



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Aalto, Tuukka

UMICORE FINLAND OY:N
ULKOVALAISTUKSEN NYKYTILANNE
JA KEHITYS

Energiavarastointi YAMK

2025

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Aalto, Tuukka
Opinnäytetyön nimi	Umicore Finland Oy:n ulkovalaistuksen nykytilanne ja kehitys
Vuosi	2025
Kieli	suomi
Sivumäärä	62 + 4 liitettä
Ohjaaja	Jarkko Vuorinen

Tämän tutkimustyön tavoitteena on selvittää Umicore Finland Oy:n tehdasalueen ulkovalaistuksen nykytilanne ja kartoittaa valaistukselle mahdollisia kehitys- ja parannuskohteita. Työssä tutkitaan ulkovalaistuksen uusinnan kannattavuutta energiatehokkuuden parantamisen ja energiankulutuksen vähentämisen kannalta. Tehtävänä on myös saada tehtaan ulkovalaistuksen suunnittelua varten ajantasainen dokumentaatio, jota voidaan tulevaisuudessa käyttää pohjana ja apuna.

Projektin toteutus tehtiin toimintatutkimuksena, jossa tutkimusaineiston keräämiseen käytettiin kyselytutkimusta, havainnointia ja dokumenttianalyysiä. Kyselytutkimus toteutettiin tuotanto-osastoittain, jolloin tilanteesta saatiin tietoa kattavasti koko tehtaan alueelta. Kyselyn lisäksi ulkovalaistuksen tilannetta tutkittiin kartoittamalla valaisimien sijainnit ja tarkistamalla valaistuksessa käytetty suunnitteludokumentaatio.

Tutkimuksen keskeisenä havaintona korostui ajantasaisten dokumentaatioiden tärkeys ja tarve niiden aktiiviselle ylläpidolle. Kyselytutkimuksen pohjalta huomioitavaksi asiaksi nousi hyvän ulkovalaistuksen tärkeys ja sen tarpeiden huomioiminen. Energiankulutuksen kannalta vanhan tehtaan valaistuslaitteiston päivityksellä voidaan saada säästöjä aikaan, mutta uudistuksessa tulee huomioida myös mahdolliset kasvavat kunnossapitokulut.

Avainsanat teollisuuden ulkovalaistus, dokumentointi,
energiankulutus, kyselytutkimus

ABSTRACT

Author	Tuukka Aalto
Title	The current status and development of Umicore Finland Oy 's outdoor lighting
Year	2025
Language	Finnish
Pages	62 + 4 Appendices
Name of Supervisor	Jarkko Vuorinen

The aim of this research is to investigate the current status of the outdoor lighting in the Umicore Finland Oy factory area and to map out possible areas for development and improvement of the lighting. This study investigates the profitability of renewing the outdoor lighting in terms of improving energy efficiency and reducing energy consumption. The task is also to obtain up-to-date design documentation of the factory's outdoor lighting, which can also be used in future projects.

The project was implemented as an action research, where a survey research, observation and document analysis were used to collect research data. The survey research was conducted for the production departments, which provided comprehensive information on the situation across the entire factory area. Factory's outdoor lightings status was studied by mapping the locations of the luminaires and checking the documentation used in the lighting design.

The key finding of the study was the importance of up-to-date documentation and need for its active upkeep. Based on the survey, the importance of good outdoor lighting and taking its needs into account emerged as an issue to be considered. Savings in energy consumption can be achieved by updating the lighting equipment of the old factory area. Possibility of increasing maintenance costs must be taken into account in the renovation.

Keywords industrial outdoor lighting, documentation, energy consumption, survey research

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	2
ABSTRACT	3
1 JOHDANTO	9
1.1 Projektin tavoite	10
1.2 Työn rajaus	10
1.3 Toimeksiantaja	11
2 VALAISTUKSEN ERITYISVAATIMUKSET TEOLLISUUDESSA	13
2.1 Valon ominaisuudet	13
2.2 Ulkovalaistus teollisuudessa	14
2.3 Valaisimien valinta ja ominaisuudet	18
2.4 Ohjeet ja määräykset	21
2.5 Ympäristöolosuhteet	21
2.6 Asennukset ja kaapeloinnit	22
3 ENERGIATEHOKKUUS	26
4 KYSELYTUTKIMUS	29
4.1 Tutkimusmenetelmät	29
4.2 Tutkimuskohteet	30
4.3 Kyselyn tulokset	31
4.4 Tulosten vertailu	38
4.5 Tutkimuksen yhteenveto	41
5 PROJEKTIN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS	43
5.1 Valaisinkartoitus	43
5.2 Dokumentaatio	45
5.3 Energiankulutuksenseuranta	47
5.4 Valaisinuusinnan takaisinmaksu	50
6 PROJEKTIN TULOKSET	55
7 JOHTOPÄÄTÖKSET	56
LÄHTEET	59
LIITTEET	63
LIITE 1. Osastojen ulkovalaistus kyselylomake	63
LIITE 2. Ulkoalueiden valaistussuositukset	64

LIITE 3. Ulkovalaisinkartta	66
LIITE 4. Ulkovalaistuksen mallipiirikaavio	67

KUVAT

Kuva 1. Valaistus tehdasalueella.....	15
Kuva 2. Esimerkki Ex-laitteen merkinnöistä	20
Kuva 3. Valaisinpylväs.	23
Kuva 4. WAGO Energy Data Management.	48
Kuva 5. Esimerkki raja-arvoista mittauksille.	49

KUVIOT

Kuvio 1. Energiatehokas valaistus	27
Kuvio 2. Ulkovalaistus kulkureiteillä, Liuotto.	32
Kuvio 3. Ulkovalaistus säiliöalueilla, Liuotto.	32
Kuvio 4. Ulkovalaistus putkisilloilla, Liuotto.....	33
Kuvio 5. Valaistus ulkoportaikoissa, Liuotto.	33
Kuvio 6. Ulkovalaistus kulkureiteillä, Uutto/S1.	34
Kuvio 7. Ulkovalaistus säiliöalueilla, Uutto/S1.	34
Kuvio 8. Ulkovalaistus putkisilloilla, Uutto/S1.....	34
Kuvio 9. Valaistus ulkoportaikoissa, Uutto/S1.	35
Kuvio 10. Ulkovalaistus kulkureiteillä, Koetehdas.....	35
Kuvio 11. Ulkovalaistus säiliöalueilla, Koetehdas.....	36
Kuvio 12. Ulkovalaistus putkisilloilla, Koetehdas.	36
Kuvio 13. Valaistus ulkoportaikoissa, Koetehdas.....	36
Kuvio 14. Ulkovalaistus kulkureiteillä, Patteri.	37
Kuvio 15. Ulkovalaistus säiliöalueilla, Patteri.	37
Kuvio 16. Ulkovalaistus putkisilloilla, Patteri.	38
Kuvio 17. Valaistus ulkoportaikoissa, Patteri.	38
Kuvio 18. Kulkureittien ulkovalaistukset kootusti.	39
Kuvio 19. Säiliöalueiden ulkovalaistukset kootusti.....	40
Kuvio 20. Putkisiltojen ulkovalaistukset kootusti.....	40
Kuvio 21. Ulkoportaiden valaistukset kootusti.	41
Kuvio 22. Takaisinmaksulaskenta yhdelle valaisimelle.	51
Kuvio 23. Takaisinmaksulaskenta vanhoille valaisimille.....	52
Kuvio 24. Takaisinmaksulaskenta 50W ja 100W valaisimille.	53

Kuvio 25. Takaisinmaksulaskenta tehomuutoksilla.	54
---	----

TAULUKOT

Taulukko 1. M-valaistusluokat	17
Taulukko 2. P4-valaistusluokka.....	17

LYHENTEET

BMRF	Engl. <i>Battery Metals Refining</i>
CE	Ransk. <i>Conformité Européenne</i> , EU:n turvallisuus-, terveys, ja ympäristövaatimusmerkintä
CPR	Kaapeleiden paloluokitusvaatimus
EU	Euroopan unioni
E_{hm}	Vaakatason valaistusvoimakkuus
E_m	Keskimääräinen valaistusvoimakkuus
EPBD	Engl. <i>Energy Performance of Buildings Directive</i> , Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi
f_{TI}	Estohäikäisy
IK	Engl. <i>Impact Protection</i> , iskunkestävyys luokka
IP	Engl. <i>International Protection</i> , koteloinnin tiiveysluokka
ISO	Engl. <i>International Organization for Standardization</i> , Kansainvälinen standardisointijärjestö
L_m	Keskimääräinen luminanssi
mA	Milliampeeri
MID	Mittauslaitedirektiivi
Modbus	Sarjaliikenneprotokolla
PVC	Polyvinyylikloridi
R_a	Värintoistoindeksi

R _{EI}	Vierialueen valaistusvoimakkuus
R _{GL}	Häikäisyluokitusluku
RoHS	Engl. <i>Restriction of Hazardous Substances</i> , Ympäristövaarallisten aineiden käyttöä rajoittava direktiivi
SFS	Engl. <i>Finnish Standards Association</i> , Suomen standardisoimislautakunta
UBMF	Engl. <i>Umicore Battery Materials Finland</i>
U _I	Luminanssin pitkittäistasaisuus
U _o	Luminanssin yleistasaisuus
U _{oi}	Valaistusvoimakkuuden yleistasaisuus
U _{ow}	Luminanssin yleistasaisuus, märkä
W	Watti

1 JOHDANTO

Turvallinen liikkuminen ja työskentely ulkotiloissa vaatii hyvää valaistusta ympäristössä. Keinotekoiseen valaistukseen täytyy turvautua, kun riittävää auringonvaloa ei ole saatavilla. Teollisuus- ja tehdasympäristössä on monenlaisia ulkoalueita, joissa liikkumisen tarve on ympärivuorokautista. Vaikka tehdasalueella liikkuminen on yleensä tarkkaan rajattua, on alueilla jatkuvaa henkilö-, ajoneuvo- ja raskaan kaluston liikennettä. Hyvällä ulkovalaistuksella saadaan luotua turvallinen ympäristö liikkumiseen. Luotettavat laitteet ja hyvät suunnitelmat auttavat tavoitellut lopputuloksen saavuttamiseen.

Projektin lähtökohtana on parantaa Umicore Finland Oy:n Kokkolan tehtaan ulkovalaistuksen dokumentointia ja saada ulkovalaistuksen sähkösuunnittelulle yhtenevät käytännöt. Tehdas koostuu useammasta tuotanto-osastosta ja sähkönjakelu ulkovalaistuksille on toteutettu osastoittain omista kiinteistösähkökeskuksista. Ulkovalaistuksien ohjaukset on toteutettu tehtaan taloautomaatiojärjestelmän ohjauksen kautta toimiviksi. Yleensä ulkovalaistuksille on keskuksilla myös ohituskytkimet, joilla valot voidaan tarpeen vaatiessa pakottaa päälle.

Osa ulkovalaistusten asennuksista on tehty vuosikymmeniä sitten. Ajansaatossa prosessin toimintoihin on voitu tehdä muutoksia, jolloin valaistus on saattanut jäädä muutostyöalueilta päivittämättä. Ulkovalaistusten osalta sähkönsyöttöjen tiedot ja laitedokumentaatio on osittain koettu tehtaan kunnossapidon kannalta puutteelliseksi ja tämä aiheuttaa ajoittain vikatilanteissa ja muutosasennuksissa lisäselvitystöitä. Ajantasaiset dokumentaatiot auttavat reagoimaan vika- ja muutostilanteisiin nopeasti, kustannustehokkaasti ja turvallisesti.

1.1 Projektin tavoite

Projektin päätehtävänä on tutkia ja dokumentoida ulkovalaistuksen tarpeet, valaisimien sijainnit sekä sähkönsyöttöjen lähdöt ja ohjaukset osastoittain. Tehtaan ulkovalaistuksesta kootaan ajantasaiset dokumentaatiot ja laaditaan mahdolliset tarvittavat korjaustoimenpiteet valaistukseen liittyen. Parannuskohteiden selvittämiseksi ulkovalaistuksesta tehdään kyselytutkimus, jonka avulla saatuja tietoja voidaan tulevaisuudessa käyttää tehtaan sähkösuunnittelun apuna. Dokumentit pyritään kasaamaan osastoittain yhtenevällä tyylillä, jotta jatkossa materiaalien ylläpito, niiden löytäminen ja tarkastelu helpottuisi.

Tehtaalla on ulkovalaisimina käytössä useita eri malleja, joista vanhimmat ovat yleisesti suurpainenatrium- tai monimetallivalaisimia ja uusimmat asennukset on toteutettu led-valaisimilla. Tutkimuksen yhteydessä kerätään tiedot valaisintyypeistä ja tehdään arvio vanhojen valaisimien uusimisesta led-valaisimiksi energiatehokkuuden parantamiseksi.

Energiatehokkuutta ja energiankulutuksen seurantaan halutaan tehtaalla yleisesti parantaa ja myös valaistuksen sähkönkulutuksesta haluttaisiin oma seurantansa. Tehtaalle on hankittu testikäyttöön WAGO:n energiankulutuksen seurantalaitteisto, jonka käyttömahdollisuuksia ulkovalaistuksen energiankulutuksen seurantaan tutkitaan tämän työn yhteydessä.

1.2 Työn rajaus

Työ rajataan koskemaan vain Umicore Finland Oy:n hallinnoimia ulkovalaisimia ja ulkovalaistuskohteita. Projektissa päivitetään tehtaan ulkovalaistuksien sähkönsyöttöjen mallipiirikaavio, mutta vanhoja asennuksia, kytkentöjä ja laitteistoja ei tämän työn yhteydessä päivitetä

sen mukaisiksi. Kyselytutkimus toteutetaan anonymisti, jolloin kyselyyn vastaajien henkilöllisyydet pysyvät salassa.

Lopputuloksena saatavaa dokumentaatiota tullaan jatkossa käyttämään, ylläpitämään ja hyödyntämään Umicore Finland Oy:n sähkösuunnittelussa sekä tehtaan kunnossapito-osaston apuna laitteiden huolloissa ja kunnossapidossa.

1.3 Toimeksiantaja

Umicore on belgialainen materiaaliteknologioihin erikoistunut yritys, jonka erityisosaaminen pohjautuu materiaalitieteeseen, kemiaan ja metallurgiaan. Yrityksen tarkoituksena on toimia maailmanlaajuisena materiaaliteknologia- ja kierrätyskonsernina, jonka tavoitteena on vähentää haitallisia päästöjä tukemalla materiaalien kehitystä, tuottoa ja kierrätystä. (Umicore.)

Umicoren pääkonttori sijaitsee Brysselissä ja henkilöstöä on maailmanlaajuisesti noin 12 000. Tuotantolaitoksia on yhteensä yli 40 ja toimipisteitä on jokaisessa maanosassa. Liiketoiminnat on jaettu akkumateriaaleihin, katalyyseihin, kierrätykseen ja erikoismateriaaleihin. Liikevaihto oli vuonna 2024 yhteensä 3,5 miljardia €. (Umicore.)

Toimeksiantajana opinnäytetyölle on Umicore Finland Oy. Umicoren Kokkolan tehdas sijaitsee Kokkolan suurteollisuusalueella, jossa tuotantoa on tehty kobolttituotteiden osalta vuodesta 1968 alkaen. Vuodesta 2019 alkaen jalostamo on kuulunut Umicore-konserniin ja tehdas on Kiinan ulkopuolella suurin koboltin jalostamo. Kokkolassa jalostukseen kuuluu myös katodiprecursori-tuotteet, joista valmistetaan aktiivisia katodimateriaaleja Umicoren muissa tuotantolaitoksissa. Lopputuotteita ovat erilaiset akkut tuotteet, joita käytetään sähköajoneuvoissa, mobiili- ja muissa laitteissa. Kokkolan tehtaan toiminnot on jaettu kahteen osaan, jotka ovat Battery Metals Refining

(BMRF) ja Umicore Battery Materials Finland (UBMF). (Umicore Finland Oy.)

2 VALAISTUKSEN ERITYISVAATIMUKSET TEOLLISUUDESSA

Teollisuusympäristössä on huomioitava prosessin tarpeet ja vaatimukset, jotka tuovat haasteita myös laitevalintojen suhteen. Tilaan oikein valitut laitteet kestävät käytössä pidempään ja ovat myös turvallisia käyttää. Turvallisuuden ja työtehokkuuden kannalta on tärkeää, että työskentelyalueilla ja kulkureiteillä on hyvä valaistus, joka on suunniteltu kohteeseen sopivaksi.

2.1 Valon ominaisuudet

Riittävä ja tilanteeseen soveltuva valaistus vaikuttaa siihen miten hyvin näkötehtäviä vaativia töitä jaksaa ja pystyy suorittamaan. Hyvä valaistus saadaan toteutettua huomioimalla vaaditut valaistusvoimakkuudet, ja täyttämällä valaistuksen laadulliset ja määrälliset tarpeet. Hyvällä valaistuksella on vaikutusta parantaen suorituskykyä, hyvinvointia sekä mielialaa. Laadukkaasti toteutetun valaistuksen on tarkoitus toteutua tarpeen mukaisesti ja oikea-aikaisesti. (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry, 2021; Väylävirasto, 2022, s.120.)

