

Ville Ylönen

VALAISTUKSEN VAIHTO

Viking Line Amorella

Opinnäytetyö
Merenkulun koulutus

2022



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tekijä/Tekijät	Tutkinto	Aika
Ville Ylönen	Merenkulun insinööri	Helmikuu 2022
Opinnäytetyön nimi		24 sivua
Valaistuksen vaihto		
Toimeksiantaja		
Viking Line		
Ohjaaja		
Kalle Suoniemi		
Tiivistelmä		
<p>Opinnäytetyössä selvitettiin Viking Line Amorellan autokannen vanhojen loisteputkivalaisimien vaihdon kustannukset ja nykyisen valaistuksen energiankulutus verrattuna uuteen LED-valaisintekniikkaan. Työssä selvitettiin kustannuksia vanhan loisteputkivalaisimen ja uuden LED-valaisimen välillä, kun valaistus autokannella on päällä ympäri vuoden. Opinnäytetyössä on esitetty myös valaistuksen värisävyjä ja loistetehoja, sekä tehty selvitys laivan valaistuksesta lainsäädännön näkökulmasta.</p> <p>Opinnäytetyön tekemisessä hyödynnettiin Viking Line Amorellan kaikkien autokansien pohjapiirustuksia, joita ei turvallisuussyistä julkaista tässä työssä kokonaan. Opinnäytetyössä on käytetty Viking Linelta saatuja tietoja, sekä sähköpostikeskusteluja valaisinvalmistajan kanssa. Toimilaitteisiin liittyviä mittauksia tehtiin Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun Kotkan kampuksen tiloissa. Mittausten lisäksi opinnäytetyössä laskettiin, kuinka paljon energiaa vanhat loisteputkivalaisimet ja uudet LED-valaisimet kuluttavat ja tuovatko uudet valaisimet säästöä.</p> <p>Opinnäytetyön tulosten perusteella Viking Line Amorellan autokannen valaistus olisi kannattavaa vaihtaa, sillä uudet LED-valaisimet kuluttavat vähemmän energiaa ja ovat samalla pitkäikäisiä.</p>		
Asiasanat		
Led-valaistus, autokansi, loisteputki, ex, glamox		

Author (authors)	Degree	Time
Ville Ylönen	Bachelor of engineering	February 2022
Thesis Title		
Updating Light fixtures		24 pages
Commissioned by		
Oy Viking Line Ab		
Supervisor		
Kalle Suoniemi		
Abstract		
<p>The emphasis was to study the cost of updating the light fixtures on the car decks and also how much electricity the current system uses versus how much less would new, modern lighting based on led-technology, cost. Calculations are made on how much does it cost to keep an old fluorescent light as well as a modern Led light on for a whole year. The importance of light's brightness and tone is also studied as well as legal aspects of lighting in ships. Blueprints of the car decks of M/V Amorella, were used in aid of the study although for safety and security reasons they can not be published in whole.</p> <p>Information was acquired from the Viking Line and phone and e-mail conversations with a representative of a lighting company. Energy consumptions and the potential savings provided by the modernized light fixtures have been calculated. The study shows that lower energy consumption and longer lifespan of led-lighting makes the update a recommended action.</p>		
Keywords		
documentation, model, thesis, report writing		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	VALAISTUKSEN LAINSÄÄDÄNTÖ.....	6
2.1	Varotoimet sähköiskuja, tulipaloja ja muita sähkön aiheuttamia vaaroja vastaan ...	6
2.2	Valaistus	7
3	LED-VALAISTUS.....	7
3.1	LED-valaistuksen tekniikka.....	8
3.2	Energiatehokkuus ja oikea valotaso	9
3.3	Väriämpötila	9
4	LUMENEIDEN MITTAUS	10
5	LED-VALAISTUKSEN SOVELTUVUUS LAIVAOLOSUHTEISIIN.....	10
6	LOISTELAMPUT	11
6.1	EX-luokitus	12
6.2	IP-luokitus.....	12
6.3	Vaihdeettavat loistevalaisimet	12
6.4	Huolto	13
6.5	Valoteho	13
7	UUDET VALAISIMET	14
7.1	Uusien valaisimien mallit	14
8	TIEDOT LASKENTAA VARTEN.....	15
9	VALAISIMET AMORELLAN AUTOKANSILLA	16
9.1	Autokansi 3.....	16
9.2	Autokansi 4.....	17
9.3	Autokansi 5.....	19
9.4	Yhteenveto autokansista 3, 4 ja 5.....	19
9.5	Uusien valaisimien kokonaiskulutus	20
9.6	Tarjouspyyntö vaihdettavista valaisimista	20
9.7	Valaisinten takaisinmaksuaika.....	20

10 PÄÄTELMÄT	21
LÄHTEET	22

1 JOHDANTO

Toimivalla valaistuksella on suuri merkitys niin viihtyisyyden, turvallisuuden kuin energiatehokkuuden suhteen. Valaistuksen energiankulutukseen on viime aikoina kiinnitetty yhä enemmän huomiota, kun energiatuotannon ympäristölle aiheuttama kuormitus ymmärretään paremmin. Kasvava trendi on, että laivoissa valaistus uusitaan LED-valaisimin, sillä sitä kautta saadaan hillittyä energiankulutusta ja valaistuksen kustannuksia.

Opinnäytetyön tilaajana oli Viking Line. Tehtävänanto Viking Linelta oli selvittää valaistuksen vaihdon kustannukset Viking Line Amorellan autokansille. Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää Viking Line Amorellan autokansien valaistuksen vaihdon tarve ja hyödyt. Selvitykseen kuului nykyisten valaisimien tyyppityksien ja kunnon selvitys, uusien valaisimien tyyppitys ja kustannus, sekä valaisimien vaihdon tuomat hyödyt energiankulutuksessa. Myös valaistuksen vaihdon takaisinmaksuaika oli tilaajalle oleellinen tieto investointipäätöstä ajatellen.

Opinnäytetyön suunnittelu lähti liikkeelle Viking Line Amorellan autokansien vanhojen valaisintyyppien kulutustehon selvittämisestä, sekä tutustumalla laivan pohjapiirustuksiin. Valaisimien vaihdon suunnittelussa on huomioitava myös lainsäädäntö ja valaisinvalmistajien suositukset.

