuudessa katuvalaistuksen modernisointikohteita suunniteltaessa.

Vuonna 2022 alkanut energiakriisi Euroopassa on pakottanut myös kunnat miettimään tarkemmin energiansäästötoimia. Varkaudessa pelkäämään Kauppakadun katuvalojen valonlähteiden modernisoinnilla voidaan saavuttaa vuosittain yli 20000 kWh säästö sähköenergian osalta, mikä tarkoittaa rahallisesti noin 4500 € säästöä vuosittain. Energiansäästöillä on myös aina positiivisia ilmastovaikutuksia.

Tämä opinnäytetyö osoittaa, että katuvalaistuksen modernisoinnilla saadaan suuria säästöjä aikaan hyvin yksinkertaisillakin toimilla. Aina ei tarvita uutta ohjaustekniikkaa, joka vaatisi lisää investointeja laitteiden ja kaapelointitöiden osalta modernisointikohteissa.

Opinnäytetyössä suunnitellun esimerkin mukainen katuvalaistuksen modernisointi maksaa itsensä takaisin noin kolmessa ja puolessa vuodessa. Nopea takaisinmaksuaika helpottaa investointipäätösten tekoa.

Opinnäytetyön tekeminen oli mielekästä sen ajankohtaisuuden vuoksi. Kokonaisuutena työ onnistui hyvin komponenttipulasta johtuvista viivästyksistä ja suunnitelmien muutoksista huolimatta. Komponenttipula ja energiakriisi olivat yllättäviä asioita, joiden johdosta tilanne oli koko Euroopan alueella erilainen kuin vuosikymmeniin.

Yhteistyö tilaajan kanssa sujui hyvin ja yhteinen näkemys työn etenemisestä ja työn tavoitteista syntyi helposti. Asentajilla ja työnjohdolla on vuosien kokemus katuvalaistuksen kunnossapidosta ja päivittäisissä keskusteluissa sain todella paljon ns. hiljaista tietoa itselleni. Tästä oli paljon hyötyä opinnäytetyötä tehdessä.

LÄHTEET

- Feilo Sylvania OY. (ei pvm). *Teollisuusvalaisimet*. Haettu 20. 5. 2023 osoitteesta <https://www.sylvania.fi/valaisimet/teollisuusvalaisimet>
- Finnparttia Oy. (ei pvm). *MO 400 E40 monimetallilamppu*. Haettu 29. 4 2023 osoitteesta Finnparttia sähkötukku: <https://www.finnparttia.fi/MO-400-E40>
- K-Rauta. (ei pvm). *Purkauslamput*. Haettu 23. 4 2023 osoitteesta K-Rauta: <https://www.k-rauta.fi/tuote/elohopealamppu-osram-hql-50w-e27/4050300015040>
- Liikennevirasto. (2015). *Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu*. Haettu 1. 5. 2023 osoitteesta https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Liikennevirasto/lo_2015-16_maantie_rautatiealueiden_web.pdf
- Nykänen, P. (5. 5. 2023). Sähköinsinööri. (T. Pirskanen, Haastattelija)
- Onninen Oy. (ei pvm). *SYVÄSÄTEILIJÄ GRANIT HIGHBAY 0039596 321 135W 4K 85 0-10V*. Haettu 1. 5. 2023 osoitteesta SYVÄSÄTEILIJÄ GRANIT HIGHBAY 0039596 321 135W 4K 85 0-10V
- Pirskanen, T. (2023). Leppävirta.
- Sonepar. (ei pvm). *Syväsäteilijä - Säde 11200lm 80W IP65 840*. Haettu 7. 5. 2023 osoitteesta <https://verkkokauppa.sonepar.fi/fi/syvasateilija-sade-11200lm-80w-ip65-840-4345005>
- Sonepar. (ei pvm). *Osram suurpainenatriumlamppu NAV-T 100W 4Y super E40*. Haettu 29. 4. 2023 osoitteesta Sonepar Suomi OY: <https://verkkokauppa.sonepar.fi/fi/suurpainenatriumlamppu-nav-t-100w-4y-super-e40-4835504>
- Sonepar Suomi Oy. (ei pvm). *SYVÄSÄTEILIJÄ - 0039730 80W 13000LM 4K 55°*. Haettu 1. 5 2023 osoitteesta <https://verkkokauppa.sonepar.fi/fi/syvasateilija-0039730-80w-13000lm-4k-55-4357096>
- Sonepar Suomi Oy. (ei pvm). *SYVÄSÄTEILIJÄ - IP65 16100LM 100W 840 60°*. Haettu 1. 5. 2023 osoitteesta <https://verkkokauppa.sonepar.fi/fi/syvasateilija-ip65-16100lm-100w-840-60-4318323>
- Sonepar Suomi Oy. (ei pvm). *Syväsäteilijä - Säde 16800lm 120W IP65 840*. Haettu 1. 5. 2023 osoitteesta <https://verkkokauppa.sonepar.fi/fi/syvasateilija-sade-16800lm-120w-ip65-840-4345006>
- Suomen kuntatekniikan yhdistys. (syyskuu 2020). *6.2 Katuvalaistus*. Haettu 30. huhtikuu 2023 osoitteesta <https://katu2020.info/2020/2020/09/30/katuvalaistus/>
- Sähkötekniisen Kaupan Liitto ry. (29. 4 2023). Haettu 29. 4. 2023 osoitteesta Sähkönumerot.fi: <https://www.sahkonumerot.fi/4925114/tulosta/>
- Sähkötekniisen Kaupan Liitto ry. (ei pvm). *Valmistaudu loisteputkilamppujen poistumiseen*. Haettu 23. 4. 2023 osoitteesta Sähkönumerot: <https://www.sahkonumerot.fi/4920127/doc/advertisement/>
- Sähkötieto ry. (20. 12. 2021). *Sähköinfo Severi*. Haettu 29. 4. 2023 osoitteesta ST 58.08
Valonlähteet: severi.sahkoinfo.fi
- Varkauden kaupunki. (ei pvm). *Poikkileikkaus Kauppakatu*. Varkaus.