Suomen Standardisoimisliiton SFS ry (2021) standardin SFS-EN 12464-1 mukaan valaistun ympäristön tärkeimpiä tekijöitä ovat sähkö- ja päivänvalon osalta luminanssijakauma, valaistusvoimakkuus, häikäisy, valon suuntaus, valon väri, välkyntä ja valon vaihtelevuus. Työskentelyympäristössä valon tasaisuudella ja sopivalla voimakkuudella voidaan vaikuttaa siihen, miten hyvin silmät sopeutuvat näkökentän kontrasteihin ja miten nopeasti, turvallisesti ja miellyttävästi tapahtumat pystyy hahmottamaan. Valaistusvoimakkuuden tulisi olla työalueilla ja niiden ympäristöissä tasainen, jolloin kontrastierot eivät väsytä silmiä turhaan ja aiheuta epämukavuuden tunnetta. Valaistuksesta aiheutuvaa kiusa- ja estohäikäisyä tulee rajoittaa, jotta

virheiden, väsymyksen ja tapaturmien riskejä saadaan vähennettyä. Kohteisiin valittavien valaisimien tulee olla laadukkaita eikä niistä saa aiheutua välkyntää tai stroboskooppi-ilmiötä ympäristöön. Valon välkkymisestä voi aiheutua henkilöille väsymyksen ja päänsäryn kaltaisia fysiologisia oireita sekä näköaistiharhoja, jotka voivat johtaa vaaratilanteisiin. (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry, 2021.)

Valon visuaalinen ominaisuus liittyy siihen, miten hyvin tai huonosti näkyvän valon määrä ja sen suunta aistitaan näkökentässä. Valon määrä ja värisävy vaikuttavat biologisena ominaisuutena vuorokausirytmimme, kuten unenlaatuun, valveillaoloon, vireystasoon ja hyvinvointiin. Värisävyjen tulee toistua ympäristössä, ympäristön kohteissa ja ihmisten iholla tarpeeksi luonnollisina, jotta näkötehokkuus, mukavuus ja hyvinvointi eivät kärsi. Valaistuksen värisävyissä tulee huomioida, että muun valaistuksen värisävyt eivät saa sekoittaa turvalaitteille määritettyihin väreihin. (Fagerhult, 2025; Suomen Standardisoimisliitto SFS ry, 2021.)

2.2 Ulkovalaistus teollisuudessa

Teollisuusalueella voi olla runsasta ja ympärivuorokautista henkilö- ja ajoneuvoliikennettä. Jotta alueella liikkuminen olisi turvallista, täytyy rakennusten ja niiden ympäristöjen olla käytön ja huollon kannalta hyvin valaistuja (Finlex 10 §). Pimeällä ympäristössä tapahtuvien muutoksien havainnointi on vaikeampaa ja liikenneonnettomuuksien riski on suurempi verrattuna valoisaan aikaan. Ikääntyessä silmissä tapahtuu muutoksia, jotka hidastavat ja heikentävät näkökykyä ja voivat entisestään vaikeuttaa näkemistä hämärässä. Taajama-alueilla on useita valaistavia pintoja ja kohteita, jonka vuoksi hyvän valaistuksen toteuttaminen on merkittävästi monimutkaisempaa verrattuna taajaman ulkopuolisiin tiealueisiin. Tärkeitä valaistavia kohteita ovat erityisesti vilkkaasti liikennöidyt kulkuväylät ja risteysalueet, joissa onnettomuuksien riski voi olla suuri. Myös sisäänkäyntien edustat tulee

valaista hyvin, jotta ne erottuvat muusta ympäristöstä ja tarvittaessa lisänä voidaan käyttää kohdevalaistusta. Henkilöliikenteen kannalta onnettomuusalttiita paikkoja ovat usein portaikot, joiden erottamista muusta ympäristöstä voidaan parantaa riittävän voimakkaalla, mutta häikäisemättömällä valaistuksella. Erityisesti portaiden alkupisteiden ja luiskien valaistusta korostamalla voidaan vähentää kompastumisen riskiä. Kuvassa 1 näkyy tehdasalueen yleis- ja kulkureittien valaistusta. (Kilpelä, 2019, s. 110-111; Sujuva, 2019; Väylävirasto. 2023, s. 11.)



Kuva 1. Valaistus tehdasalueella (Umicore Finland Oy).

Turvallisen liikkumisen ja työskentelyn kannalta jalankulkijoiden näkyvyyttä voidaan hyvän valaistuksen lisäksi parantaa käyttämällä heijastimia ja näkyvää vaateetusta. Liikenteessä ilman heijastinta liikkuvan henkilön voi ajoneuvon lähivaloilla havaita noin 50 metrin päästä, kun taas heijastimen voi havaita jo 350 metrin etäisyydeltä (Liikenneturva).

Ulkotyöalueille on määritelty omat valaistussuositukset kohteiden ja niissä tapahtuvien näkötehtävien mukaisesti. Suosituksissa annetaan minimiarvot ylläpidettävälle keskimääräiselle valaistusvoimakkuudelle (E_m) ja valaistusvoimakkuuden tasaisuudelle (U_0). Liitteen 2 taulukossa on esitetty ulkotyöalueiden valaistussuosituksien arvot

valaistusvoimakkuuksille ja valon tasaisuudelle, annettu lukemat suurimmalle sallitulle häikäisylokitusluvulle (R_{GL}) ja pienimmälle yleiselle värinotoindeksille (R_a) (LIITE 2). Taulukon mukaisia suosituksia voidaan hyödyntää suunnitteluvaiheessa ja määrittellä sen avulla kohteeseen sopivat valaisimet sekä niiden sijoittelut. (ST-kortisto, 2020, s. 6.)

Valaistusluokan määrittelyllä voidaan parantaa yleisen turvallisuuden lisäksi alueen liikenneturvallisuutta, ajoneuvoliikenteen sujuvuutta sekä liikenneympäristön hahmottamista. Valaistusluokka sisältää edellytetyt vähimmäisvaatimukset valaistusteknisille vaatimuksille näkemisen ja havaitsemisen kannalta ottaen huomioon ominaisuudet tien ja liikenteen osalta. Taulukossa 1 on esitetty M4- ja M5-valaistusluokkaan perustuvat luminanssiarvot, jotka on tarkoitettu teollisuusalueiden katuvalaistuksille. M4- ja M5-valaistusluokan kaduilla, joilla nopeusrajoitus on 40 km/h tai sen alle, ei tarvitse huomioida määrän ajoradan yleistasaisuusvaatimusta. Umicoren tehdasalueella nopeusrajoitus on 30 km/h, joten yleistasaisuusvaatimusta ei tarvitse huomioida. Tutkimuksien mukaan ajonopeudet eivät nouse alueilla, joille on asennettu valaistus, mutta lisääntynyt liikenne voi laskea keskinopeuksia. (Kokkola Industrial Park; Mäkelä & Kärki, 2004, s. 48; Väylävirasto. 2023, s. 24-25.)

Taulukko 1. M-valaistusluokat (Väylävirasto, 2023, s. 25,29).

Katuluokka ja kuvaus	Valaistusluokka	Kuivan ja märän ajoradan luminanssi				Estohäikäisy	Vierialueen valaistus
		Kuiva		Märkä	Kuiva		
		L_m cd/m ² , min	U_o min			U_l min	U_{ow} min
Teollisuusalueen vilkkaat kadut, joilla läpiajoliikenne	M4	0,75	0,4	0,4	0,15	15,0	0,4
Muut	M5	0,5	0,3 5	0,4	0,15	15,0	0,4

Taulukossa 2 on esitetty valaistusluokan P4 valaistusvoimakkuudet ja estohäikäisyarvot teollisuusalueille, joissa kadun yhteydessä on jalankulku- ja pyöräteitä. Taulukon estohäikäisyvaatimusta on tarpeen käyttää ainoastaan vilkkaasti liikennöidyillä jalankulku- ja pyöräteillä, joilla on omat erilliset valaistukset. (Väylävirasto. 2023, s. 27,29).

Taulukko 2. P4-valaistusluokka (Väylävirasto, 2023, s. 27,29).

Katuluokka ja kuvaus	Valaistusluokka	Vaakatason valaistusvoimakkuus		Estohäikäisy
		E_{hm} lx, min	U_{oir} min	
Teollisuusalueen kadut	P4	5,0	0,2	25

Vaikka P-valaistusluokka onkin tarkoitettu käytettäväksi kevyenliikenteenreiteillä, olisi valaistuksessa hyvä ottaa huomioon pyöräilijöiden ja sähköisten liikkumisvälineiden kasvaneet ajonopeudet (Ekrias, 2023, s. 11).

Ulkovalaistuksen ohjaus voidaan toteuttaa tarpeen mukaisesti eri tavoilla. Perinteisimmät ohjaustavat ovat toteuttaa valaistus ilman etähallintaa tai ohjelmoida led-valaisimien liitännälaitteet ennakkoon. Valaistuksen ohjaus voidaan tehdä myös keskuskohtaisena ohjauksena, jolloin etäohjaus voidaan toteuttaa keskitetysti tai valaisinkohtaisena ohjausjärjestelmänä. Ulkovalaistuksen säätyvään ohjaukseen voidaan käyttää esimerkiksi hämäräkytkintä tai astronomista kelloa, jonka avulla valaistus ohjautuu auringon nousu- ja laskuaikojen perusteella. Led-valaisimien liitännälaitteisiin voidaan ohjelmoida erilaisia himmennysprofiileja, jolloin valaisimien kirkkautta pystytään mukauttamaan erilaisia tarpeita, tunnelmia ja läsnäolotilanteita varten. Tunnistimiin ja automaatioon perustuvalla valaistuksen säädöillä voidaan saavuttaa jopa 20-40 % energiansäästö. (Boubekri, 2014, s. 15; Ekrias & Nevalainen, 2018.)

Räjähdyksivaarallisiin tiloihin asennettavissa valaisimissa ja muissa sähkölaitteissa on huomioitava, että kipinät ja kuumat pinnat ovat mahdollisia syttymislähteitä. Kemianteollisuudessa on ominaista käyttää prosesseissa palavia kaasuja, nesteitä ja kiinteitä aineita, joiden käytöstä voi syntyä räjähdysvaarallisia seoksia. Myös ulkovalaistuksen laitevalinnoissa ja asennuksissa tulee huomioida räjähdysvaarallisten alueiden tilaluokitukset ja määräykset asennettaville laitteille. (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry, 2019; Turvallisuus- ja kemikaalivirasto, 2017.)

2.3 Valaisimien valinta ja ominaisuudet

Teollisuudessa valaistusympäristöt ovat usein haastavampia ja vaativampia normaaleihin olosuhteisiin verrattuna. Ulkotiloissa valaisimien asennuspaikkoja voivat olla korkeat tilat, pölyiset ja epäpuhtaat ympäristöt ja prosessilaitteistojen läheisyydet. Erityisesti teollisuusympäristöissä valaisimilta vaaditaan hyvää toimivuutta, huoltovapautta ja valaisimien tulee olla helposti asennettavia.

Rakenteeltaan valaisimet koostuvat neljästä osasta, jotka ovat runko, häikäisysoja, heijastin ja valonlähde. Teknisiltä ominaisuuksiltaan valaisimen tulee täyttää standardien SFS-EN 60598, SFS-EN 55015 ja SFS-EN 61547 vaatimukset. Valaisimen valintaan vaikuttavat tyypillisesti asennustapa, valonlähde, kotelointiluokka, fyysinen koko ja ulkonäkö. Valmistusmateriaaleina valaisimissa käytetään yleisesti alumiinia, terästä, ruostumatonta terästä, lasia ja polykarbonaattia. Valaisimille voidaan lisäksi tehdä pintakäsittelyitä, joilla korroosiokestävyyttä pystytään parantamaan. (Jukolux; ST-kortisto, 2019, s. 9; ST-kortisto, 2022, s. 6.)

Led-valaistuksesta voi aiheutua sähkömagneettisia häiriöitä ympäristöön. Mahdollisia häiriöitä voidaan kuitenkin estää ja vähentää laadukkaita komponentteja valaisimissa käyttämällä, oikeanlaisella valonjaon suunnittelulla ja huolellisella asennuksella. (Phoenix Lighting, 2019.)

Valaisimen valonjako-ominaisuudet vaikuttavat valaistuksen laatuun ja tasaisuuteen. Valaisimien sijoittelulla voidaan vaikuttaa valaistusratkaisun lopputulokseen esimerkiksi täydentämällä hyvää yleisvalaistusta kohdevalaistuksella. Yhdistelemällä suoraa ja epäsuoraa valaistusta ja käyttämällä yhden valaisimen sijasta kohteessa useampaa valaisinta, saadaan valaistusratkaisun lopputuloksesta parempi. Useamman valaisimen käyttö voi vähentää valaistuksesta aiheutuvaa häikäisyä, kun valopisteitä on kohteessa monia. Kulkureiteillä ulkovalaistuksen värintoiston tulisi olla mahdollisimman luonnonmukaista. (Kilpelä, 2019, s. 111).

Räjähdystvaarallisiin tiloihin valaisimet ja muut laitteet tulee valita räjähdysvaarallisuuden merkityn tilaluokituksen mukaisesti. Tilaluokitukseen vaikuttaa alueella käytettävien aineiden räjähdysryhmät sekä lämpötilaluokat. Lisävaatimuksissa valaisimien valonlähteille vaaditaan suojaus valoa läpäisevällä kotelolla. Laitteille, jotka on tarkoitettu asennettavaksi räjähdysvaaralliseen tilaan on omat

merkintävaatimuksensa, joista on esitetty esimerkki kuvassa 2. Hyväksytyssä laitteessa tulee olla CE-merkintä, jolla tuotteen valmistaja osoittaa laitteen täyttävän EU:n asettamat olennaiset vaatimukset. Laittevalmistajan tulee tehdä kunnolliset ja paikkansapitävät dokumentit, joista selviää laitteelle määritellyt räjähdysturvallisuuteen liittyvät asiat. (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry, 2017, s. 314, 318; Turvallisuus- ja kemikaalivirasto, 2017, s. 19.)



Kuva 2. Esimerkki Ex-laitteen merkinnöistä (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto, 2017, s. 19).

Ympäristövaarallisten aineiden käyttöä rajoittava direktiivi RoHS (Restriction of Hazardous Substances) kieltää nykyään uusien T5- ja T8-loisteputkien tuomisen markkinoille ja ohjaa vaihtamaan kiinteistöjen vanhat loisteputkivalaisimet pois (Greenled). Jos koko valaisinta ei haluta uusia, voidaan loisteputkien tilalle asentaa led-valoputkia joko retrofit- tai muutossarjojen avulla. Led-valoputkien asennuksissa tulee huomioida, että muutosten jälkeenkin valaisimen käyttöturvallisuuden pitää säilyä. Osa muutostöistä vaatii sähköalan ammattilaista ja huomioitavaa on myös, että muutosten jälkeen alkuperäisen valmistajan vastuu laitteesta päättyy. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto).

2.4 Ohjeet ja määräykset

Turvallisen liikkumisen kannalta on tärkeää, että kulkureiteillä olevat luiskat, askelmat, kynnykset ja muut tasoerot saadaan erottumaan muusta ympäristöstä (Finlex 10 §). Tehdasalueella tasoeroja kulkureiteillä voi yleisesti olla lastausalueiden ympäristöissä, ovien edustoilla, portaikoissa ja säiliöalueilla. Kohteita voidaan korostaa valaistuksen avulla ja valitsemalla materiaalit ja väritykset sellaisiksi, että ne tukevat tasoerojen vaihtelua (ST-kortisto, 2019, s. 5).

Valaistuskohteen tilaajalla ja haltijalla voi olla omia ohjeita ja määräyksiä siihen, miten valaistus tulee toteuttaa. Suunnitteluvaiheessa tulee perehtyä valaistuskohteen käyttötarpeisiin, laitteistoihin ja asennusteknillisiin mahdollisuuksiin. Tarpeiden havainnointien lisäksi valaistussuunnitelmissa voidaan käyttää apuna valaistuslaskelmia, joiden avulla saadaan tutkittua kohteeseen soveltuvia valaisimia ja niiden optiikoita, sekä määriteltyä valaisimien sijainnit. Valaistuksien suunnitelmissa ja toteutuksissa tulee ottaa huomioon mahdollisen häiriövalon aiheuttamat haitat ja pyrkiä rajoittamaan niitä. (ST-kortisto, 2019, s. 3.)

2.5 Ympäristöolosuhteet

Ulkovalaisimen tulee olla suunniteltu käytettäväksi ulkotiloissa, jolloin tuotteen IP-luokituksen (International Protection) eli suojauksen vettä ja pölyä vastaan pitää vastata asennusolosuhteita. Valaisimen valmistusmateriaaleissa pitää huomioida asennuskohteen olosuhteet kuten kosteuden, auringonsäteilyn, ilmansaasteiden ja lämpötilojen vaikutukset. Suomen olosuhteissa valaisimien päälle voi talvisin kerääntyä runsaasti lunta, jota nykyaikaiset led-valaisimet eivät välttämättä kykene lämmöllään sulattamaan pois. Tällaisissa tilanteissa valaisimen päälle voi olla tarpeen asentaa suojaus tai sijoittaa valaisin suojaasaan paikkaan. Paikoissa, joissa laitteisiin kohdistuu ilkvallan mahdollisuus, voidaan käyttää IK-luokiteltuja (Impact Protection)

tuotteita, jotka on suunniteltu koteloinniltaan iskunkestäviksi. (Kilpelä, 2019, s. 111; ST-kortisto, 2019, s. 9.)