2 VALAISTUKSEN LAINSÄÄDÄNTÖ

Laivojen valaistukseen liittyvää lainsäädäntöä määrittelevät Traficom, Finlex ja SOLAS (The International Convention for the Safety of Life at Sea).

Opinnäytetyötä varten haluttiin selvittää, minkälainen valaistus autokannella on lain mukaan oltava ajon aikana, mutta tätä tietoa ei ollut määritelty lakiin tai turvallisuusstandardeihin.

2.1 Varotoimet sähköiskuja, tulipaloja ja muita sähköön aiheuttamia vaaroja vastaan

Lainsäädännön mukaan matkustaja- ja lastialuksilla kaikkien sähkökoneiden ja -laitteiden suojaamattomat metalliosat, joita ei ole tarkoitettu jännitteisiksi,

mutta jotka voivat vioittuneina saada jännitteen, on maadoitettava. Lisäksi kaikki sähkölaitteet on rakennettava ja asennettava niin, ettei niitä normaalisti käytettäessä ole vahingoittumisen vaaraa. (FINLEX 1974.)

2.2 Valaistus

Lainsäädännön mukaan laivan asuintiloissa on oltava yleisvalaistus ja tarvittaessa paikallisvalaistus, sekä asuintilojen kulkuteillä varavalaistus. Makuusijan pääpuolella on oltava lukuvalaistus. Lisäksi pöytävalaistus tulee olla makuu- tai päivähytissä. (FINLEX 2012.)

Valaistuksen on oltava mahdollisimman lähellä luonnonvaloa ja väriltään yhtenäinen. Valaistus on kohdistettava siten, ettei siitä aiheudu häikäisyä tai muuta haittaa, joka vaikuttaisi näkemiseen. Lisäksi valo on suunnattava siten, ettei siitä muodostu väärää näkövaikutelmaa tai häiritsevää varjoa. Haittaavan varjonmuodostuksen välttämiseen tulee kiinnittää erityistä huomiota portaikkojen ja käytävien valaistuksessa. (FINLEX 2012.)

Valaistuksen katkaisijat on sijoitettava siten, että valaistuksen jatkuva ylläpitäminen erityisesti kulkuteillä on mahdollista. Katkaisijoiden sijaintitajuutta arvioitaessa tulee huomioida myös mahdolliset yleiskatkaisijat. (FINLEX 2012.)

3 LED-VALAISTUS

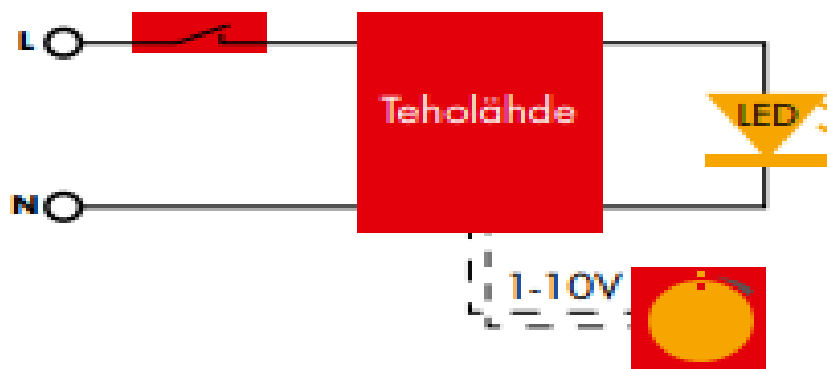
Diodien pitkäikäisyyden takia LED-valaistus on erittäin hyvä sellaisissa paikoissa, joissa huoltaminen on haastavaa. Pienen kokonsa ansiosta LED-valaisimet soveltuvat myös erittäin hyvin ahtaisiin olosuhteisiin.

Loisteputkivalaistuksen vaihtaminen LED-valaistukseen antaa valolle paljon paremman tasaisuuden, koska LED suuntaa valon yhteen suuntaan. LED-valaistus syttyy myös ilman viivettä. LED-valaistus säästää energiaa: jo pelkkä purkauslamppujen vaihto LED-valaisimiin tuo energiansäästöä useita prosenttiyksiköitä, sekä pitkäikäisyytensä ansiosta säästää huomattavasti huoltokustannuksissa. Valo-ohjauksen kanssa, kuten esimerkiksi

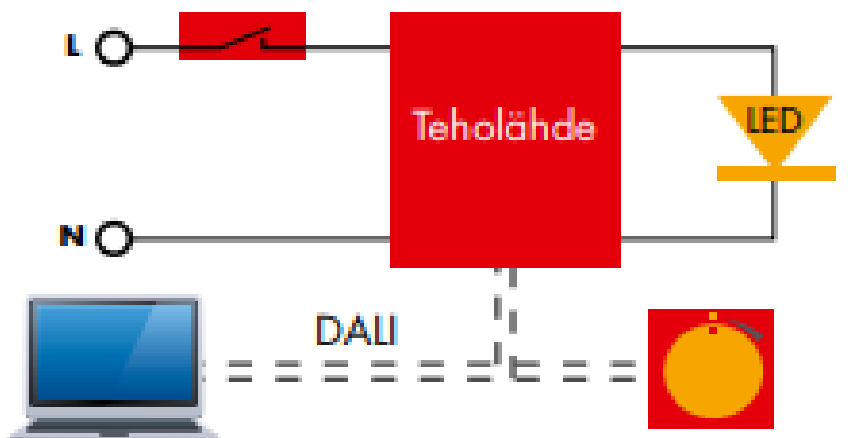
liiketunnistimia hyödyntämällä, LED-valaistus alentaa huomattavasti energiankulutusta ja pidentää samalla huoltoväliä. (Lampputieto 2020.)