Varkauden kaupunki, Arkkitehtitoimisto Mikko Heikkilä OY, Esisuunnittelijat Oy, Tuomas Santasalo OY. (2000). *Varkauden kaupungin keskustan kehittäminen Taulumäen yleissuunnitelma*. Varkaus: Varkauden kaupunki.

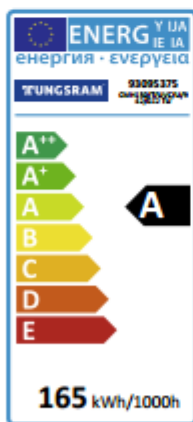
YLE. (26. 7. 2022). *Uutiset*. Haettu 26. 5. 2023 osoitteesta Lue mistä EU:n energiakriisissä on kyse: <https://yle.fi/a/3-12550904>

YLE. (ei pvm). *Oranssin valon valta väistyy taajamista – kaupunkien kadut muuttuvat kirkkaammiksi ledi kerrallaan*. Haettu 2023. 4. 29 osoitteesta yle.fi: <https://yle.fi/a/3-10507676>

LIITE 1: TUNGSRAM CMH150/T/UVC/U/942/G12 TU -ESITE

TUNGSRAM™

Innovation is our heritage
EST. 1896



165
kWh/1000h

A
energy class

87
lumens/watt

ConstantColor™ CMH Single Ended

CMH150/T/UVC/U/942/G12 TU
93095375

Product information

GE's low watt **CMH lamps** have opened new possibilities for lighting design, combining the power and light quality of far larger and less efficient lamps. It is now possible to achieve lighting design that could not be achieved previously with inferior technologies.

GE's new **ConstantColor™ CMH Precise™** technology platform has been developed with specific focus to retail applications. GE Precise™ technology offers superb overall light quality, outstanding lumen maintenance, improved efficacy, while maintaining long life and reliability. These qualities are why GE is the leader in ceramic metal halide technology.

Application areas



Retail



Industrial



TUNGSRAM™
ConstantColor™ CMH Single Ended
 CMH150/T/UVC/U/942/G12 TU
 93095375

Product data

Product Code	93095375
Light Center Length [mm]	56
Bulb Shape	Tubular
Bulb Finish	Clear
Maximum Overall Length [mm]	100
Net weight per piece [g]	32
Gross weight per piece [g]	42
Operating position	U - Universal
Mercury Content [mg]	9
UV radiance	Exempt
Brand	Tungsrgram
Cap/Base	G12

Performance data

Colour Code	942
Rated Lumens [lm]	12270
Weighted energy consumption [kWh/1000h]	164.22
Nominal efficacy [LpW]	88
Rated efficacy [LpW]	82.2
Energy efficiency class (EEC)	A
Nominal chromaticity coordinate X	0.375
Nominal chromaticity coordinate Y	0.37
Nominal correlated colour temperature (CCT) [K]	4200
Nominal lumens [lm]	13000
Colour Rendering Index (CRI) [Ra]	90