Hyvän valaistuksen ominaisuuksiin kuuluu antaa riittävästi hajavaloa ympäristöön, mutta myös turha häiriövalo eli valosaaste pitää ottaa huomioon (ST-kortisto, 2019, s. 2). Suoraan valaisimesta tai heijastuksena materiaalien kuten lasin tai teräksen kautta voi valaistuksesta aiheutua häikäisyä, joka voidaan kokea epämiellyttävänä ja myös haitallisena. Häikäisynä koetaan näkökenttään kohdistuvia suuria kontrastieroja ja epämukavaa luminanssijakaumaa. Ulkovalaistuksissa ei heijastuksien kautta tapahtuvaa epäsuoraa häikäisyä yleensä huomioida, vaan häikäisyn arvioidaan olevan suoraan valaisimesta kohdistuvaa. Mattapinnat vähentävät heijastumia ja valaisimille voidaan asentaa tarvittaessa myös häikäisysuojia. Näkökenttään kohdistuvaa häikäisyä voidaan estää ja vähentää sijoittelemalla valaisimet niin, ettei niistä aiheudu häiriötä näkökenttään. Valaistusohjelmilla voidaan kohteelle laskea häikäisyluokitusluku, jonka avulla voidaan arvioida häikäisyn vaikutusta. (Ekrias, 2020, s. 30-31; ST-kortisto, 2020, s. 4.)

2.6 Asennukset ja kaapeloinnit

Valaisimien asennuksissa tulee sijoitteluissa huomioida riittävä ja tasainen valaistus sekä lisäksi häikäisyn estäminen. Häikäisyä voidaan välttää asentamalla valonlähteelle suoja, rajoittamalla valaisevien pintojen luminanssia ja ehkäisemällä kiusahäikäisyä (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry, 2021). Valaisimen eteen jäävät esteet ja ulokkeet voivat aiheuttaa valaistusalueelle näkökenttää haittaavia varjoja (ST-kortisto, 2019, s. 9).

Valaisimien kiinnitystavat valitaan kohteeseen sopiviksi. Erilaisia kiinnitystapoja ovat pylvää, varret, orret ja seinäkiinnikkeet. Tarvittaessa voidaan käyttää myös erikseen valmistettuja

erikoiskiinnikkeitä. Kuvassa 3 näkyy erikoisvalmisteinen valaisinpylväs teollisuusalueella.



Kuva 3. Valaisinpylväs.

Valaisinpylväiden ja niiden jalustojen valintaan vaikuttaa kohteessa käytettävä valaistustyyppi, joka määräytyy valaistusteknillisten laskentojen ja tilaajan tavoitteiden mukaisesti (ST-kortisto, 2024, s. 3). Valaisinpylväiden perustusten tulee olla riittävän tukevat ja pylväät tulee sijoittaa alueelle siten, etteivät ne aiheuta törmäysvaaraa kulkuväylillä (Sujuva, 2019).

Räjähdyksvaarallisilla alueilla valaisimien kiinnitykset tulee tehdä riittävän tukevasti ja on varmistettava etteivät kiinnitykset pääse löystymään (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry, 2017, s. 314).

Ulkovalaisimet, joiden jännitteelle alttiit osat ovat henkilöiden kosketeltavissa, tulee varustaa automaattisesti toimivalla syöttöpiirin katkaisevalla suojalaitteella. Lisäksi valaistuksen ryhmäjohdoille on asennettava lisäsuojaukseksi vikavirtasuojaja, joka on mitoitustoimintavirrallaan enintään 30 mA. (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry, 2022.)

Asennustöiden valmistuttua valaisimien paikat tarkastetaan käyttöönotossa ja valaisimille voidaan tehdä viimeistelysuuntaus. Asennuksista olisi tarpeen saada lopulliset piirustukset sekä tiedot laitevalinnoista, jotta tietoja voidaan hyödyntää tulevaisuudessa kunnossapito- ja muutostöissä (ST-kortisto, 2019, s. 6). "Valaistuksen ja sen asennusten laatu tarkastetaan vastaanottotarkastuksessa" (ST-kortisto, 2022, s. 12).

Heinäkuusta 2017 alkaen on ollut voimassa kaapeleita koskeva CPR- eli rakennustuoteasetus, jonka tarkoituksena on parantaa EU:n alueella rakennusmateriaalien turvallisuutta. Asetuksessa määritellään rakennuksiin asennettaville kaapeleille luokitukset palo-ominaisuuksien mukaisesti. CE- ja CPR-merkinnöillä kaapelivalmistaja vakuuttaa, että tuote täyttää tarvittavat vaatimukset. Kaapeleiden palonaikaisesta palokäyttäytymisestä tulee olla testattu lämmön, savun ja palavien pisaroiden muodostuminen, palon leviämättömyys sekä happamuus. EU:n alueella kaapeleiden testaamiseen ja paloluokituksiin on käytössä yhtenevät määritelmät, mutta rakennusprojekteihin vaaditut turvallisuustasot saa jokainen maa määrittellä itse. Ympäristöministeriö määrittelee Suomessa käytettävän vaatimustason noudattaen SFS 6000-standardia. (Nestor Cables, 2017.)

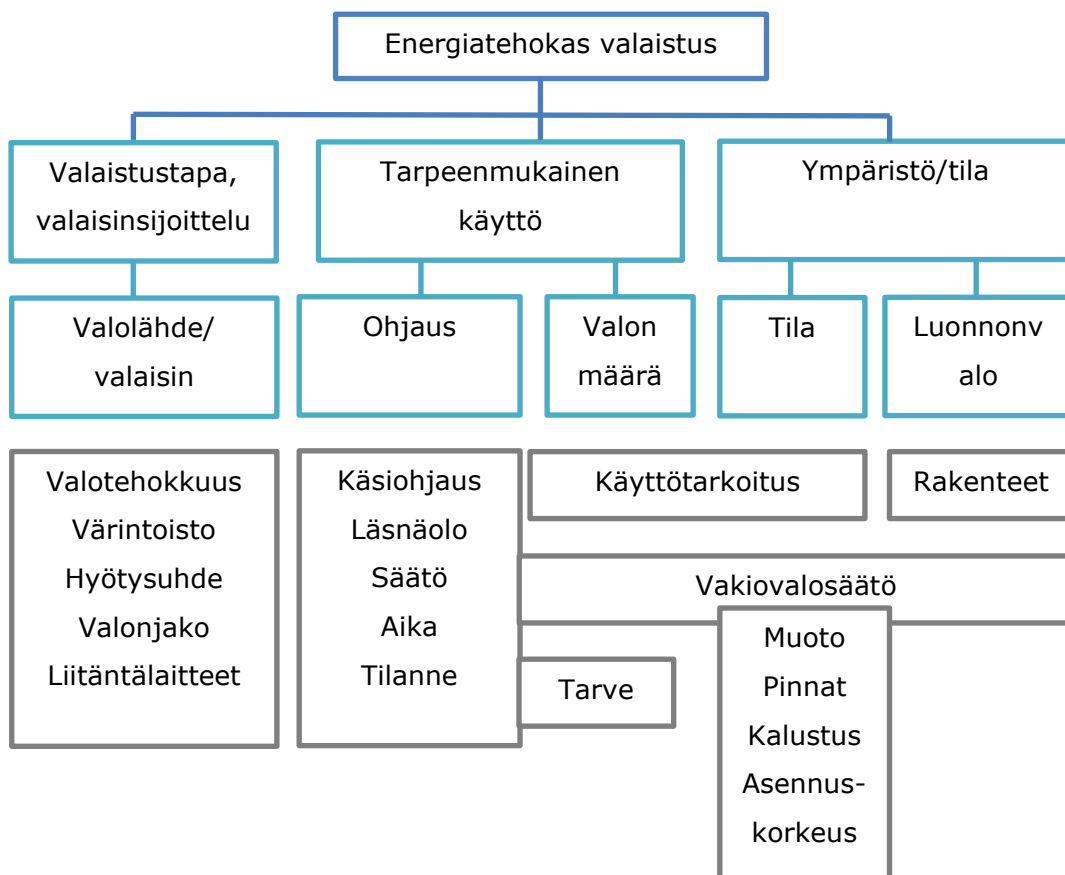
Halogeenittomien kaapeleiden eriste- ja vaipparakenteissa on muoviyhdisteiden rakenteissa käytetty materiaaleja, jotka eivät sisällä

terveydelle vaarallisia halogeeneja PVC-kaapeleiden tapaan. Halogeenivapaat kaapelit vähentävät palotilanteissa syntyvää mustaa savua, jolloin näkyvyys säilyy parempana. (Lapp Automaatio.)

Valaisimien ylläpitoon kuuluu myös niiden tarvitsemat huollot. Huoltoihin kuuluvat epäkunnossa olevien valaisimien ja ohjaus- ja liitäntälaitteiden korjaukset, uusien valaisimien asennukset toimimattomien tilalle, lamppujen vaihdot sekä valaisimien puhdistukset (ST-kortisto, 2022, s. 10). Puhdistushuollolla, johon kuuluvat valaisimen linssien, häikäisysuojien ja heijastimien puhdistukset saadaan ylläpidettyä valaisimen vaadittua kirkkautta ja valotehoa (Erco).

3 ENERGIATEHOKKUUS

Tekniikan kehittyessä energiatehokkuuden kannalta uudet nykyaikaiset valaisimet ovat huomattavasti parempia verrattuna vanhoihin valaisimiin. Valaisimen ominaisuuksien lisäksi energiatehokkuuteen vaikuttavat lampun ja liitännälaitteen energiatehokkuudet. Jotta valaistuksesta saadaan energiatehokas kokonaisuus, tulee laitevalintojen lisäksi suunnitelmat tehdä huolellisesti ja kohteeseen sopiviksi. Energiankulutuksen pienentämistä ei kuitenkaan tulisi tehdä valaistuksen kustannuksella vaan riittävästä ja oikeanlaisesta valaistuksesta tulee huolehtia. Kuviossa 1 on esitetty ominaisuudet, joista energiatehokas valaistus koostuu. Ympäristöön ja tilaan tulee valita niihin sopivat valaisimet ja määrittellä valaistuksen tarpeet kohteessa. Vaatimuksia voi olla valotehokkuudelle, värinnoistolle ja tarpeenmukaiselle käytölle. Kiinteistöissä toiseksi suurin energiankuluttaja lämmityksen jälkeen on valaistus, jonka erilaisilla säätö- ja ohjaustoiminnoilla voidaan vaikuttaa suuresti energiankulutukseen. Huomioimalla valaistuskohteen ympäristöstä erilaiset rakenteet, pintamateriaalit, pintojen muodot sekä asennuskorkeudet voidaan jo suunnitteluvaiheessa optimoida valaistuksen tarve ja välttyä liialta tai liian vähäiseltä valaistukselta. Energian säästämiseksi tulisi valaistus kohdentaa tarvittavalle alueelle ja välttää liikaa ylimitoitusta. (Motiva.)



Kuvio 1. Energiatehokas valaistus (Motiva).

Valaisimien ja lamppujen likaantuminen vaikuttaa merkittävästi tuotettuun valon määrään ja myös laitteen energiankulutukseen. Valaisimen tulee tuottaa valaistusvaatimusten mukaista valoa myös likaantuneena ja liikaa ylimitoitusta voidaan vähentää puhdistamalla valaisin säännöllisesti (Motiva). Haastaviin kohteisiin voidaan valita huoltovapaita valaisimia, joiden pintamateriaalit ovat likaa hylkiviä, jolloin valaisin ei vaadi erillistä puhdistusta.

Ulko- ja katuvalaisimiin on alettu lisäämään älyä, joka mahdollistaa energiatehokkuuden huomioimisen sekä tiedon jakamisen laitteiden ja järjestelmien välillä. Smart city -yhteensopivuudella valaisimia voidaan hallita esiasennettujen profiilien avulla ja myös etänä. Esimerkiksi

kirkkautta voidaan säätää, kun lähistöllä havaitaan liikettä. Valaisimien apuna voidaan käyttää erilaisia antureita, sovelluksia ja järjestelmiä, joiden avulla ympäristön muutoksia ja havaintoja voidaan rekisteröidä. Älyominaisuuksien tekniikat kehittyvät kokoajan. Jotta laitteisto olisi mahdollisimman pitkäikäinen, sen pitäisi pystyä mukautumaan myös tuleviin käyttötarkoituksiin. Hankaluutta tekniikoiden kehitykselle aiheuttaa ainakin toistaiseksi se, että älytoimintojen kokonaisuuksilta puuttuvat vielä standardit, määritelmät ja ohjeet. (Ekrias & Nevalainen, 2018, s. 10-11; Greenled.)

Muutosta ulkovalaistuksen energiatehokkuuteen on aiheuttanut valaistustuotteiden ekosuunnitteluasetus (245/2009), joka ohjaa valonlähteiden valmistusta energiatehokkaampaan suuntaan. Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi EPBD (Energy Performance of Buildings Directive) ohjaa vähentämään rakennusten energiankulutusta ja kasvihuonekaasupäästöjä. Valaistus kuuluu osana rakennusten energiankulutukseen ja valaisimien energiatehokkuutta parantamalla saadaan kokonaiskulutusta laskettua. Valaisimen elinkaarikustannuksista huomattava osuus koostuu sen energiankulutuksesta. Tulevaisuudessa tulee uudisrakennuksissa pakolliseksi asentaa rakennuksen yhteyteen aurinkovoimala, jonka tuottama energia voidaan hyödyntää rakennuksen omaan käyttöön, säilöä energiavarastoon tai myydä eteenpäin (ST-kortisto, 2022, s. 9; Ympäristöministeriö).

4 KYSELYTUTKIMUS

Projektissa toteutettiin kyselytutkimus tehdasalueen tuotanto-osastojen ulkovalaistuksen tilasta. Kyselyn avulla haluttiin selvittää kohteet, joiden valaistuksiin toivotaan parannuksia ja mitkä alueet koetaan nykyisellään hyvin valaistuksiksi. Tavoitteena oli saada kyselyn avulla tiedot kohteista, joiden valaistussuunnittelu vaatii erityishuomiota, jotta kohteet voidaan tulevissa projekteissa ottaa suunnittelussa huomioon jo heti alkuvaiheessa.

Umicore Finland Oy:n Kokkolan tehdastoiminnot on jaettu omille tuotanto-osastoilleen, jotka ovat Liuotto-, Uutto/S1-, Koetehdas- ja Patteri-osasto. Kyselytutkimuksen jälkeen valmistui uusi nikkelisulfaatti-tuotantolaitos, jota tutkimuksessa ei ole huomioitu.

4.1 Tutkimusmenetelmät

Tehtaan ulkovalaistuksen kyselytutkimuksessa käytettiin tutkimusotteena toimintatutkimusta, jossa hyödynnettiin elementtejä kvalitatiivisesta ja kvantitatiivisesta tutkimusmenetelmästä. Toimintatutkimus on prosessinomaisesti etenevä tapahtuma, jonka tavoitteena on saada aikaan toimintaa, vaikuttaa sosiaalisiin käytäntöihin ja ongelmien ratkaisuihin sekä saa aikaan muutosta. Toimintatutkimukselle on ominaista, että tutkimukseen voidaan kerätä aineistoa ja tietoa sekä laadullisesti että määrällisesti (Jyrkämä, 2021). Kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimus ja kvantitatiivinen eli määrällinen tutkimus täydentävät tutkimusmenetelminä toisiaan eivätkä ole toisiaan poissulkevia menetelmiä samassa tutkimuksessa. Laadullisiin tutkimusmenetelmiin kuuluu erilaiset aineistonkeruumenetelmät, kuten haastattelut ja kyselyt (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka, 2006). Kvalitatiivisessa menetelmässä kerätään mitattavissa olevia lueteltavia ja tarkkoja tietoja, jotka menetelmän ominaisuuksien mukaisesti ovat kerättävissä nopeasti (Norstat, 2025).

4.2 Tutkimuskohteet

Tehtaalla ulkovalaistuksien sähkönsyötöt on asennettu tuotanto-osastoittain osaston kiinteistösähkökeskuksesta ja valaistuksen ohjaus on hoidettu tehtaan kiinteistöautomaatiojärjestelmän kautta. Ulkovalaistuksen osastoittain hajautetun sähkönjakelun vuoksi kysely päätettiin toteuttaa osastokohtaisesti. Tehtaan osastot ja niiden osiot on rakennettu eri vuosikymmenien aikana ja myös valaistukset on toteutettu ajankuvan mukaisesti. Vaihtelevasti toteutetut valaistusratkaisut alueittain puolsivat myös kyselytutkimuksen kannalta osastoittain suoritettavaa selvitystä, jolloin saatuja tuloksia pystytään vertailemaan keskenään.