3.1 LED-valaistuksen tekniikka

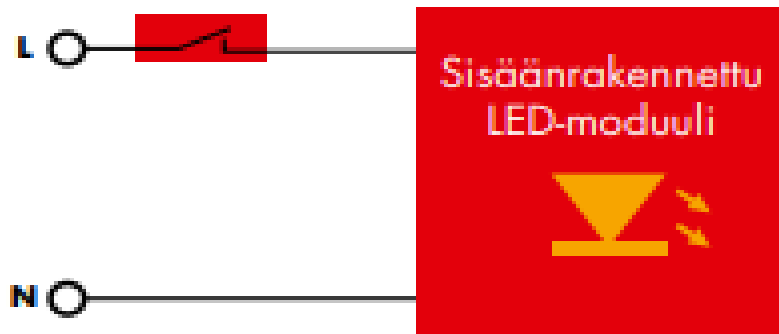
LED-valaisin pystytään liittämään suoraan syöttöjännitteeseen. LED-valaisimissa on olemassa erilaisia ohjaimia eri tarkoituksiin riippuen siitä, mitä valaisimelta halutaan. Esimerkiksi analoginen ohjain on tarkoitettu valon himmentämiseen. Kuvassa 1 on esitetty LED-valaisin analogisella ohjaimella. Digitaalista ohjainta käytetään, jos valaisinta halutaan ohjata kaukosäädöllä ja silloin, jos halutaan käyttää paljon erilaisia valaisimia. Digitaalinen ohjain on esitetty kuvassa 2. Sisäänrakennettu LED-moduuli sopii silloin, kun halutaan kytkeä valaisin suoraan sähköverkkoon. Tämä on esitetty kuvassa 3.



Kuva 1. LED-valaisin analogisella ohjaimella (Glamox 2020)



Kuva 2. LED-valaisin digitaalisella ohjaimella (Glamox 2020)



Kuva 3. Sisäänrakennettu LED-moduuli (Glamox 2020)

3.2 Energiatehokkuus ja oikea valotaso

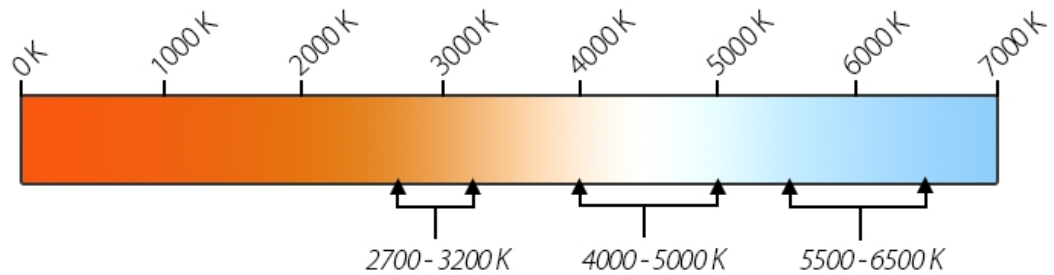
Energiatehokkuus voidaan laskea käyttämällä valaisimesta ulostulevaa lumen- tai watti-arvoa. Energiatehokkuutta ei voida kuitenkaan arvioida ainoastaan wattien perusteella, sillä valaistuksessa energiatehokkuuteen ja lopputulokseen vaikuttaa monta muuttujaa.

Valaisimien oikea valinta tilaan nähden on ratkaisevassa roolissa energian kulutuksessa. Myös valojen oikea asennus suhteessa tilan kokoon on tärkeää, sillä liiallinen valaistus voi aiheuttaa häikäisyä. Energiatehokkuuden kannalta on tärkeää valaista vain haluttu alue ja kohde, jotta energiaa ei kulu turhan tilan valaisemiseen. (Lampputieto 2020.)

3.3 Värilämpötila

Valon väri vaikuttaa siihen, miten näemme tilassa asiat ja esineet. Väri tulee auringosta tai ulkoisesta valonlähteestä. Ihmisen silmään heijastuu kolmea eri aallonpituutta: punaista, vihreää ja sinistä. Päivänvalo sisältää kaikkia sateenkaaren värejä. (Airam 2020.)

Tilan valaistuksessa on otettava huomioon, että LED-valoissa valkoinen ei ole aina valkoinen. LED-valoja on olemassa kaikissa värilämpötiloissa. Erityisesti on kiinnitettävä huomiota valon laatuun ja värintoistokykyyn. Mikäli valaisimen valo, laatu tai värintoistokyky valitaan väärin, valaistus voi muuttaa valaistavan kohteen oikean värin vääräksi. Julkisissa tiloissa on yleensä käytössä 3000–4000 K värilämmöllä oleva LED-valaisin. Tämä värilämpö vastaa luokaltaan loisteputkivalaisinta. Värilämpötilat on esitetty kuvassa 4. (Lampputieto 2020.)



Kuva 4. Värilämpötila (Limente 2021)

4 LUMENEIDEN MITTAUS

LED-valaisimissa valon määrää mitataan lumeneina, kun taas loisteputkissa valon määrä ilmoitetaan wattien mukaan. LED-valaistuksessa watit ilmoittavat sähkökulutusta. (Lampputieto 2009.)

Lumenit kertovat, kuinka paljon valoa valaisin tuottaa kokonaisuudessaan. Valon määrä eli valovirta lasketaan kuvan 5. mukaisella kaavalla.

Valovirta Φ
 $[\Phi] = 1 \text{ lm}$

$$\Phi = \int_{380\text{nm}}^{780\text{nm}} K_m V(\lambda) \Phi_{e,\lambda} d\lambda$$

K_m	680 lm/W
$\Phi_{e,\lambda}$	Säteilyvirran spektriherkkyys
$V(\lambda)$	Suhteellinen silmäherkkyysluku

Kuva 5. Valovirran laskentakaavio (Ensto Pro 2014)

5 LED-VALAISTUKSEN SOVELTUVUUS LAIVAOLOSUHTEISIIN

Laivaolosuhteissa LED-valaistukselta vaaditaan paljon, koska laivan sähköverkko ei ole samanlainen kuin maaolosuhteissa. Laivan sähköverkossa jännite ja taajuus voivat vaihdella enemmän kuin maaverkossa, mikä voi lyhentää huomattavasti LED-valaistuksen käyttöikä. Tärinän ja

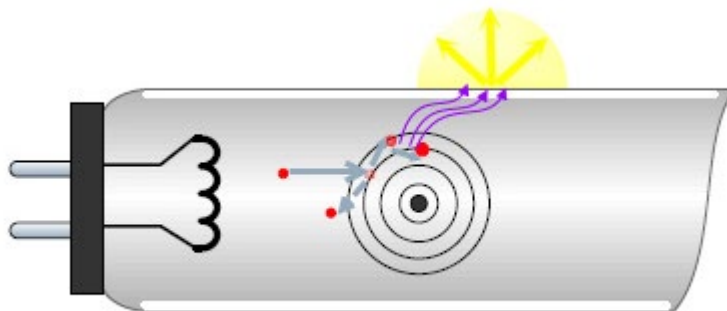
iskunkestävyyden ansiosta LED-valaistuksen pitäisi puolestaan kestää hyvin. (Vesterinen 2015, 19.)