TUNGSRAM

ConstantColor™ CMH Single Ended
 CMH150/T/UVC/U/942/G12 TU
 93095375

Electrical data

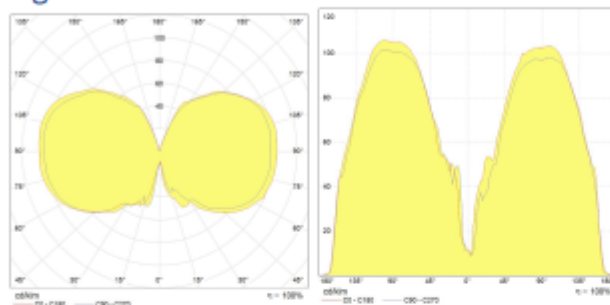
Rated power [W]	149.3
Lamp Current [A]	1.9
Design Ambient Temperature [°C]	25
Run-up time (sec)	180
Hot restart time (sec)	900
Dimming Capability	No
Ballast Required	Yes
Nominal power [W]	150
Nominal lamp voltage [V]	93

Logistic data

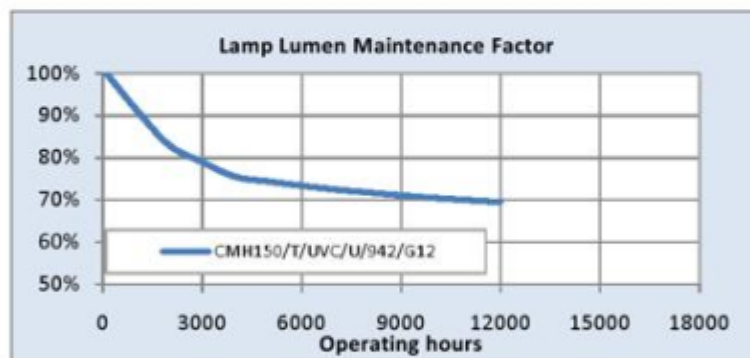
DUN Code	15994100016035
EAN Code	5994100016038
Pack Quantity	12
Layer quantity	396 EUR, 504 UK
Layer quantity EUR	396
Layer quantity UK	504
Pallet quantity EUR (PC)	2772
Pallet quantity UK (PC)	3528
Outer case size	186 x 146 x 140 (mm)
Product status	Available

ConstantColor™ CMH Single Ended
CMH150/T/UVC/U/942/G12 TU
93095375

Light distribution



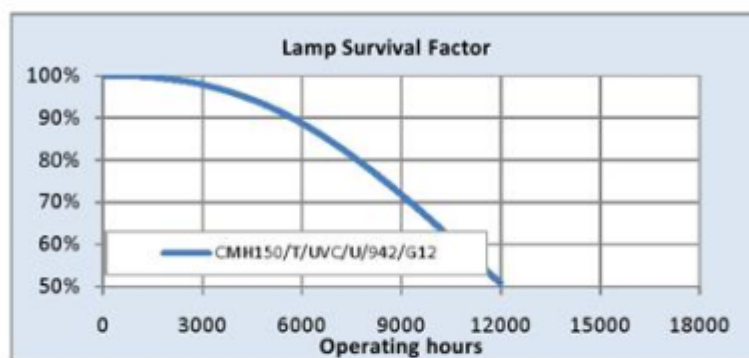
Lumen maintenance data



TUNGSRAM™

ConstantColor™ CMH Single Ended
 CMH150/T/UVC/U/942/G12 TU
 93095375

Survival data



Downloads & Links

[Go to the catalog site \(HTTP\)](#)

[Photometry \(IES\)](#)

[Product datasheet \(PDF\)](#)

[High-res images / Technical drawings \(HTTP\)](#)



Tungfram is a registered trademark of
 Tungfram Operations Kit.

tungfram.com

We in Tungfram Operations Kit, are constantly developing and improving our products. For this reason, all product descriptions in this catalogue are intended as a general guide, and we may change specifications from time to time in the interest of product development, without prior notification or public announcement. All descriptions in this publication present only general particulars of the goods to which they refer and shall not form part of any contract. Data in this guide has been obtained in controlled experimental conditions. However, Tungfram cannot accept any liability arising from the reliance on such data to the extent permitted by law.