Kyselytutkimusta varten selvitettiin, millaisia yhtäläisiä ulkovalaistuskohteita tehtaan tuotanto-osastoilla yleisesti on ja missä valaistusta tarvitaan turvallisen liikkumisen ja työskentelyn kannalta. Selvityksen pohjalta tutkimuksen kohteiksi valittiin kulkureitit, säiliöalueet, putkisillat ja portaikot. Tehdasalueen kulkureiteillä on säännöllistä työajoneuvo- ja jalankulkuliikennettä, jolloin liikenteen hyvä havainnointi on turvallisuuden kannalta tärkeää. Säiliöalueilla ja putkisilloilla tarvitaan hyvää yleisvalaistusta huolto- ja muuta työskentelyä varten. Hyvän valaistuksen avulla pystytään ripeämmin havaitsemaan mahdolliset vikatilanteet, kuten vuodot tai laiterikot. Portaikoissa tasaisen ja riittävän valaistuksen merkitys korostuu turvallista kulkua varten, jolloin voidaan välttyä kompastumisilta ja kaatumisilta.

Aluevalaistuksista haluttiin kerätä tutkimustyöhön tiedot käyttäjien kokemuksista, tarpeista ja mielipiteistä. Osastojen kohdalla paras tieto todettiin löytyvän osaston henkilökunnalta ja kysely kohdennettiin osastojen käyttöpäälliköille sekä työnjohdolle. Lisäksi kysely kohdennettiin tehtaan sähkösuunnittelun henkilöstölle, joka huolehtii sähkölaitteiden dokumentaation ylläpidosta sekä asennusten suunnittelusta.

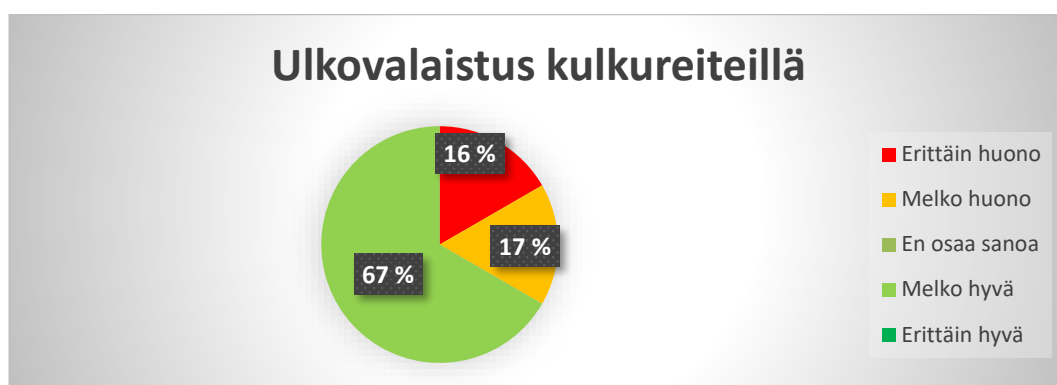
Kysely toteutettiin sähköpostilla lähetettynä lomakkeena ja kyselylomakkeen saaneet saivat vapaaehtoisesti osallistua kyselyyn. Kyselylomake oli myös mahdollista välittää tai jakaa eteenpäin osaston sisäisesti. Kyselyssä ei kerätty vastaajien nimiä tai muita henkilötietoja, koska tietojen keräämiselle ei nähty tässä yhteydessä tarvetta eikä tietojen keräämisellä olisi saavutettu mitään erityistä etua. Kyselyn tarkoitus ja tavoitteet kerrottiin osallistujille sähköpostin yhteydessä. Vastaukset pyydettiin lähettämään sähköpostilla vastaamalla alkuperäiseen viestiin.

Kyselylomake haluttiin tehdä selkeäksi ja helppokäyttöiseksi, jotta kynnyksensä siihen vastaamiseen olisi matala. Lomakkeelle koottiin yhteensä neljä kysymyskohtaa. Ensimmäisessä kohdassa kysyttiin vastaajan mielipidettä valaistuksen nykytilanteesta osaston kulkureiteillä, säiliöalueilla, putkisilloilla ja ulkoportaikoissa. Kohteista annettiin vastausvaihtoehdot, joiden mukaisesti kyselyyn vastaaja sai valita mielestään sopivimman vaihtoehdon. Vastausvaihtoehdot olivat "erittäin huono", "melko huono", "en osaa sanoa", "melko hyvä" ja "erittäin hyvä". Lomakkeen toisessa kohdassa kysyttiin tietoja mahdollisesta kohteesta, josta valaistus puuttuu. Kolmannessa kohdassa kysyttiin mielipidettä kohteista, joissa valaistus pitäisi uusua. Neljännessä kohdassa tiedusteltiin vastaajan mielipidettä kohteista, joissa tarvitaan hyvää ulkovalaistusta. Liitteessä 1 on esitetty tutkimuksessa käytetty kyselylomake ulkovalaistuksista (LIITE 1).

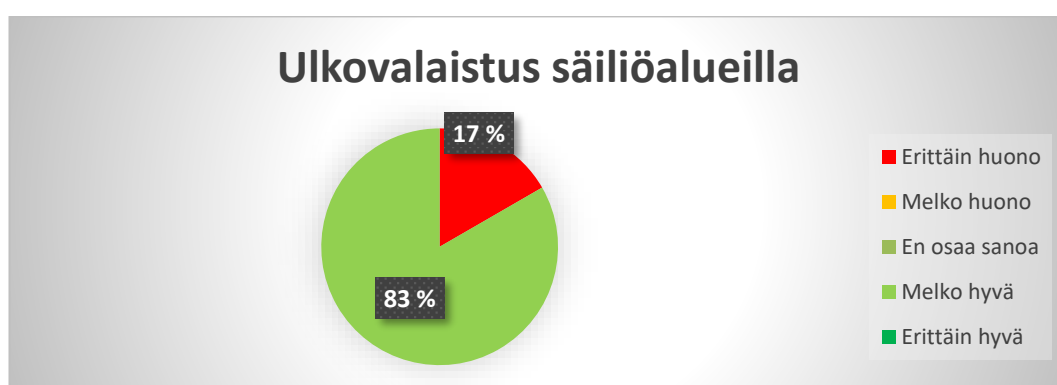
4.3 Kyselyn tulokset

Tehtaan tuotanto-osastojen ulkovalaistuksien kyselytutkimukseen saatiin vastauksia joka osastolta. Saatujen vastauksien määrät olivat Liuotto-osastolta 6 kpl, Uutto/S1-osastolta 5 kpl, Koetehdas-osastolta 5 kpl ja Patteri-osastolta 5 kpl. Vastauksien määrät olivat osastojen kesken lähes samat, joten niiden perusteella pystyttiin ulkovalaistuksien tilannetta vertailemaan keskenään.

Kyselytutkimukseen saatiin vastauksia Liutto-osastolta yhteensä 6 kpl:ta. Suurimmat puutteet ulkovalaistuskohteissa todettiin sisäänkäyntien ympäristöissä ja vastaavasti melko hyväksi ulkoportaikoissa. Alue on tehtaan vanhimpia osioita ja myös valaisimet ovat monelta osin vanhoja. Valaisimien ominaisuudet ovat paikoitellen heikentyneet huomattavasti, jolloin niiden tuottama valoteho ei vastaa kohteen tarpeita. Alueelle uudistetut kohteet, joihin on asennettu led-valaisimet korostuvat edukseen ja yleisesti uudistetuilla alueilla valaistusolosuhteet koettiin hyväksi. Kyselyn vastausten jakaumat Liutto-osastolta on esitetty kuvioissa 2-5.



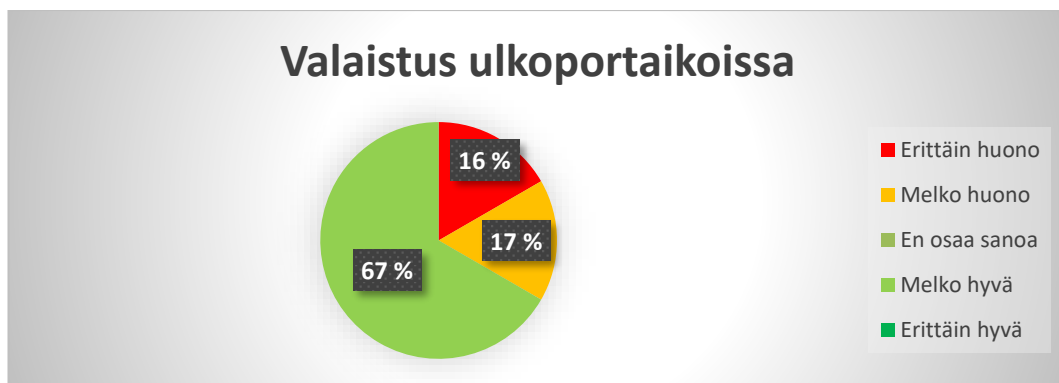
Kuvio 2. Ulkovalaistus kulkureiteillä, Liutto.



Kuvio 3. Ulkovalaistus säiliöalueilla, Liutto.

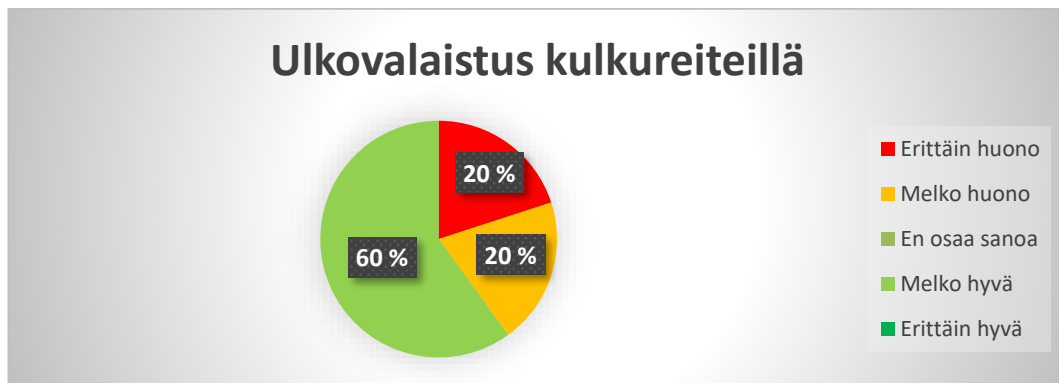


Kuvio 4. Ulkovalaistus putkisilloilla, Liutto.

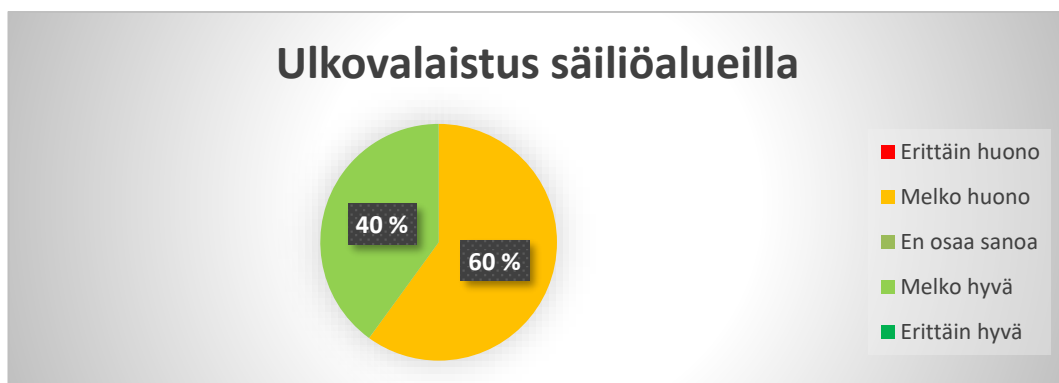


Kuvio 5. Valaistus ulkoportaikoissa, Liutto.

Kyselytutkimukseen saatiin vastauksia Uutto/S1-osastolta 5 kpl:ta. Suurimmat puutteet ulkovalaistuksissa koettiin ulko-ovien edustoilla. Leveiden kulkuväylien valaistus koettiin alueella heikoksi ja vanhalta säiliöalueelta valaistus puuttuu kokonaan. Kyselyn vastausten jakaumat Uutto/S1-osastolta on esitetty kuvioissa 6-9.



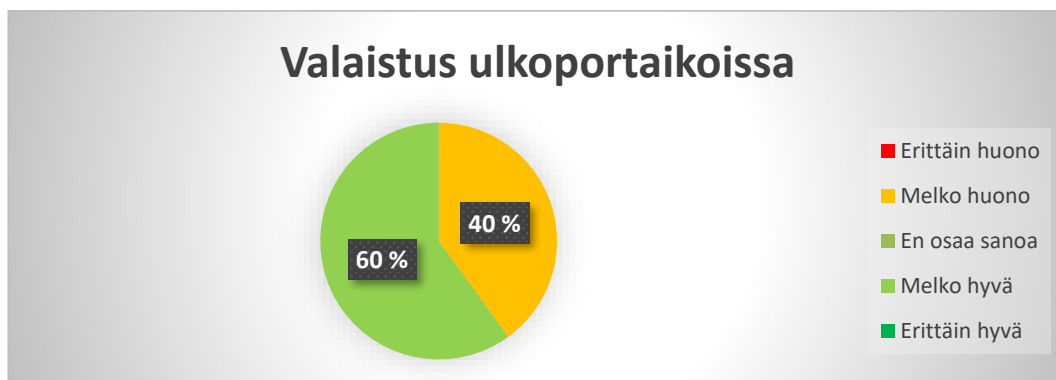
Kuvio 6. Ulkovalaistus kulkureiteillä, Uutto/S1.



Kuvio 7. Ulkovalaistus säiliöalueilla, Uutto/S1.

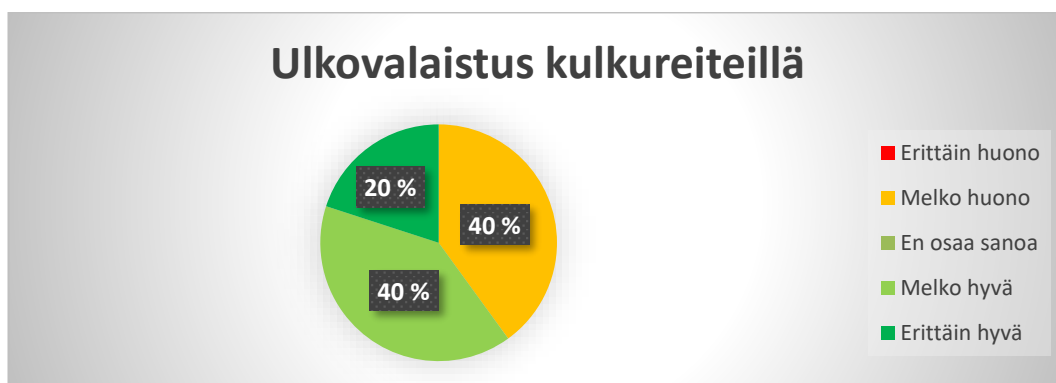


Kuvio 8. Ulkovalaistus putkisilloilla, Uutto/S1.

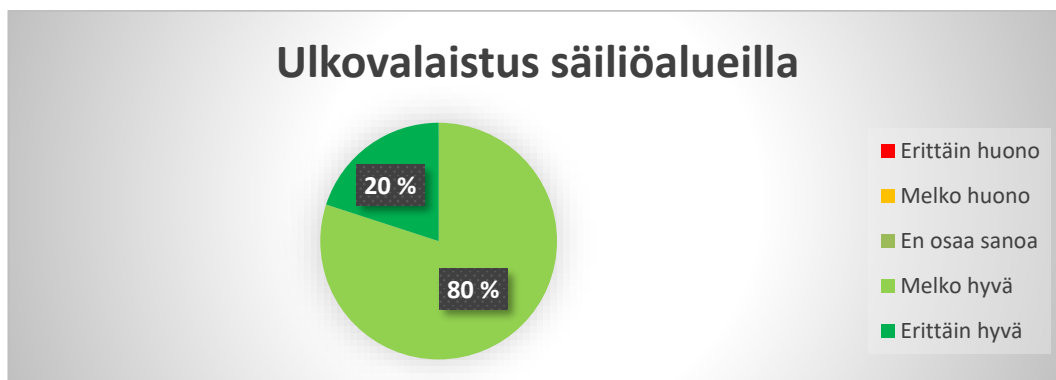


Kuvio 9. Valaistus ulkoportaikoissa, Uutto/S1.

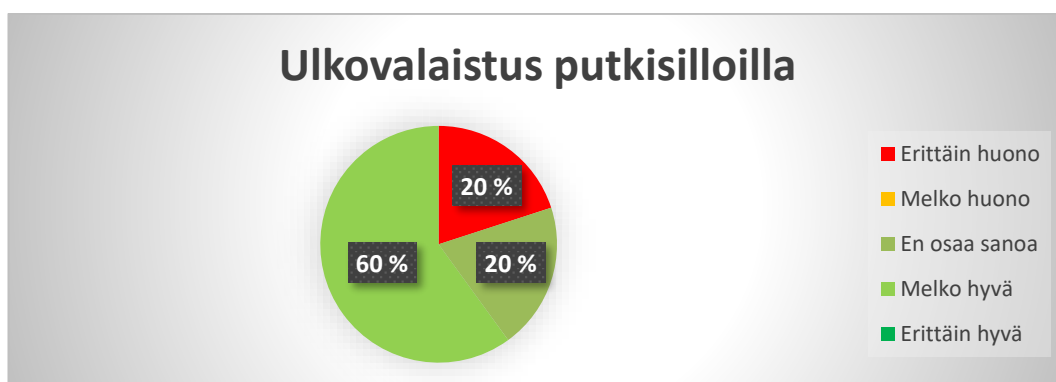
Kyselytutkimukseen saatiin vastauksia Koetehdas-osastolta 5 kpl:ta. Suurimmat puutteet ulkovalaistuksissa koettiin ulko-ovien edustoilla ja vanhalta putkisillalta puuttuu valaisimet kokonaan. Hiljattain valmistuneessa projektissa tehdyllä uudella säiliöalueella ja sen läheisyyden ulkoalueilla valaistus koettiin hyväksi. Kyselyn vastausten jakaumat Koetehdas-osastolta on esitetty kuvioissa 10-13.