Viking Amorellan konehuoneessa on kokeiltu pääkoneiden 2 ja 3 välissä LED-valaistusta. Voimakkaasta tärinästä johtuen valot sammuiivat jo muutaman minuutin käytön jälkeen. Konehuoneessa on liian paljon tärinää LED-valaistukselle. Konehuoneessa lämpötilat vaihtelevat paljon, minkä vuoksi LED-valaistus ei ole siellä suositeltavaa. (Johansson 2020.)

Konehuoneeseen verrattuna olosuhteet autokannella ovat LED-valaistuksen kannalta paremmat. Autokannella LED-valaistusta voidaan käyttää, sillä tärinää on huomattavasti vähemmän kuin konehuoneessa, eikä lämpötila pääse nousemaan liikaa. Lämpötilan vaihtelut heikentävät LED-valaistuksen kestävyttä huomattavasti. Autokannet vastaavat tiloiltaan julkisia tiloja, joten valaisinta valittaessa 5000 K:n värilämmöllä oleva LED-valaisin on tilaan sopiva valaisin. (Johansson 2020.)

6 LOISTELAMPUT

Loistelamput ovat yleisimpiä valaisimia, joita on käytössä. Loistelampun toiminta perustuu sähköpurkaukseen lampun molemmissa päissä olevissa katodeissa. Valaisinputkessa on pienpaineista elohopeahöyryä. Katodit hehkuvat ja niistä irtoaa elektroneja, jotka törmäävät elohopea-atomin elektroneihin. Tämä reaktio saa aikaan UV-säteilyä, joka sitten muodostuu valaistukseksi valaisinkuvun sisäpuolella olevassa loisteainekerroksessa. Kuvassa 6. on esitettyä loistelampun toimintaperiaate. (Ensto 2020.)



Kuva 6. Loistelampun toimintaperiaate (Lampputieto 2020)

6.1 EX-luokitus

EX-luokituksen valaisimia käytetään tiloissa, joissa voi olla kaasua, pölyä tai jotakin muuta syttyvää ainetta. EX-luokituksen valaisimet on suunniteltu niin, että johtojen läpiviennit valaisinkupuun on tulpattu niin, että mahdollinen kipinöinti ei pääse valaisimesta ulos. EX-luokituksen saaneissa valaisimissa on myös kestävämpi runko tavallisiin valaisimiin verrattuna. (Puolakka 2017.)

ATEX-valaisimet on jaettu seuraaviin tilaluokkiin 0, 1 ja 2. Tilaluokka nolla tarkoittaa paikkaa, jossa on jatkuva syttymisen tai räjähtämisen vaara. (Glamox 2020a.)

6.2 IP-luokitus

Valaisimen IP-luokitus tarkoittaa sen soveltuvuutta asennettavaan kohteeseen. Valaisimen valmistaja määrittää IP-luokituksen itse, eikä luokituksia valvo mikään ulkopuolinen taho tai viranomainen. Valaisimia valittaessa kannattaa tutkia huolellisesti valaisimen runkoa ja laatua, sillä IP-luku ei välttämättä kerro valaisimen soveltuvuudesta tai laadusta. IP-luokat on asetettu IP23 - IP65 välille. Mitä isompi IP-luku on, sitä paremmin valaisin sopii kosteaan tilaan. Kaikista kosteimpiin tiloihin suositellaan luokitusta IP-65. (Lampputieto 2020.)

6.3 Vaihdeettavat loistevalaisimet

Viking Amorellan loistevalaisimet ovat alkuperäisiä. Loistevalaisimien muokkaaminen LED-valoputkille sopiviksi on teoriassa mahdollista, mutta koska kyseessä on 1980-luvulla rakennettu laiva, ovat valaisimet jo niin ikääntyneitä, että niiden muokkaaminen LED-valaistukseen olisi vaikeaa. Amorellan loistevalaisimien osat ovat vanhoja ja kovettuneita ja tilaajan pyyntö oli, että valaisimet vaihdetaan kokonaan uusiin.

Viking Amorellan autokannella on kolmenlaisia loisteputkivalaisimia.

Valaisinmalli Glamox GX 240s on EX-suojattu. Valaisimessa on valonlähteenä 2 x 36 watin loisteputkea. Valaisin on merkitty pohjapiirrustuksiin merkinnällä 26/3. (Autokannan valaisinpiirustus 1988.)

Valaisinmalli Glamox GSI 236F PK on vesitiivis ja sen IP-luokitus on 65. Valaisimessa on valonlähteenä 2 x 36 watin loisteputkea. Malli on merkitty pohjapiirustuksiin merkinnällä 14/1. (Autokannen valaisinpiirustus 1988.)

Valaisinmalli Glamox GPI 236 F PK on vedenkestävä ja sen IP-luokitus on 44. Valaisimessa on valonlähteenä 2 x 36 watin loisteputkea. Malli on merkitty pohjapiirustuksiin merkinnällä 13/1. (Autokannen valaisinpiirustus 1988.)

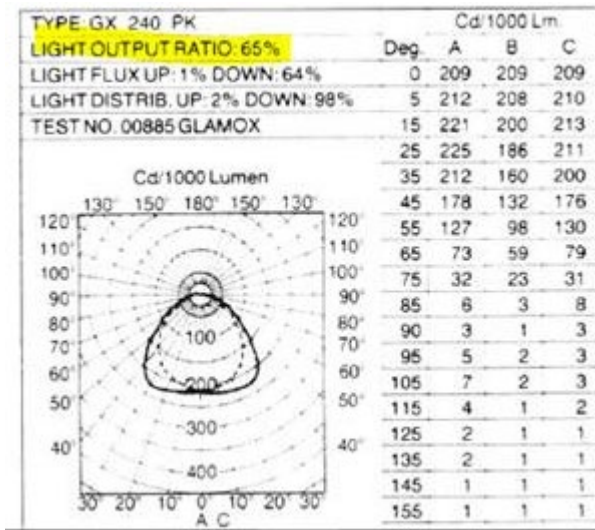
6.4 Huolto

Ikänsä takia valaisimet ovat jo huonossa kunnossa. Valaisimien huollon yhteydessä valaisinputken kiinnitysjalat katkeavat usein. Kiinnitysjalat ovat muovia ja ne ovat kovettuneet ajan saatossa. Vanhat valaisinputket hajoavat usein ja niitä joudutaan vaihtamaan säännöllisesti. Autokannella olevat valaisimet ovat myös haastavia huoltaa, sillä autokansi on usein täynnä autoja. (Johansson 2020.)

6.5 Valoteho

Vanhojen valaisimien valontuotto on riippuvainen loisteputkien kunnosta ja kupujen kirkkaudesta. Mikäli vanhassa valaisimessa on uudet loisteputket ja kirkkaat kuvut, on mahdollista päästä hyvin lähelle tavoitevalaistusta. Vanhojen valaisimien valoteho lasketaan kertomalla loisteputkien kokonaisvalontuotto valaisimen hyötysuhteella. Valotehon laskentakaava on esitetty kuvassa 7.

Loisteputki hukkaa valoa jonkin verran. Kun loisteputki säteilee valoa 360 astetta ympäri putken, osa valosta jää putken taakse, eikä valo heijastu ulospäin. Usein kuvut ovat myös kellastuneita ja likaisia, mikä laskee valontuottoa vanhoissa valaisimissa. Jos loisteputket ovat vanhoja ja valaisinkupu huonokuntoinen, on mahdollista, että valaisimesta tuleva valon määrä on vain noin puolet verrattuna uuden valaisimen valon määrästä. (Kokkonen 2020.)



Kuva 7. Vanhojen loisteputkivalaisimien valoteho (Glamox 2020)

Osram antaa 36 W ja 840 sävyiselle putkelle 3100 lm, joten $(2 \times 3100 \text{ lm}) \times 0,65\% = 4.030 \text{ lm}$ on todellinen valon määrä, mikä tulisi ulos valaisimesta optimaalisissa oloissa (Osram 2020).

7 UUDET VALAISIMET

Uusia valaisimia valittaessa on otettava huomioon vanhojen valaisimien luokitukset ja niiden antama valaisinteho. Työn tilaajan pyyntö oli, että uudet valaisimet olisivat Glamoxin LED-valaisimia. Valmistajalta saatiin tietoa ja suosituksia, mitkä olisivat parhaita LED-valaisimia korvaamaan vanhat loisteputkivalaisimet.

7.1 Uusien valaisimien mallit

Valaisinmallin Mirz54-1200 (M) led 5000 hftw pc 840 m20 IP-luokka on 54. Valaisimen väriämpö on 4000 K ja valoteho 5040 lumenia. Valaisimen kokonaiskulutus on 37 wattia. Tämä valaisin korvaa suunnitelman mukaan Glamox GPI 236 F PK -valaisimen. (Glamox 2020b.)

Valaisinmallin Mirz67-1200 (M) led 5000 hf tw pc 840 m20 IP-luokka on 65. Valaisimen väriämpö on 4000 K ja valoteho 5040 lumenia. Valaisimen kokonaiskulutus on 37 wattia. Suunnitelman mukaan valaisin korvasi Glamox GSI 236F PK -valaisimen. (Glamox 2020c.)

Valaisinmallin Mixz67-1200 (M) led 5000 hf tw pc 840 m20 IP-luokka on 66/67. Valaisimen värilämpö on 4000 K ja valo-teho 5130 lumenia. Valaisimen kokonaiskulutus on 37 wattia. Valaisin olisi sopiva korvaamaan Glamox GX 240S -mallin. Valaisin on lisäksi EX-suojattu ja sillä on zone 2 luokitus. (Glamox 2020d.)

8 TIEDOT LASKENTAA VARTEN

Toimeksiantaja Viking Line toimitti opinnäytetyötä varten autokansien pohjapiirrustukset, joiden perusteella pystyttiin ensin selvittämään vaihdettavien valaisimien mallit, sekä tekemään tarvittavat laskelmat valaistuksen vaihtoa varten. Kuvissa näkyy myös muita tiloja, kuten esimerkiksi porraskäytäviä, joihin ei ole tarpeen vaihtaa valaistusta. Työn tilaajan antaman rajauksen perusteella valaistus vaihdetaan vain rahtitiloissa.

Laskennassa on käytetty työn tilaajalta saatua tietoa energian tuottamisesta. Työn tilaajan mukaan 1 kWh:n tuottaminen maksoi laivalla 0,1045 € vuoden 2019 syyskuussa.

Valaisimille tehtiin myös valaisintoimilaitemittauksia Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun Kotkan kampuksen tiloissa, jotta kokonaistehon kulutus olisi mahdollisimman tarkka. Kuvassa 8 on esitettyinä valaisintoimilaitemittaus. Mitattavassa toimilaitteessa on 2 x 58 watin loisteputki, sekä kondensaattori ja kuristin. Toimilaitteen ja loisteputkien kokonaiskulutus mittauksien perusteella on 138 wattia. Toimilaitteen kokonaiskulutus pystyttiin laskemaan vähentämällä 138 watista 116 wattia. Toimilaitteen kokonaiskulutus on tämän perusteella 22 wattia.