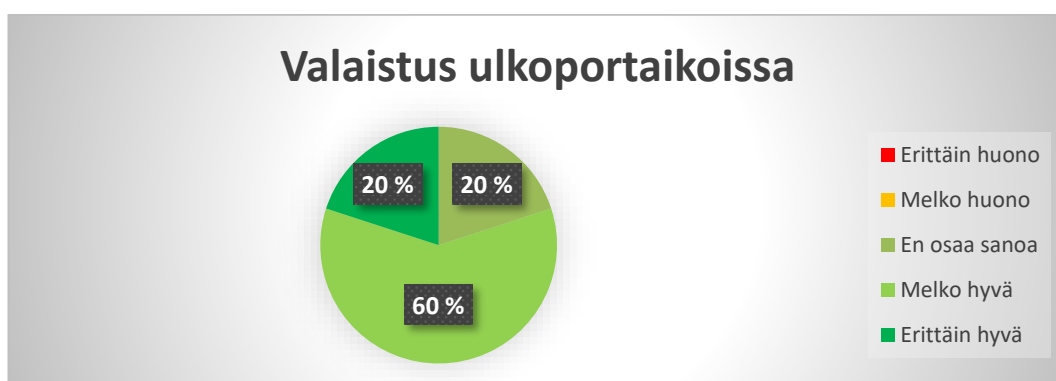
Kuvio 10. Ulkovalaistus kulkureiteillä, Koetehdas.



Kuvio 11. Ulkovalaistus säiliöalueilla, Koetehdas.

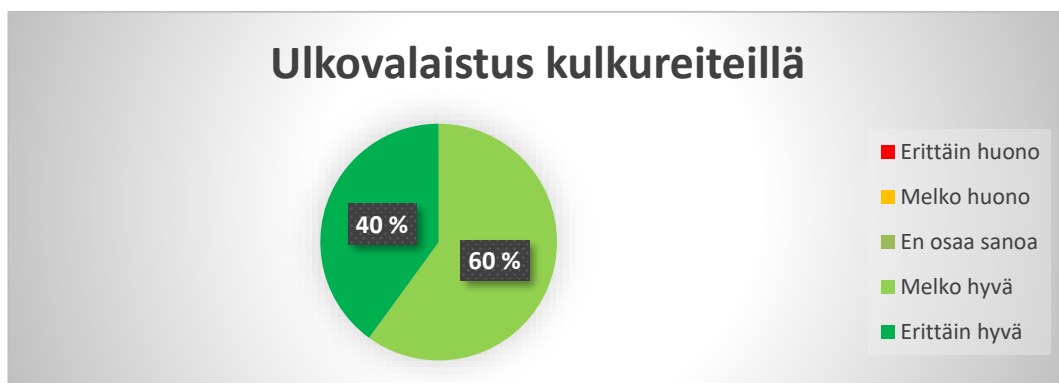


Kuvio 12. Ulkovalaistus putkisilloilla, Koetehdas.

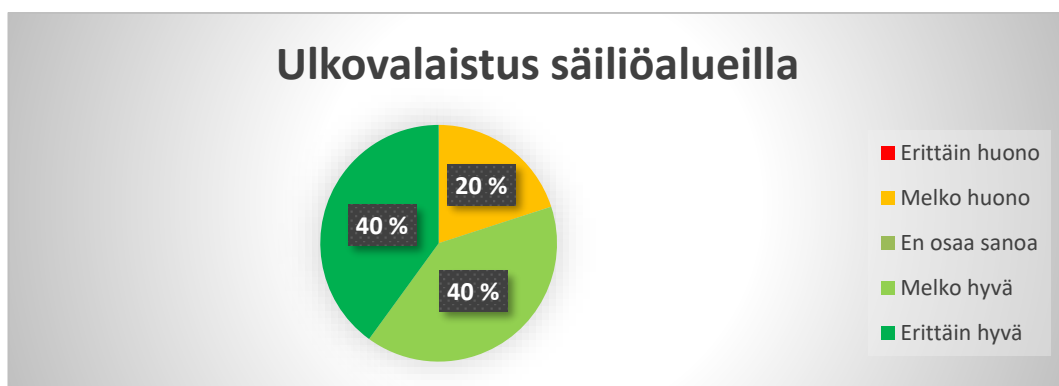


Kuvio 13. Valaistus ulkoportaikoissa, Koetehdas.

Kyselytutkimukseen saatiin vastauksia Patteri-osastolta 5 kpl:ta. Suurimmat puutteet ulkovalaistuksissa koettiin ulko-ovien edustoilla, joilla on paljon henkilö- ja trukki liikennettä. Patteri-osasto on tehdasalueen uusinta aluetta ja useissa kohteissa ulkovalaistukset on toteutettu led-valaisimilla. Putkisilloilla on vähäisesti valaisimia ja kulkutarve putkisilloilla on yleisesti vähäistä. Kyselyn vastausten jakaumat Patteri-osastolta on esitetty kuvioissa 14-17.



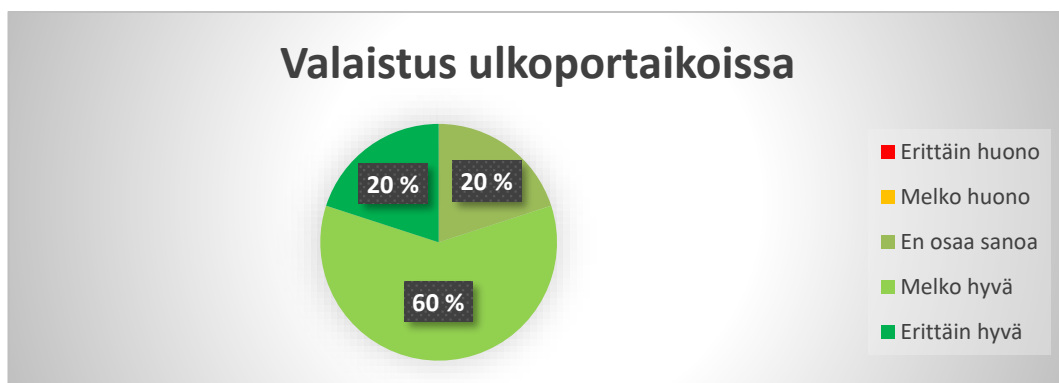
Kuvio 14. Ulkovalaistus kulkureiteillä, Patteri.



Kuvio 15. Ulkovalaistus säiliöalueilla, Patteri.



Kuvio 16. Ulkovalaistus putkisilloilla, Patteri.



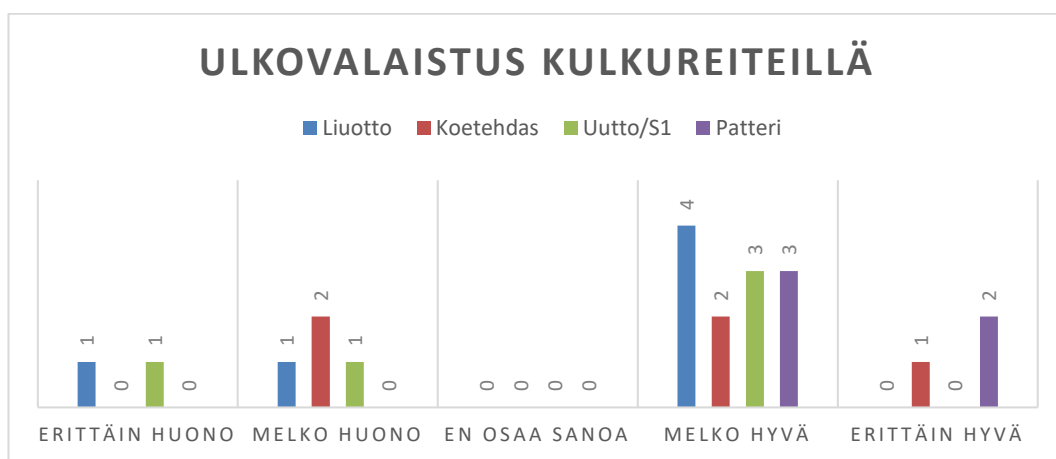
Kuvio 17. Valaistus ulkoportaikoissa, Patteri.

4.4 Tulosten vertailu

Kyselyyn saatiin vastauksia jokaisesta tiedustellusta kohteesta ja vastauksia pystyttiin vertailemaan keskenään. Vertailun avulla saatiin yleisesti tietoa kohteiden valaistuksen tilanteesta ja tuloksia analysoimalla kyettiin selvittämään mahdolliset toistuvat ongelmakohdat.

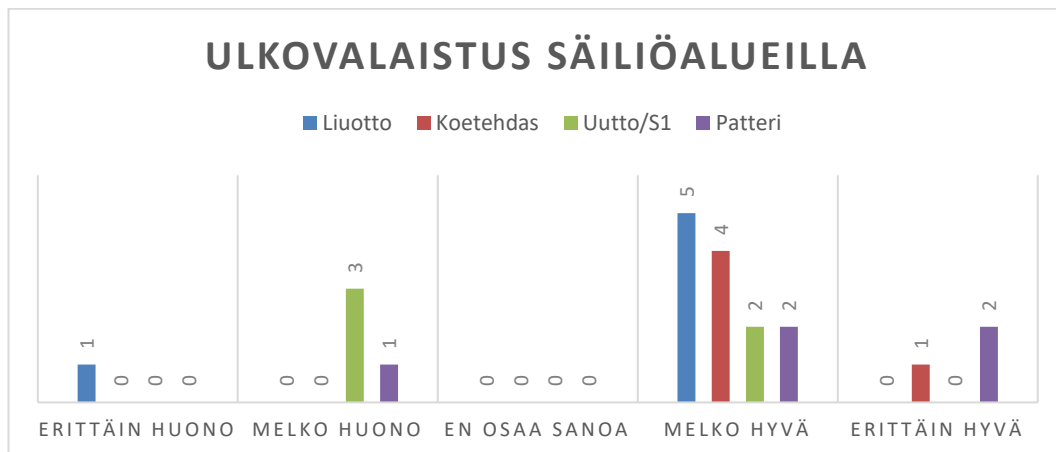
Kulkureittien ulkovalaistuksesta saatiin vastauksia yhteensä 21 kpl:ta. Hajontaa vastauksissa tuli erittäin huonon ja erittäin hyvän väliltä ja osaston sisäisestikin vastauksissa oli eroja Liutto-, Uutto/S1- ja

Koetehdas-osastoilla. Osastojen sisäiset eroavaisuudet vastauksissa johtuvat mahdollisesti siitä, että osastoilla on osittain uusittu valaisimia lähiaikoina ja valaistus näissä kohteissa on hyvä ja ero vanhoihin alueisiin on merkittävä. Kyselyn vastaukset ulkovalaistuksesta kulkureiteillä osastoittain on esitetty kuviossa 18.



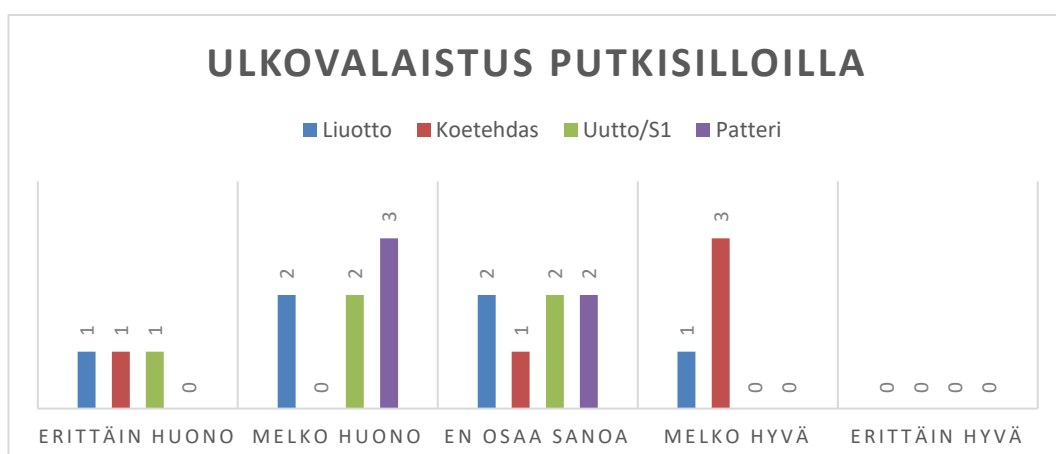
Kuvio 18. Kulkureittien ulkovalaistukset kootusti.

Kyselytutkimukseen saatiin vastauksia säiliöalueiden ulkovalaistuksesta yhteensä 21 kpl:ta. Pääosin valaistukset koettiin säiliöalueilla melko hyväksi tai hyväksi. Uutto/S1-osastolla enemmistö koki valaistuksen melko huonoksi ja osa melko hyväksi. Uutto/S1-osastolla säiliöalueiden valaistuksia on osittain uusittu ja kontrasti uusittujen ja vanhojen valaistuskohdeiden välillä on merkittävä ja tästä syystä valaistus voidaan mieltää osittain huonoksi. Kyselyn vastaukset ulkovalaistuksesta säiliöalueilla osastoittain on esitetty kuviossa 19.



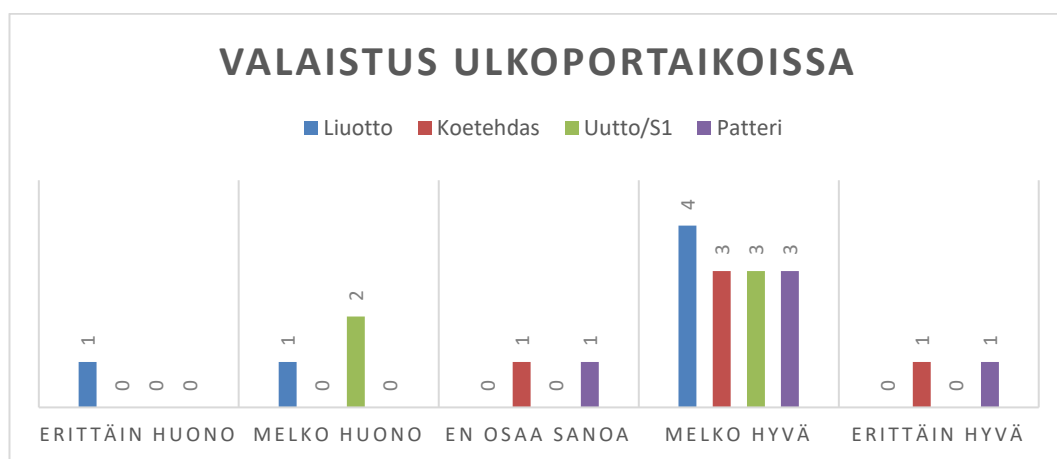
Kuvio 19. Säiliöalueiden ulkovalaistukset kootusti.

Kyselytutkimukseen saatiin vastauksia putkisillojen ulkovalaistuksesta yhteensä 21 kpl:ta. Putkisilloilla ei yleisesti ole kulkua ja tästä johtuen vastauksissa korostuu painopiste ”en osaa sanoa” -kohtaan. Koetehtaan säiliöalue on vasta uusittu myös valaistuksen osalta ja siellä valaistus koettiin pääosin hyväksi. Muiden osastojen kohdalla vastausten jakauma painottui enimmäkseen huonon puolelle. Kyselyn vastaukset ulkovalaistuksesta putkisilloilla osastoittain on esitetty kuviossa 20.



Kuvio 20. Putkisillojen ulkovalaistukset kootusti.

Kyselytutkimukseen saatiin vastauksia ulkoportaikoiden valaistuksesta yhteensä 21 kpl:ta. Pääosin valaistukset ulkoportaikoiden osalta koettiin melko hyväksi. Vastauksissa oli yksittäistä hajontaa erittäin huonon ja erittäin hyvän välillä. Kyselyn vastaukset valaistuksesta ulkoportaikoissa osastoittain on esitetty kuviossa 21.



Kuvio 21. Ulkoportaikoiden valaistukset kootusti.

4.5 Tutkimuksen yhteenveto

Kyselytutkimuksen tulosten perusteella saatiin hyvä käsitys tehtaan ulkovalaistuksen tilanteesta ja tarpeista. Pääsääntöisesti käytettävillä liikennöintialueilla valaistuksiin oltiin kyselyn perusteella enimmäkseen tyytyväisiä. Putkisiltojen valaistukset koettiin kyselyn perusteella heikoiksi ja tähän syynä voi olla vähäinen tarve kulkea putkisilloilla, jolloin tietoa ja kokemusta valaistuksen tilasta ei vastaajalla välttämättä ollut. Putkisilloilla liikkumisen tarve kohdistuu lähinnä kunnossapitotöihin, jolloin valaistusta tarvitaan pääsääntöisesti töiden aikana. Erityisesti Patteri-osaston valaistuksiin oltiin tyytyväisiä. Patteri-osasto on suurilta osin uusinta tuotantoaluetta ja valaisimet enimmäkseen tehokkaita led-valaisimia. Liutto-osastolla on useita

hämäriä ja heikosti valaistuja alueita, jotka kaipaisivat uudistamista. Parannuskohteina korostui kaikilla osastoilla ulko-ovien edustojen valaistukset, jotka nykyisellään koettiin usein heikoiksi. Myöskin vanhempien putkisiltojen valaistuksiin toivottiin parannusta. Valaistuksen kokeminen ja sen aiheuttamat tuntemukset ovat yksilökohtaisia asioita ja aiheuttavat osaltaan jakaumaa vastauksissa. Kyselyn avulla saatiin hyvää materiaalia tehtaan sähkösuunnittelun tarpeisiin ja kyselyn tuloksia tullaan hyödyntämään jatkossa tehtaan uusissa projekteissa, joissa ulkovalaistus on osana.