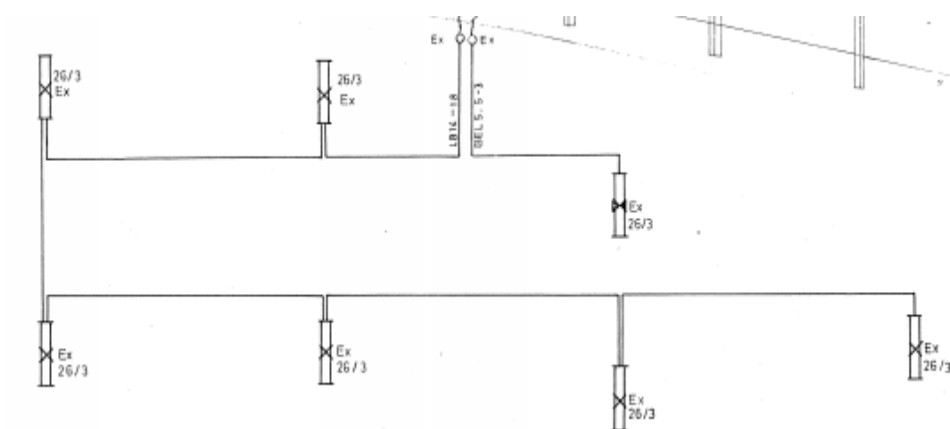


Kuva 8. Toimilaitteen mittaus Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoululla (Ylönen 2021)

9 VALAISIMET AMORELLAN AUTOKANSILLA

9.1 Autokansi 3

Viking Amorellan autokansi 3 on kokonaan yhtenäistä tilaa. Pohjapiirustukset on jaettu kolmeen eri piirustukseen, joiden perusteella tehtiin tarvittavat laskelmat ja havainnot vaihdettavista valaisimista. Autokannella 3 on rahtitiloissa käytössä Glamox GX 240S -valaisinmalli, jossa on valaistuksena kaksi kappaletta teholtaan 36 W loisteputkea. Kuvassa 9 on esitettyä osakuva 3. autokannen valaisinpiirustuksesta.



Kuva 9. Osakuva 3. autokannen valaisinpiirustuksesta (M/S Amorella 1988)

Pohjapiirustuksen perusteella laskettiin autokansi 3:n keulasta 14 kappaletta Glamox GX 240S -valaisinta, joissa on valaistuksena 2 kappaletta teholtaan

36 W loisteputkea. Valaisinmäärän perusteella pystyttiin laskemaan keulan kulutusteho: $2 \times 36 + 22 \times 14 = 1624 \text{ W}$.

Autokansi 3:n keskiosassa on pohjapiirustuksen mukaan 48 kappaletta Glamox GX 240S -valaisinta, joissa on valaistuksena 2 kappaletta teholtaan 36 W loisteputkea. Valaisinmäärän perusteella pystyttiin laskemaan keskiosan kulutusteho: $2 \times 36 \text{ W} + 22 \times 48 = 4512 \text{ W}$.

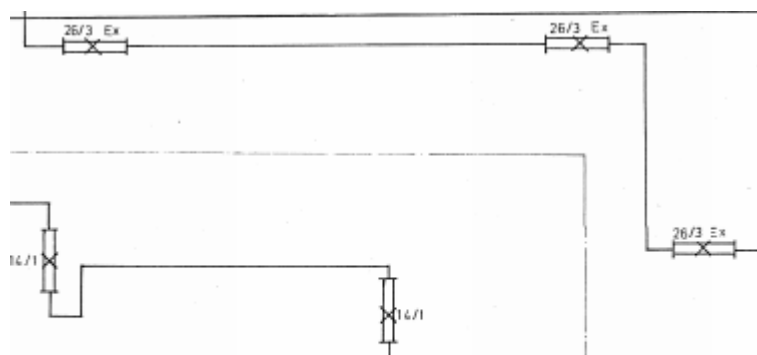
Autokansi 3:n peräosassa on 32 kappaletta Glamox GX 240S -valaisinta, joissa on valaistuksena 2 kappaletta teholtaan 36 W loisteputkea.

Valaisinmäärän perusteella pystyttiin laskemaan peräosan kulutustehon: $2 \times 36 \text{ W} + 22 \times 32 = 3008 \text{ W}$.

Yhteensä autokannella 3 on pohjapiirustuksien perusteella 94 kappaletta Glamox GX 240S -valaisimia, jotka on tarkoitus vaihtaa. Valaisimien yhteinen kulutusteho on $2 \times 36 \text{ W} + 22 \times 94 = 8836 \text{ W}$.

9.2 Autokansi 4

Tilaaajalta saaduista pohjapiirustuksista näkee, että autokansi 4 on täysin yhtenäistä tilaa. Valaisimina rahtitiloissa on käytössä Glamox GX 240S ja Glamox GSI 236F PK. Molemmissa valaisimissa on kaksi teholtaan 36 W loisteputkea. Kansi 4 on myös jaettu kolmeen eri pohjapiirustukseen, joiden mukaan tehtiin tarvittavat havainnot ja laskelmat. Kuvassa 10 on esitettyä osakuva 4. autokannen valaisinpiirustuksesta.



Kuva 10. Osakuva 4. autokannen valaisinpiirustuksesta (M/S Amorella 1988)

Pohjapiirustuksen perusteella laskettiin autokannen 4 keulasta 19 kappaletta Glamox GX 240S -valaisinta, joissa on valaistuksena kaksi teholtaan 36 W loisteputkea sekä 14 kappaletta Glamox GSI 236F PK -valaisimia, joissa on valaistuksena kaksi loisteputkea teholtaan 36 W. Valaisinmäärän perusteella pystyttiin laskemaan keulan kulutustehot:

$$2 \times 36 \text{ W} + 22 \times 19 = 1786 \text{ W}$$

$$2 \times 36 \text{ W} + 22 \times 14 = 1316 \text{ W}$$

$$1786 \text{ W} + 1316 \text{ W} = 3102 \text{ W}$$

Autokannen 4 keskiosasta laskettiin 16 kappaletta Glamox GX 240S -valaisinta, joissa on valaistuksena kaksi teholtaan 36 W loisteputkea sekä 48 kappaletta Glamox GSI 236F PK -valaisimia, joissa valaistuksena on kaksi loisteputkea teholtaan 36 W. Valaisinmäärän perusteella pystyttiin laskemaan keskiosan kulutustehot:

$$2 \times 36 \text{ W} + 22 \times 16 = 1504 \text{ W}$$

$$2 \times 36 \text{ W} + 22 \times 48 = 4512 \text{ W}$$

$$1504 \text{ W} + 4512 \text{ W} = 6016 \text{ W}$$

Pohjapiirustuksen perusteella autokannen 4 peräosassa on 26 kappaletta Glamox GX 240S -valaisinta, joissa on valaistuksena kaksi teholtaan 36 W loisteputkea sekä 31 kappaletta Glamox GSI 236F PK -valaisimia, jossa valaistuksena on kaksi loisteputkea teholtaan 36 W. Valaisinmäärän perusteella pystyttiin laskemaan peräosan kulutustehot:

$$2 \times 36 \text{ W} + 22 \times 26 = 2444 \text{ W}$$

$$2 \times 36 \text{ W} + 22 \times 31 = 2914 \text{ W}$$

$$2444 \text{ W} + 2914 \text{ W} = 5358 \text{ W}$$

Pohjapiirustuksien perusteella autokannella 4 on yhteensä 61 kappaletta Glamox GX 240S -valaisinta sekä 93 kappaletta Glamox GSI 236F PK -valaisinta, jotka on tarkoitus vaihtaa. Valaisinmäärän perusteella pystyttiin laskemaan kannen kulutustehot:

$$2 \times 36 \text{ W} + 22 \times 61 = 5734 \text{ W}$$

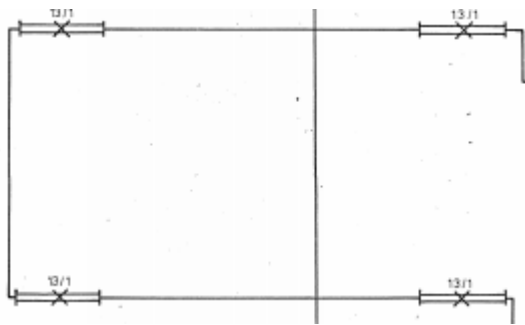
$$2 \times 36 \text{ W} + 22 \times 93 = 8742 \text{ W}$$

$$5734 \text{ W} + 8742 \text{ W} = 14476 \text{ W}$$

9.3 Autokansi 5

Pohjapiirustuksien perusteella autokannella 5 on 63 kappaletta Glamox GPI 236 F PK -valaisinta, joissa valaistuksena on kaksi loisteputkea teholtaan 36 W. Kuvassa 11 on esitettyä osakuva 5. autokannen valaisinpiirustuksesta. Näiden tietojen perusteella laskettiin autokannen kulutusteho:

$$2 \times 36 \text{ W} + 22 \times 63 = 5922 \text{ W}$$



Kuva 11. Osakuva 5. autokannen valaisinpiirustuksesta (M/S Amorella 1988)

9.4 Yhteenveto autokansista 3, 4 ja 5

Autokansilla rahtitiloissa on vaihdettavia valaisimia Glamox GX 240S 155 kappaletta, Glamox GSI 236F PK 93 kappaletta ja Glamox GPI 236 F PK 63 kappaletta. Vaihdettavien valaisimien määrä on $155 + 93 + 63 = 311$ kappaletta. Valaisimien määrän ja niissä olevien loisteputkien mukaan laskettiin kokonaiskulutusteho:

$$2 \times 36 \text{ W} + 22 \times 155 = 14570 \text{ W}$$

$$2 \times 36 \text{ W} + 22 \times 93 = 8742 \text{ W}$$

$$2 \times 36 \text{ W} + 22 \times 63 = 5922 \text{ W}$$

$$14570 \text{ W} + 8742 \text{ W} + 5922 \text{ W} = 29\,234 \text{ W}$$

Kokonaiskulutus tunnissa on 29.234 kWh

$29,234 \text{ kWh} \times 24 \text{ tuntia} = 701,616 \text{ kWh}$ vuorokaudessa
 $701,616 \text{ kWh} \times 365 = 256\,089,84 \text{ kWh}$ vuodessa
 $256\,089,84 \text{ kWh} \times 0,1045 \text{ €} = 26\,761$ euroa vuodessa.

Laivalla kilowattitunnin tuottaminen energiaa maksoi 0,1045 euroa syyskuussa 2019 raskaspolttoöljyn hinnan mukaan (Johansson 2020).

9.5 Uusien valaisimien kokonaiskulutus

Vaihdettavia valaisimia Viking Line Amorellan autokansilla on yhteensä 311 kappaletta. Kaikissa valaisimissa on sama kokonaissähkökulutus 37 wattia. Kokonaiskulutus tämän havainnon mukaan kilowattitunteina vuoden kulutuksen mukaan.

$311 \times 37 \text{ W} = 11\,507$ wattia
Kokonaiskulutus tunnissa on 11,5 kWh
 $11.5 \text{ kWh} \times 24 \text{ tuntia} = 276 \text{ kWh}$ vuorokaudessa
 $276 \text{ kWh} \times 365 = 100\,740 \text{ kWh}$ vuodessa.
 $100\,740 \text{ kWh} \times 0,1045 \text{ €} = 10\,527$ euroa vuodessa.

9.6 Tarjouspyyntö vaihdettavista valaisimista

Tarjouspyyntö vaihdettavista valaisimista lähetettiin Glamoxille. Glamox antoi tarjouksen vanhojen valaisimien korvaavista malleista. Uusien valaisimien mukaan tehtiin laskelma ja laskelmassa arvioitiin vanhojen ja uusien valaisimien kokonaistehon kulutusta. Tarjouksen mukaan uudet valaisimet maksaisivat 50 667 euroa.

9.7 Valaisinten takaisinmaksuaika

Valaisinten takaisinmaksuaika selvitettiin jo valmiiksi olevalla laskurilla. Laskurin avulla selvisi, että uusien valaisimien takaisinmaksuaika olisi 3,1 vuotta.

10 PÄÄTELMÄT

Opinnäytetyönä tehtyjen laskelmien mukaan voidaan suositella vanhojen loisteputkivalaisimien vaihtoa LED-valaisimiin. LED-valaisimien vaihto parantaisi valaistusta, koska vanhat valaisinkuvut ovat ikänsä puolesta kellastuneet, mikä taas vähentää huomattavasti valotehoa. Uudet LED-valaisimet pidentäisivät huoltovälejä ja paremman valotehon ansiosta ne myös valaisisivat paremmin, mikä lisää turvallisuutta.