5 PROJEKTIN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

Työssä suunniteltiin ja toteutettiin Umicoren Kokkolan tehtaan ulkovalaistuksesta valaisinkartoitus ja tutkittiin ulkovalaistuksen sähköistyksen dokumentaation tarpeita sekä energiankulutuksen seurantajärjestelmän käyttöä. Valaisinkartoituksen pohjalta tutkittiin valaisinuusinnalle takaisinmaksuaikataulua.

5.1 Valaisinkartoitus

Tehtaan ulkovalaisimien kokonaismäärästä ei dokumentaatiosta löytynyt ajantasaista tietoa, josta määrät ja laitetiedot olisi saatu suoraan kerättyä. Vanhoista projektikansioista löytyi yksittäisiä dokumentteja projektin yhteydessä asennetuista valaisimista ja löydettyjen materiaalien perusteella pystyttiin päättämään tarvittavalla tasolla tehdasalueen valaisintyyppit. Ulkovalaisimien määrien ja sijaintien selvittämiseksi kierrettiin ulkoalueet kauttaaltaan ja valaisimien paikat merkittiin aluekarttaan. Salassa pidettävässä liitteessä 3 on esitetty ulkovalaisinten sijainnit tehtaalla (LIITE 3). Karttaan merkittiin valaisimen sijainnin lisäksi myös, oliko kyseessä led-vai jonkun muun tyyppinen valaisin. Valaisintyyppien määrittelyt tehtiin silmämääräisesti arvioimalla, koska suurin osa valaisimista sijaitsee hankalasti luokse päästävissä paikoissa, joten tarkkaa määrittelyä oli mahdoton tehdä ilman lisäkustannuksia. Valaisimien tarkkaa määrittelyä vaikeutti myös se, että tehdasalueella on useita eri toimijoita ja ulkoalueiden valaisimien hallinta, omistussuhteet ja kunnossapidon vastuurajat ovat joissain määrin epäselviä.

Valaistus on alueella toteutettu yleis- ja kohdevalaistuksen yhdistelmänä, jolloin toteutuksesta saadaan mahdollisimman hyvä ja tasainen. Yleisillä kulku- ja liikennöintireiteillä valaisimet on asennettu reitin varrella sijaitsevien rakennusten seinille, erillisiin valaisinpylväisiin, kaiteisiin ja putkisiltojen rakenteisiin. Valaistuksesta

aiheutuvien varjojen välttämiseksi valaisimet on sijoitettu niin, ettei niiden eteen jäisi ulokkeita tai esteitä. Valaisimen asennuskulman säätöön on voitu käyttää kiinteitä tai säädettäviä kiinnikkeitä, jolloin valaisimen valokeilaa pystytään mukauttamaan kohteeseen sopivaksi. Kohteissa, joissa valaisin on täytynyt asentaa matalalle tai muuten mahdollisesti näkökenttää häikäisevään paikkaan, on valaisimelle lisätty häikäisysoja tai sen kupuna on käytetty niin sanottua maitolasia, joka ehkäisee häikäisyä. Tehdasalueella olevat rakennukset, säiliöt ja putkisillat ovat yleisesti korkeita rakennelmia ja niiden yhteyteen asennetut ulkovalaisimet ovat monesti hankalasti saavutettavissa paikoissa huollon kannalta. Tahallisen ilkvallan todennäköisyys on alueella melko pieni, joten valaisimien IK-luokitukselle ei ole korkeaa luokitustarvetta. Huomioitavaa laitteiden iskunkestävyyden kannalta kuitenkin on alueella liikkuvien työkoneiden mahdollisesti aiheuttamat osumat ja vahingot. Uusimmissa asennetuissa led-valaisimissa IK-luokitus on IK08 tai IK09, jonka pitäisi antaa suojaus 5-10 joulen iskua vastaan. IP-luokitus uusilla valaisimilla on IP66, jolloin tuotteet ovat täysin pölytiivitä ja suojattuja voimakkaalta vesisuihkulta. Valaisinten sijoittelussa on pyritty huomioimaan mahdollisten erityiskuljetusten vaatimat normaalista poikkeavat tilavaatimukset ja sijoittamaan valaisimet mahdollisuuksien mukaan väljille sijainneille.

Ulkovalaistuksessa ei tehtaalla ole käytetty loisteputkivalaisimia tai ne on jo vaihdettu yleensä led-valaisimiksi. Tuolloin ei kunnossapidon kannalta ole tarpeen huomioida RoHS-direktiivin mukaista kieltoa T5- ja T8-loisteputkien käytöille.

Tehtaalla on monenlaisia liikennöintialueita ja niiden valaistustarpeet on erilaisia. Liitteen 2 mukaisia ulkoalueiden valaistussuosituksiin määritellyjä alueita ovat kävelytiet, liikennealueet, ajoneuvo- ja jalankulkuliikenne, tavaroiden purku- ja lastauspaikat, tavaroiden käsittelyalueet, sekä pysäköintialueet. Tilapäisiä lisävalaistustarpeita tulee tehdasalueella yleensä projekteihin, huoltoihin ja kunnossapitoon liittyvistä rakennustyömaista, joille on myös omat valaistussuositukset.

Valaistussuositusten mukaisia arvoja ei tehdasalueella ole kohteista yleisesti mitattu.

Ulkovalaistuskohteissa ei tehtaalla ole lähtökohtaisesti käytetty laite- ja asennuskohteiden valinnassa erillisiä valaistussuunnitteluohjelmia. Laitevalinnat ja suunnitelmat on uusissa asennuksissa tehty kohdekohtaisesti 3D-mallin pohjalta ja valaisinten sijoittelupaikat on tarkastettu asennustöiden yhteydessä tilaajan ja urakoitsijan yhteistyönä. Projekteissa valaisimet ovat olleet tilaajan hankkimia ja tuotevalinnat on tehty valaisintoimittajan suositusten mukaisesti.

Ulkoalueilla räjähdysvaarallisia-alueita on harvassa ja kohteisiin on hankittu ja asennettu tilaluokituksen mukaiset valaisimet. Ympäristöolosuhteet Atex-alueeksi määritellyn rikkivetylaitoksen läheisyydessä ovat erittäin haasteelliset korkeiden lämpötilojen ja rikkivedyn metalleille aiheuttavan korroosion johdosta. Rikkivetylaitoksen sisätiloissa oikean tilaluokituksen lisäksi valaisimelta vaaditaan erityisen korkeaa lämpötilankestoa.

Vuonna 2017 kaapeleille voimaan tulleen CPR-paloluokituksen jälkeen tehtaalla asennetut kaapelit on valittu luokitusten mukaisesti. Lisäksi käytettäviltä kaapeleilta vaaditaan halogeenittomuutta, jolloin palotilanteessa niistä ei synny mahdollisesti myrkyllistä ja näkyvyyttä heikentävää mustaa savua. Vanhat asennukset on tehty pääsääntöisesti PVC-eristeisillä kaapeleilla ja muutostöiden yhteydessä on tilalle voitu vaihtaa paloluokiteltu kaapeli.

5.2 Dokumentaatio

Sähköpiirustusten ajantasainen dokumentaatio on tärkeää laitteiston huollon, käytön ja ylläpidon kannalta. Kaikki asennuksiin tehdyt muutostyöt tulisi dokumentoida hyvin, jolloin selvitystöihin ei myöhemmin tehtävissä lisäasennuksissa ja korjaustöissä tuhlaannu turhaan aikaa ja rahaa. (Sähköinfo, 2017, s. 47.)

Osasta tehtaan rakennuksista löytyy kohteista tasopiirustukset, joihin on merkitty myös tiedot ulkovalaisimista. Tasopiirustus on laadittu yleensä rakennuksen 1:50 mittakaavaiseen pohjapiirustukseen rakennusprojektin yhteydessä. Tasopiirustuksessa esitetään asennusreitit sähköputkille, kanaville ja hyllyille sekä sijainnit rasioille, kojeille ja laitteille ja myös johdotukset sekä asennustiedot niille (Sähköinfo, 2017, s. 48). Piirustuksessa esitetään valaisimille positionumerot, jotka viittaavat projektin valaisinluetteloon. Valaisindokumentaatiota ei ole tasopiirustuksiin ja valaisinluetteloihin ylläpidetty alkuperäisen projektin valmistumisen jälkeen, jolloin tiedot voivat olla vanhentuneita.

Ulkovalaistuksien sähkönsyötöistä on tehty piirikaaviokuvat tuotanto-osastoittain omista kiinteistökeskuksista. Piirikaavion tarkoitus on "esittää lähdön komponenttien väliset kytkennät yksityiskohtaisesti" (Sähköinfo, 2017, s. 49). Ulkovalaistuksien piirikaavioissa on pää- ja ohjauspiiri esitetty samalla sivulla, jotta kokonaisuuden hahmottaminen olisi selkeämpää. Uusissa kiinteistö sähkökeskuksissa ulkovalaistuksen suunnitteluun käytetään mallikuvaa, jonka pohjalta uuden keskuslähdön komponenttien valinnat ja kalustus tehdään. Mallikuvan piirikaaviossa esitetään lähdön komponentit ja niiden väliset kytkennät sekä lähdön ulkopuoliset kaapeloinnit yksinkertaistettuina. Ulkovalaistuksen ohjaukseen käytetään kiinteistöautomaatiojärjestelmää, joka ohjaa valaistusryhmää hämäräkytkimen avulla. Keskuksissa on lisäksi valaistuksille käytössä oma ohituskytkin, jolla valot saadaan pakkoajolla päälle huolto- ja erikoistilanteissa. Työssä tarkistettiin mallipiirikaavion ajantasaisuus ja todettiin se käytettävyyden kannalta toimivaksi tällä hetkellä. Salassa pidettävässä liitteessä 4 on esitetty mallikuva ulkovalaistuksen piirikaaviosta (LIITE 4).

Ajantasaisissa dokumenteissa tulee olla samat merkinnät kuin asennuskohteisiin on tehty. Keskuslähdöissä ja kaapelimerkinnöissä käytetään tehdasstandardina kaiverrettuja kilpiä, joista selviää piirin keskuslähtö, piirin tunnus ja käytetty kaapelityyppi. Lisäksi uusissa

asennuksissa valaisimen sisälle merkitään valaistusryhmän keskuslähtö helpottamaan huolto- ja muutostöitä.

Dokumentaation ylläpidon ja hallinnan kannalta ongelmalliseksi on todettu tiedon puute olemassa olevista dokumenteista, jolloin niiden päivittäminen ja muutostenhallinta on hankalaa. Kaikkia piirustuksia ei löydy sähköisenä versiona ja vanhojen paperisten projektimappien yhteydessä olevien dokumenttien selaaminen ja etsiminen on hidasta ja työlästä. Vanhoja dokumentteja on tallennettu myös levykkeille ja CD-levyille, joiden lukemiseen tarvittavia asemia ei nykyään ole käytössä töissä käytettävillä tietokoneilla. USB-muistituille tallennettujen dokumenttien selaaminen voi olla hidasta ja niiden käyttöä pyritään välttämään myös mahdollisten tietoturvaongelmien vuoksi.

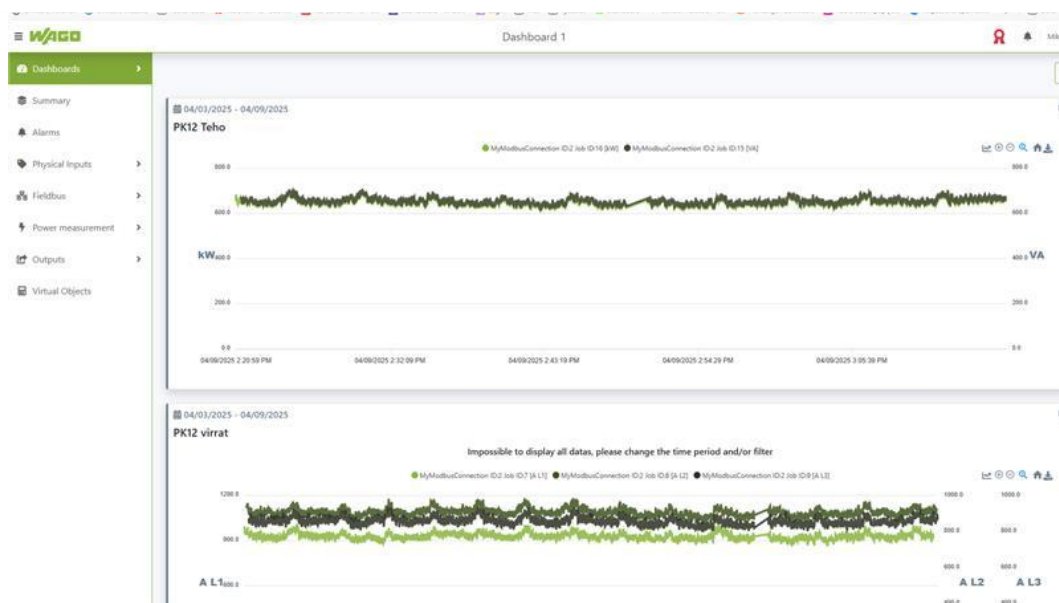
5.3 Energiankulutuksenseuranta

Energian säästämisen kannalta on tärkeää, että energiankulutusta pystytään seuraamaan. Reaaliaikainen seuranta näyttää ajantasaisesti energiankulutuksen prosessissa tapahtuvien kulutusmuutosten pohjalta, jolloin suurimmat tehonkäyttötilanteet saadaan selvitettyä. Kulutusseurannan avulla pystytään turhia kulutustilanteita karsimaan pois, jolloin säästetään energian lisäksi myös käyttökuluissa. Oman energiankulutuksen seurantaan on olemassa laitteita ja ohjelmistoja, joiden avulla kuluttaja pystyy itse seuraamaan kulutuskäyttäytymistään. Tässä työssä tutustuttiin WAGO:n energiankulutuksen seurantajärjestelmään.

Umicoren tehtaalla on uusimpiin prosessi- ja kiinteistö sähkökeskuksiin asennettu WAGO:n energiamittarit, joiden avulla pystytään seuraamaan sähkönkulutusta keskuksittain. Mittarit ja virtamuuntajat asennetaan paikoilleen keskusvalmistuksen yhteydessä, jolloin niiden yhteensopivuus keskuksen muuhun rakenteeseen nähden on taattu. Tarvittaessa energiamittauksen komponentit voidaan asentaa myös jälkikäteen keskukseen, mikäli asennukselle on tilaa. Mittarit ovat

mittauslaitedirektiivin (MID) mukaisia malleja ja virtamuuntajien tarkkuusluokka on 0,2S. Energiamittareilta kerätään mittaustiedot tehtaan prosessiautomaatiojärjestelmään Modbus-protokollan avulla.

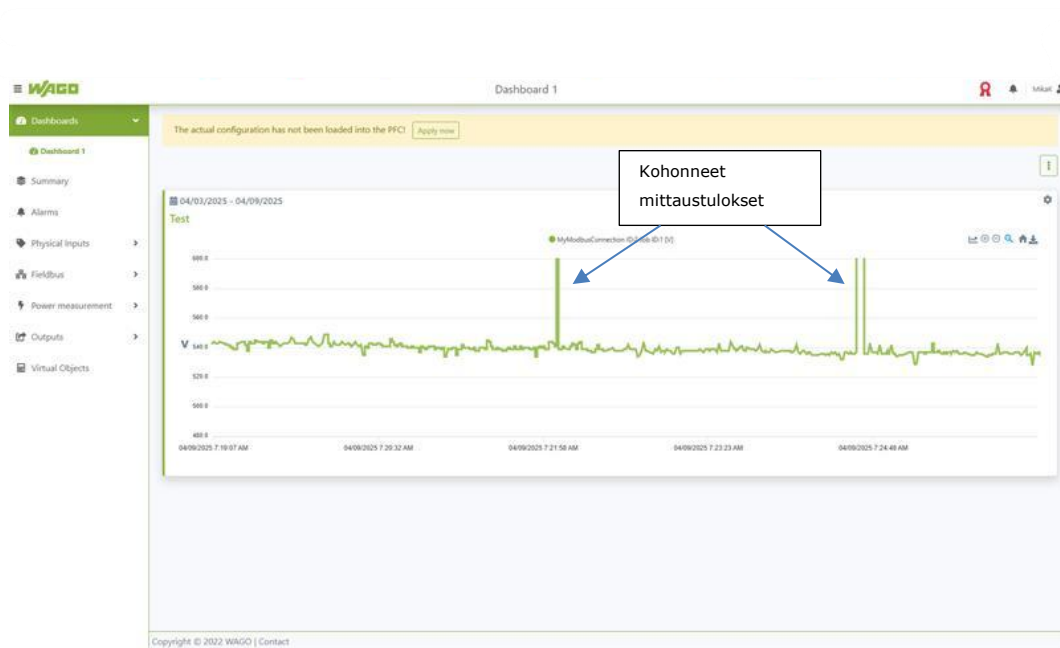
WAGO Energy Data Management energiadatan hallintajärjestelmä on suunniteltu kiinteistöjen, teollisuuden prosessien ja yksittäisten toimilaitteiden energiankulutuksen seurantaan. Järjestelmä koostuu sähköenergiaa mittaavista komponenteista ja ohjelmistosovelluksesta. Energiatietojen hallintasovelluksen pohjana toimii PFC200-sovelluslogiikka, jonka avulla kerättyä tietoa pystytään tutkimaan verkkoselain pohjaisesti. Ohjelmiston avulla kulutuspaikan keräämiä tietoja voidaan tarkastella visuaalisessa muodossa. (WAGO.) Kuvassa 4 on esimerkki WAGO Energy Data Management-ohjelmiston esittämistä teho- ja virta-arvojen mittauksista.