LÄHTEET

Airam. 2020. Valon väri ja värintoistokyky. Saatavissa:

<https://www.airam.fi/valon-vari-ja-varintoistokyky> [Viitattu 22.11.2020].

Ensto. 2020. Loistelamput. Saatavissa:

<http://www2.amk.fi/Ensto/www.amk.fi/opintojaksot/0705016/1228387313247/1228387387439/1228387481543/1228396910117.html> [Viitattu 22.11.2020].

Finlex. 1974. Kansainvälinen yleissopimus ihmishengen turvallisuudesta merellä. Saatavissa:

https://finlex.fi/fi/sopimukset/sopsteksti/1981/19810011/19810011_2#idp446267328 [Viitattu 20.11.2020].

Finlex. 2012. Valtioneuvoston asetus laivaväen asuinympäristöstä aluksella.

Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2012/20120825#Pidp447703984> [Viitattu 20.11.2020].

Glamox. 2020a. Introduction to the principles of explosion protected electrical equipment IEC 60079-0 to IEC 60079-18. Saatavissa:

<https://glamox.com/commercialmarine/ex-norms> [Viitattu 24.11.2020].

Glamox. 2020b. MIRZ54-1200 (M) LED 5000 HF TW PC 840 M20.

Saatavissa: <https://glamox.com/gmo/products/nogroup/items/MIR093188> [Viitattu 30.11.2020].

Glamox. 2020c. MIXZ67-1200 LED 5000 HF TW PC 840 M20. Saatavissa:

<https://glamox.com/gmo/products/nogroup/items/MIX091061> [Viitattu 30.11.2020].

Glamox. 2020d. MIRZ67-1200 LED 5000 HF TW PC 840 M20. Saatavissa:

<https://glamox.com/gmo/products/nogroup/items/mir078893> [Viitattu 30.11.2020].

Johansson, T. 30.11.2020. Sähköpostitiedoksianto. 1. Mestari. M/V Amorella, Oy Viking Line Ab

Kokkonen, P. 30.11.2020. Sähköpostitiedoksianto. Edustaja. Glamox Oy.

Lampputieto. 2020. Valaisimien kotelointiluokat. Saatavissa:

<https://lampputieto.fi/valaistussuunnittelu/huomioi-sahkoturvallisuus/valaisimien-kotelointiluokat> [Viitattu 21.11.2020].

Lampputieto. 2009. Valon määrä – Lumen -arvo. Saatavissa:

<https://lampputieto.fi/lampun-valinta/lamppujen-ominaisuuksia/lumen-valon-maara> [Viitattu 28.11.2020].

Osram. 2020. L 36 W/840. Saatavissa:

https://www.osram.com/ecat/LUMILUX%20T8-Fluorescent%20lamps%20T8-Fluorescent%20lamps-Lamps-Digital%20Systems/tr/en/GPS01_1027891/ZMP_60436 [Viitattu 30.11.2020].

Puolakka. 2017. Räjähdyssäilytiloissa valaistus on tarkoin säädeltyä.

Saatavissa: https://www.atexor.com/wp-content/uploads/2019/02/Rajahdysvaarallisissa_tiloissa_valaistus_on_tarkoin_saadeltya.pdf [Viitattu 24.11.2020].

Vesterinen, E. 2015. Led-valaistuksen soveltuvuus merentutkimusalue

Arandalle. Opinnäytetyö. KYAMK. Merenkulkualan insinööri.

[Vesterinen Elina.pdf \(theseus.fi\)](#) [Viitattu 25.11.2020]

KUVAT

Kuva 1. LED-valaisin analogisella ohjaimella. Verkkajulkaisu. Saatavissa: https://glamox.com/upload/2013/09/26/fi_singlepages-2.pdf [Viitattu 27.4.2020]

Kuva 2. LED-valaisin digitaalisella ohjaimella. Verkkajulkaisu. Saatavissa: https://glamox.com/upload/2013/09/26/fi_singlepages-2.pdf [Viitattu 27.4.2020]

Kuva 3. Sisäänrakennettu LED-moduuli. Verkkajulkaisu. Saatavissa: https://glamox.com/upload/2013/09/26/fi_singlepages-2.pdf [Viitattu 27.4.2020]

Kuva 4. Värilämpötila. Limente -verkkajulkaisu. Saatavissa: https://www.limente.fi/fi/varilampotila_14.html [Viitattu 10.3.2021]

Kuva 5. Valovirran laskentakaavio. Ensto Pro -verkkajulkaisu. Saatavissa: http://www2.amk.fi/Ensto/www.amk.fi/material/attachments/vanhaamk/etuotan/to/0705016/5hZOS6mDZ/Suureet_kaavat.pdf [Viitattu 22.11.2020]

Kuva 6. Loisteputken toimintaperiaate. Lampputieto-verkkajulkaisu. Saatavissa: <https://lampputieto.fi/valaistussuunnittelu/huomioi-sahkoturvallisuus/valaisimien-kotelointiluokat> [Viitattu 23.11.2020].

Kuva 7. Vanhojen loisteputkivalaisimien valoteho. Sähköpostitiedonanto. Kokkonen P., Myyntiedustaja, Glamox. [Viitattu: 30.11.2020]

Kuva 8. Toimilaitteen mittaus koululla. Ylönen V. [Viitattu: 10.3.2021]

Kuva 9. Osakuva 3. autokannen valaisinpiirustuksesta. Sähköpostitiedonanto. Johansson T., 1-mestari, M/S Amorella, Oy Viking Line Ab. [Viitattu 18.11.2020].

Kuva 10. Osakuva 4. autokannen valaisinpiirustuksesta. Sähköpostitiedonanto. Johansson T., 1-mestari, M/S Amorella, Oy Viking Line Ab. [Viitattu 18.11.2020].

Kuva 11. Osakuva 5. autokannen valaisinpiirustuksesta. Sähköpostitiedonanto. Johansson T., 1-mestari, M/S Amorella, Oy Viking Line Ab. [Viitattu 18.11.2020].