Kuva 4. WAGO Energy Data Management.

Energiatietojen hallintaohjelmistoon voidaan asettaa mittaustuloksille hälytyksiä ja raja-arvoja, joista saadaan lähetettyä ilmoitukset

valikoiduille henkilöille, laitteistoille ja valvomoon (WAGO). Kuvan 5 esittämille esimerkeille kohonneista mittaustuloksista voitaisiin asettaa hälytykset.

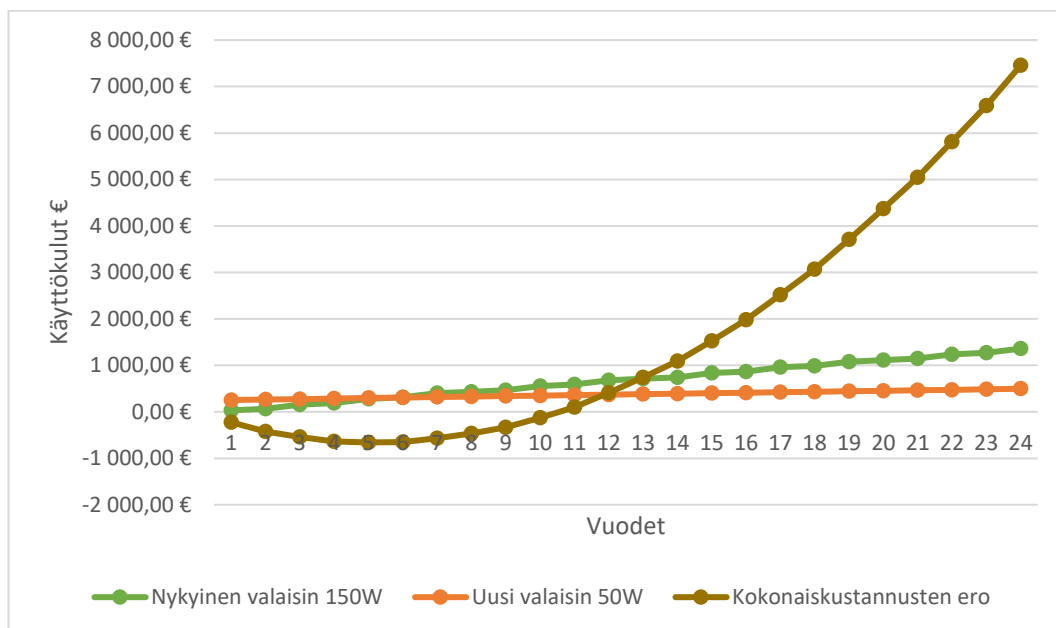


Kuva 5. Esimerkki raja-arvoista mittauksille.

Erillistä ulkovalaistuksen energiankulutuksen seuranta varten pitäisi jokaiseen ulkovalaistuksen sähkönsyöttöön lisätä mittauslaitteisto. Virraltaan enintään 65 ampeerisiin piireihin voidaan käyttää WAGO:n energiamittarimallia, joka ei vaadi erillisiä virtamuuntajia. Tuolloin säästetään keskuslähdössä tilaa ja mikäli energiamittaria ei saada keskuslähtöön mahtumaan, voidaan se asentaa erilliseen asennuskoteloon. Energiamittareiden lisäyksen jälkeen kulutustiedot saadaan kerättyä järjestelmään ja tietoja voidaan seurata WAGO Energy Data Management-ohjelmiston avulla.

5.4 Valaisinuusinnan takaisinmaksu

Valaisinkartoituksen perusteella saatiin selvitettyä, että suurin osa tehtaan vanhoista ulkovalaisimista, jotka eivät ole led-valaisimia, ovat 150 W:n tehoisia monimetallivalaisimia. Valaistuksen mahdollista uusintaa varten tehtiin vanhojen valaisimien vaihdoille takaisinmaksuaikavertailu, jossa uudeksi valaisimeksi valittiin led-valaisin. Uuden valaisimen tehoksi valittiin 50 W, jonka tehoisia led-ulkovalaisimia on tehtaalla yleisesti käytetty. Laskennassa vuotuinen polttoaika valaisimille arvioitiin 4213 h, joka perustuu ulkovalaistuksen käytölle vain hämärään ja pimeään aikaan. Led-valaisimen nimellinen käyttöikä on 100 000 h, ja vuosittaisella 4213 h polttoajalla valaisimen kesto on noin 24 vuotta. Monimetallilampun käyttöikä on 10 000 h, jolloin lamppu joudutaan uusimaan 10 kertaa valaisimen 100 000 käyttötunnin aikana. Sähkön kiinteä hinta laskennassa on 50 €/MWh. Kuvio 22 esittää kustannusten vertailun yhden valaisimen ja tilalle vaihdettavan 50 W led-valaisimen suhteen 24 vuoden ajalle.

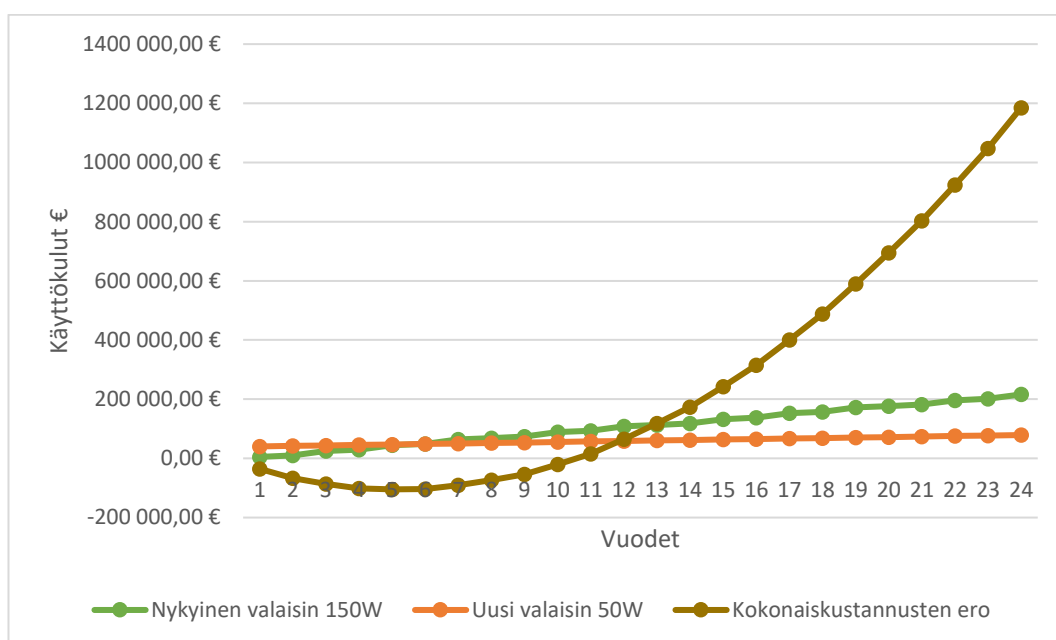


Kuvio 22. Takaisinmaksulaskenta yhdelle valaisimelle.

Vertailulaskennassa laskettiin nykyisen 150 W:n valaisimen sähkönkulutuksen ja lampun vaihtojen kustannukset 24 vuoden ajalle. Uuden valaisimen osalta huomioitiin valaisimen hankintahinta ja sähkönkulutus 24 vuoden ajalla. Valaisimien kustannuksiin vaikuttaa se, hankkiiko valaisimet tilaaja itse vai asennustöistä vastaava urakoitsija. Urakoitsijan vastatessa hankinnasta, hankintakustannuksiin tulee lisää vielä urakoitsijan kate. Laskennassa käytettiin valaisimen hankinnassa tilaajan hinnastoa. Valaisimien vaihto- ja asennuskustannuksia ei otettu huomioon, koska niihin vaikuttavat monet eri tekijät tilanteesta riippuen, kuten tehdäänkö työ erillisenä urakkana, toisen urakan yhteydessä tai kunnossapidon omana työnä. Asennustyön kuluihin vaikuttaa myös valaisimen sijainti, kuten korkeat ja vaikeasti saavutettavat kohteet, jolloin lisäkustannuksia tulee henkilönostimista tai telineistä. Laskennassa ei myöskään huomioitu valaisimien huoltoja, mahdollisia kiinnikkeitä uusille valaisimille, muutoksia sähkön hinnassa tai valaisimien valovirranalenemaa.

Kuvion 22 vertailutuloksista nähdään, että uusi pienempi tehoinen valaisin tulee kannattavaksi 6 vuoden käytön jälkeen. Kokonaiskustannukset huomioon ottaen uusi valaisin tulee kannattavammaksi 11 vuoden käytön jälkeen.

Tehdasalueella laskettiin muita kuin led-valaisimia olevan yhteensä 159 kpl. Kuviossa 23 on esitetty takaisinmaksulaskenta kaikille vanhoille valaisimille.

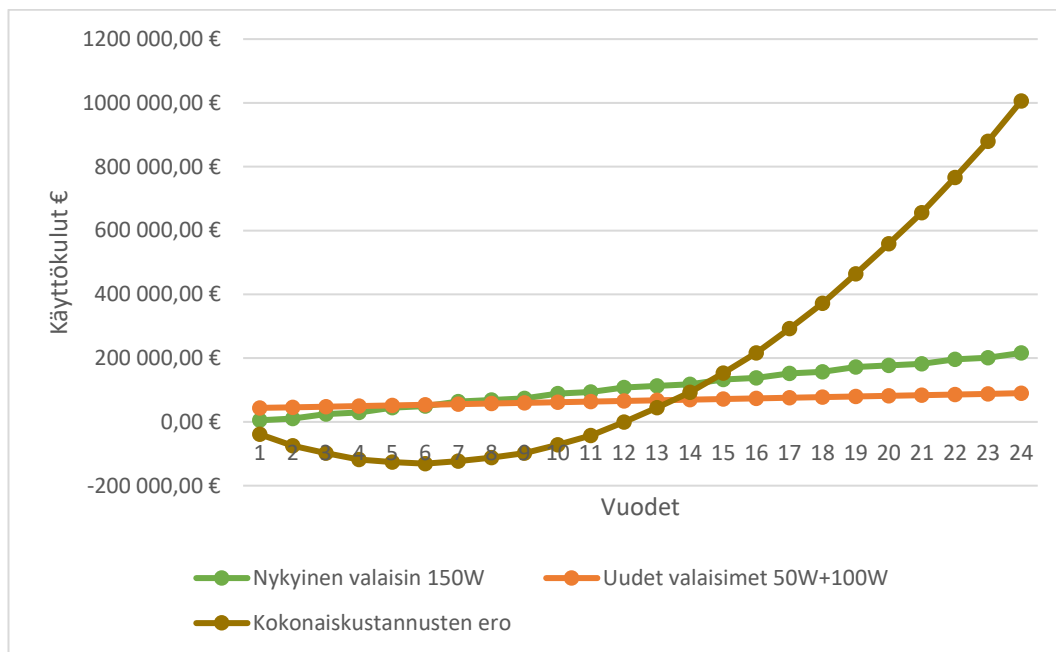


Kuvio 23. Takaisinmaksulaskenta vanhoille valaisimille.

Pelkkien uusien 50 W:n valaisimien hankintakustannus on kokonaisuudessaan nykyhinnoilla 38 630,64 €. 11 vuoden käytön jälkeen kokonaiskustannusten ero on positiivinen 15 721,92 € ja täyden 24 vuoden käytön ajalta ero on jo merkittävät 1 185 227,34 €.

Kaikkiin asennuskohteisiin ei 50 W:n valaistusteho riitä ja kokonaiskustannusten vertailua varten laskettiin osa uusista valaisimista 100 W:n teholla. Kuviossa 24 on esitetty

takaisinmaksulaskenta, jossa 20 %:ia uusista valaisimista on teholtaan 100 W ja 80 %:ia on 50 W:n tehoisia. Kappalemäärällisesti 100 W valaisimia 32 kpl:ta ja 50 W:n valaisimia on 127 kpl:ta.

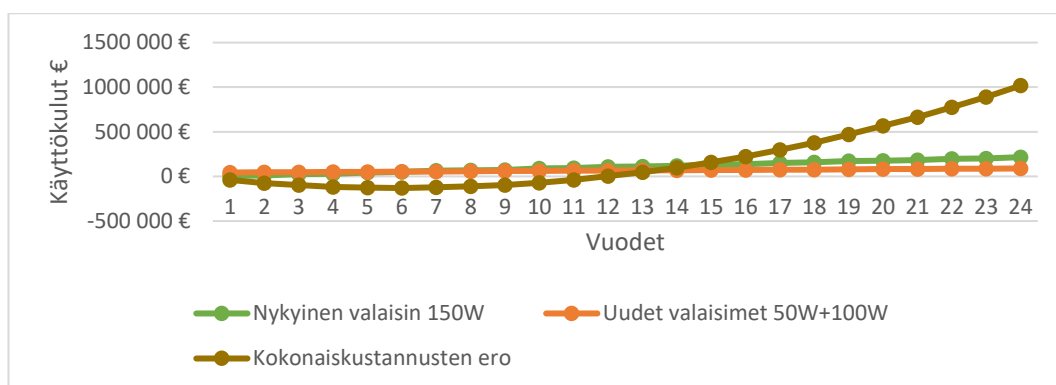


Kuvio 24. Takaisinmaksulaskenta 50W ja 100W valaisimille.

Valaisimien kokonaishankintakustannus 50 W:n ja 100 W:n valaisimille on 41 920,35 €. Vertailutuloksien mukaan led-valaisimien hankinta tulee kannattavaksi 7 vuoden jälkeen hankinnasta. Kokonaiskustannusten kannalta hankinta tulee kannattavaksi 13 vuoden jälkeen ja koko käyttöiän ajalta ero on 1 005 794,25 €.

Tehtaalla ulkovalaistuksissa ei ole käytetty liike- tai läsnäolotunnistimia, mutta niiden käyttöä ja soveltuvuutta voitaisiin kokeilla kohteissa, joissa ei ole jatkuvaa liikkumisen tarvetta. Kohteisiin voitaisiin asentaa valaisimet, joiden kirkkautta pystytään säätämään tunnistimien avulla ja säästämään siten energiaa. Kuviossa 25 on esitetty kokonaiskustannusten vertailu samoilla valaisinmäärillä ja

nimellistehoilla kuin kuviossa 24 on käytetty, mutta valaisimien käyttötehoja on laskentaan muutettu. Vertailussa on laskettu, että 10% 50 W:sta valaisimista eli 13 kpl:ta ja 10% 100 W:sta valaisimista eli 3 kpl:ta, toimii osan aikaa pienemmällä teholla. Pienennetty teho laskennassa on 60 % valaisimen nimellistehosta. Polttotunnit 60%:n valaistusteholla on puolet kokonaispolttotuntimäärästä eli 2106,5 tuntia.



Kuvio 25. Takaisinmaksulaskenta tehomuutoksilla.

Vertailutuloksien mukaan led-valaisimien hankinta tulee kannattavaksi 7 vuoden jälkeen hankinnasta, kuten ilman valaisimien säätöäkin kuvion 24 mukaan. Kokonaiskustannusten kannalta hankinta tulee kannattavaksi 12 vuoden jälkeen eli noin vuosi aiemmin kuin kuviossa 24. Kokonaisuudessaan vertailun mukaan valaisimien säädöllä ei saavuteta merkittävää säästöä kustannuksissa.

6 PROJEKTIN TULOKSET

Opinnäytetyö käsitteli Umicore Finland Oy:n Kokkolan tehtaan ulkovalaistuksen nykytilannetta laitekannan ja dokumentaation osalta. Työssä toteutettiin tehtaan sisäisesti kyselytutkimus ulkovalaistuksen tarpeiden ja kehityskohteiden kartoitusta varten. Energiankulutuksen seuranta varten työssä tutustuttiin WAGO Energy Data Management-järjestelmän käyttöön ja tutkittiin sen soveltumista tehtaan käyttötarpeisiin. Mahdolliselle ulkovalaistuksen uusinnalle tutkittiin sen kannattavuutta ja takaisinmaksuaikoja.

Työn tuloksena saatiin kerättyä päivitetty aineisto ulkovalaistuksen materiaaleista. Aineiston avulla saadaan parannettua tehtaan sisäisen sähkösuunnittelun laatua ja tuotua siten lisäarvoa suunnittelutyön tuotoksiin. Energiankulutuksen seurannan sovelluksesta saatiin testiympäristössä kerättyä onnistuneita suorituksia kulutuksen mittauksista ja saatujen tulosten perusteella voidaan järjestelmän käyttöä kokeilla laajemmalla kokonaisuudella. Valaisinuusinnan selvitysten pohjalta voidaan tulevaisuudessa projekteissa käyttää saatuja selvitystuloksia valaisinvaihtojen tarpeiden ja merkitysten perusteluun. Kokonaisuutena työlle asetetut tavoitteet onnistuttiin saavuttamaan ja työssä kerättyä materiaalia voidaan jatkossa hyödyntää tehtaan sisäisissä käyttötarpeissa.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön yhteydessä toteutetun kyselytutkimuksen vastausten perusteella ulkovalaistuksen erityistarpeet kohdistuivat kulkureittien kohteisiin, kuten ovien ja sisäänkäyntien ympäristöihin, joihin yleisissä valaistusohjeissakin annetaan erityissuosituksia. Tulevissa projekteissa on tarpeen huomioida ulkovalaistuksen erityisvaatimukset ja selvittää kohteen valaistussuositukset sekä valaistusluokkien vaatimukset. Nykyisten valaisimien sijainteja voitaisiin tarkastella valaistussuosituksien mukaisiksi ja siirtää valaisimet tarpeen mukaisille paikoille. Valaisinkartoituksen pohjalta saatujen havaintojen perusteella vanhojen valaisimien keltainen sävy ei nykyisellään anna riittävää valaistusvoimakkuutta useissa kohteissa ja alueille syntyy häiritseviä varjoja.

Umicoren tehtaalla ei nykyisissä ulkovalaistus asennuksissa ole käytetty yleisesti valaistussuunnittelu ohjelmistoja, vaan suunnitelmat on tehty kohdekohtaisesti arvioimalla valaistuksen tarve. Valaistussuunnittelu ohjelmia voitaisiin jatkossa käyttää suurissa projekteissa, mutta yksittäisissä kohteissa valaisimien paikat on tehokkaampaa selvittää paikanpäällä, jolloin asennusympäristön rasitteet kuten putkistot, hyllyt ja kulkureitit saadaan nopeasti asennusten yhteydessä selvitettyä. Käyttämällä valaistussuunnittelu ohjelmistoja suurissa kokonaisuuksissa saadaan valaisimet ja niiden sijainnit määriteltä tehokkaasti, jolloin voidaan välttyä liialta valaistuksen ylimitoitukselta ja säästää energiaa.

Valaisinuusinnan selvityksen perusteella takaisinmaksuajat valaisimien uusinoille ovat pitkät, mutta niin on myös odotettu käyttöikäkin. Pelkästään uusien valaisinten hankinta- ja sähkönkulutuskustannukset huomioitaessa valaisinten käyttöiän ajalta, olisi valaisinuusinnat kannattava sijoitus pitkällä aikavälillä. Uusien valaisinten valinnoissa on käytetty arviota, että tuotantolinjan käyttöikä olisi vähintään 15 vuotta, jonka ajan myös valaisimen tulisi kestää käytössä. Valaisinvaihtojen

kokonaiskustannusten vertailujen mukaan kaikki vertailut vaihtoehdot ovat tuottoisia 15 vuoden käytön jälkeen. Valaisinuusinnalle tehty vertailu on karkea arvio uusinnan kannattavuudesta ja mikäli vertailusta halutaan tehdä tarkempi, voidaan siinä ottaa huomioon tässä tutkimuksessa pois jääneitä osia kuten asennukset, kiinnikkeet, huollot, sähkön hinnanmuutokset ja valaisimien valovirranalennemat. Liike- ja läsnäolotunnistimien käytössä tulee huomioida myös niiden aiheuttamat hankinta- ja asennuskustannukset sekä lisääntyvät mahdolliset vikapaikat, jotka kasvattavat kunnossapitokustannuksia.

Projektin aikana korostuu käsitys ajan tasaisen dokumentaation merkityksestä ja tarpeellisuudesta kunnossapidon kannalta. Havaintojen ja kartoituksen perusteella saatu tieto ulkovalaistuksen nykytilanteesta antaa merkittävästi arvokasta lisätietoa suunnittelutyötä varten. Esiin nousee kysymyksiä, kuten miten alueen valaistuksen vastuunjako saataisiin selkeytettyä ja miten dokumentit saadaan jatkossa pidettyä ajan tasaisina. Asennusten, muutosten ja kunnossapidon kannalta vahvistuu tarve yhdenmukaiselle dokumentaatiolle, jolloin työntekoa saadaan tehostettua. Dokumenttien ylläpidon kannalta on tärkeää, että työskentelykäytännöt päivitysten osalta ovat kaikilla samat, jolloin muutosten kirjaukset tehtäisiin yhtenevällä tavalla. Tietojen ylläpitoa varten tarvitaan ohjeet, joiden mukaisesti toimitaan ja tuolloin käytännöt ovat kaikille tiedossa. Valmiiden mallikuvien käytön on käytännössä todettu nopeuttavan merkittävästi suunnittelutyötä tehtaan suunnittelutoiminnoissa ja niiden avulla työtä on saatu yhdenmukaistettua. Valaisinkartoituksessa tehty valaisimien sijaintikartta voidaan ottaa tehtaalla mukaan vuosittain suoritettavaan laitesijaintikarttojen tarkistukseen, jolloin myös valaisimien sijaintikartta pysyy päivitettyinä. Monimuotoinen laitekanta vaatii henkilöstöltä kunnossapidon ja huoltojen kannalta laajaa tietotaitoa ja yhdenmukaistamalla laitekantaa saataisiin laitteiden omaa varaosien laajuutta pienennettyä.

Energiankulutusta seuraamalla pystytään määrittelemään kohdennettuja säästötoimenpiteitä. Seurannan tarkkuus voidaan määritellä tekemällä kulutusmittaukset laite, järjestelmä tai kokonaisuus kerrallaan. Laitetasolla on mahdollista löytää energiasyöppöjä laitteita, jotka voitaisiin korvata energiatehokkaammilla laitteistoilla. Kulutusta seuraamalla voidaan sähkön käyttöä pyrkiä ohjaamaan halvimpien energiahintojen ajanjaksoille. Lisätutkimuksena voisi selvittää, olisiko valaistukselle tarvetta käyttää energiavarastoa tasaamaan sähkönkulutuspiikkejä.

Umicoren tehtaalla on yhden tuotantoprosessin hallivalaistus toteutettu tasasähköjärjestelmällä. Ulkovalaistukseen liittyvänä jatkotutkimuksena voisi vastaavanlaisen järjestelmän käyttömahdollisuutta selvittää myös ulkovalaistuksen käyttöön. Tasasähköjärjestelmässä virtalähde sijoitetaan valaisimen ulkopuolelle, jolloin valaisimen huoltotarvetta saadaan vähennettyä. Järjestelmään voidaan kytkeä myös aurinkovoimaloita ja akustoja, jolloin sähkön käyttöä voidaan tasata omalla tuotannolla ja varautua mahdollisiin sähköverkon häiriötilanteisiin.

LÄHTEET

- Boubekri, M. (2014). Daylighting Design: Planning Strategies and Best Practice Solutions. Walter de Gruyter GmbH. Noudettu 4.3.2025 osoitteesta <https://ebookcentral-proquest-com.ezproxy.puv.fi/lib/vamklibrary-ebooks/reader.action?docID=1652222&ppg=15>
- Ekrias, A. (2020). Häikäisy ja sen arviointi ulkovalaistuksessa. VALO 1/2020, 30-31. Noudettu 10.3.2025 osoitteesta https://www.lehtiluukku.fi/lehti/valo/_read/1-2020/247080.html
- Ekrias, A. (2023). Divisioona 4: Transportation and exterior applications. VALO 2/2023, 11. Noudettu 10.3.2025 osoitteesta https://www.lehtiluukku.fi/lue/valo/_read/2-2023/364160.html
- Ekrias, A. & Nevalainen, M. (2018). Ulkovalaisimet paremman palvelun alustana. VALO 1/2018, 10-11. Noudettu 20.2.2025 osoitteesta https://www.lehtiluukku.fi/lehti/valo/_read/1-2018/182322.html
- ErcO. (n.d.). Maintenance. Noudettu 11.4.2025 osoitteesta <https://www.ercO.com/en/designing-with-light/lighting-knowledge/lighting-design/maintenance-7475/>
- Fagerhult. (2025). Valaistustietoa: Näin sähkövalo vaikuttaa meihin. Noudettu 19.2.2025 osoitteesta <https://www.fagerhult.com/fi/valaistustietoa/>
- Finlex. (2017). Ympäristöministeriön asetus rakennuksen käyttöturvallisuudesta. Noudettu 20.2.2025 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171007#Pdm46263580638672>
- Greenled. (n.d.). Noudettu 26.2.2025 osoitteesta <https://greenled.fi/>
- Jukolux. (n.d.). Teollisuusvalaisimet. Noudettu 25.2.2025 osoitteesta [Etusivu - Jukolux](#)
- Jyrkämä, J. (2021). Toimintatutkimus. Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. Noudettu 18.2.2025 osoitteesta <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/metelmaopetus/>

- Kilpelä, N. (2019). Esteetön rakennus ja ympäristö (3. uudistettu painos). Ympäristöministeriö.
https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Esteeton-rakennus-ja-ymparisto-EA70FE2A_FF14_4FC8_96B6_AE6B32F89BB7-144306.pdf
- Kokkola Industrial Park. (n.d.). Noudettu 23.2.2025 osoitteesta
<https://www.kip.fi/>
- Lapp Automaatio. (n.d.). Mitä ovat halogeenittomat kaapelit? Noudettu 11.4.2025 osoitteesta
<https://lappautomaatio.fi/lapp/halogeenittomat-kaapelit>
- Liikenneturva. (n.d.). Liikenteessä. Noudettu 11.4.2025 osoitteesta
<https://www.liikenneturva.fi/liikenteessa/>
- Motiva. (n.d.). Valaistustieto. Noudettu 10.3.2025 osoitteesta
<https://www.motiva.fi/>
- Mäkelä, O & Kärki, J-L. (2004). Tievalaistuksen vaikutus liikenneturvallisuuteen ja ajonopuksiin. Tiehallinto. Edita Prima Oy. Noudettu 20.2.2025 osoitteesta
<https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Ava-palvelin/pdf/3200868-vtievalvaik.pdf>
- Nestor Cables. (2017). Rakennustuoteasetus (CPR) parantaa kaapeleiden paloturvallisuutta. Noudettu 11.4.2025 osoitteesta
<https://www.nestorcables.fi/ajankohtaista/blogi/rakennustuoteasetus-cpr-parantaa-kaapeleiden-paloturvallisuutta.html>
- Norstat. (2025). Kvantitatiivinen markkinatutkimus. Noudettu 18.2.2025 osoitteesta <https://norstat.co/fi>
- Phoenix Lighting. (2019). Does LED Lighting Cause Radio Interference? Noudettu 11.4.2025 osoitteesta
<https://www.phoenixlighting.com/resources/blog/does-led-lighting-cause-radio-interference>
- Saaranen-Kauppinen, A & Puusniekka, A. (2006). KvaliMOTV – Menetelmäopetuksen tietovaranto. Noudettu 18.2.2025 osoitteesta <https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/>

- ST-kortisto. (2019). ST 58.10. Julkisivuvalaistus ja muu ulkotilojen erikoisvalaistus.
- ST-kortisto. (2020). ST 58.11. Ulkotyöalueiden valaistus.
- ST-kortisto. (2022). ST 58.04. Ohjeita valaistuksen suunnitteluun ja toteutukseen.
- ST-kortisto. (2024). ST 58.23. Ulkovaistuksen valaisinpylväät, ripustuspylväät, mastot ja jalustat.
- Sujuva. (2019). Asemaympäristön esteettömyys-suunnitteluohje: Valaistus ulkotilassa. Noudettu 20.2.2025 osoitteesta <https://www.sujuva.info/>
- Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. (2017). SFS-käsikirja 604-2. Räjähdyksivaaralliset tilat. Osa 2: Sähköasennukset, tarkastus ja huolto.
- Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. (2019). SFS-EN 1127-1:2019. Räjähdyksivaaralliset tilat. Räjähdyksen esto ja suojaus. Osa 1: Peruskäsitteet ja menetelmät.
- Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. (2021). SFS-EN 12464-1:2021. Valo ja valaistus. Työkohteiden valaistus. Osa 1: Sisätilojen työkohteiden valaistus.
- Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. (2022). SFS 6000-4-41:2022. Pienjännitesähköasennukset. Osa 4-41: Suojausmenetelmät. Suojaus sähköiskulta.
- Sähköinfo Oy. (2017). Sähkölaitteiston haltijan kunnossapito-opas 2017. Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry.
- Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. (2017). ATEX-starttipaketti. Noudettu 20.2.2025 osoitteesta <https://tukes.fi/documents/5470659/8293726/ATEX-starttipaketti-2017.pdf/b440ed57-218e-4eda-a5b9-42df468e0b5f/ATEX-starttipaketti-2017.pdf>
- Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. (n.d.). Loisteputkivalaisimien muuttaminen LED-valoputkikäyttöön. Noudettu 26.2.2025 osoitteesta <https://tukes.fi/etusivu>

Umicore. (n.d.). Noudettu 1.4.2025 osoitteesta

<https://www.umicore.com/en/>

Umicore Finland Oy. (n.d.). Noudettu 16.2.2025 osoitteesta

<https://www.umicore.fi/fi/>

Väylävirasto. (2022). Väyläviraston ohjeita. Jalankulun suunnittelu.

Noudettu 20.2.2025 osoitteesta

https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2022-34_jalankulun_suunnittelu.pdf

Väylävirasto. (2023). Väyläviraston ohjeita. Maantie- ja

rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu 20.6.2023. Noudettu

23.2.2025 osoitteesta

https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2023-33_maantie_rautatiealueiden_valaistusohje_web.pdf

WAGO. (n.d.). Energy Data Management. Noudettu 17.4.2025 osoitteesta

<https://www.wago.com/fi/energianhallinta/energiatietojen-hallinta-komponentit>

Ympäristöministeriö. (n.d.). Rakennusten energiatehokkuusdirektiivin uudistus. Noudettu 10.3.2025 osoitteesta

<https://ym.fi/rakennusten-energiatehokkuusdirektiivin-uudistus>

LIITTEET

LIITE 1. Osastojen ulkovalaistus kyselylomake



Osastojen ulkovalaistukset

2024

1.

Millaiseksi koet ulkovalaistuksen nykyisellään omalla osastollasi?

	Erittäin huono	Melko huono	En osaa sanoa	Melko hyvä	Erittäin hyvä
Kulkureiteillä					
Säiliöalueilla					
Putkisillalla					
Ulkoportaikoissa					

2.

Miltä alueelta puuttuu ulkovalaisin? (Ovi nro. Säiliötunnus yms.)

3.

Mitä ulkovalaisimia pitäisi uusia?

4.

Kohde/kohteet, jossa tarvitaan hyvää ulkovalaistusta?

LIITE 2. Ulkoalueiden valaistussuositukset

Esimerkkitaulukko ulkoalueiden valaistussuosituksista (ST-käsikirja ST 58.11).

Työkohde tai -alue	E_m lx	U_0	R _{GL}	R _a
Liikennealueet				
Kävelytiet	5	0,25	50	20
Liikennealueet hitaasti (max 10 km/h) liikkuville ajoneuvoille	10	0,40	50	20
Jatkuva ajoneuvoliikenne (max 40 km/h)	20	0,40	45	20
Jalankulkuliikenne, tavaroiden purku- ja lastauspaikat	50	0,40	50	20
Rakennustyömaat				
Perustustyöt, hulevesiputkien asennukset, varastointialueet	50	0,40	50	20
Elementtien asennus, puisen runkorakenteen ja sähköputkituksen tekeminen runkorakenteen ja sähköputkituksen tekeminen	100	0,40	45	40
Elementtien liittäminen, vaativat sähkö-, putki- ja koneasennukset	200	0,50	45	40
Teollisuus- ja varastoalueet				
Suurten tavaroiden lyhytaikainen käsittely	20	0,25	55	20
Jatkuva suurten tavaroiden käsittely, kuormien lastaus ja purku	50	0,40	50	20
Katetut lastausalueet, osoitteiden lukeminen, työkalujen käyttö	100	0,50	45	20

Vaativat sähkö-, kone- ja putkiasennukset, tarkastus	200	0,50	45	60
Pysäköintialueet				
Kevyt liikenne, esim. kauppojen ja asuntojen pysäköintialueet	5	0,25	55	20
Keskiraskas liikenne, esim. tavaratalojen ja toimistorakennusten pysäköintialueet	10	0,25	50	20
Raskas liikenne, esim. suurten kauppakeskusten ja urheiluhallien pysäköintialueet	20	0,25	50	20

E_m = Valaistusvoimakkuuden keskiarvon vähimmäisarvo (lx)

U_0 = Valaistuksen yleistasaaisuuden vähimmäisarvo

GR_L = Häikäisyn suurin sallittu arvo

R_a = Värintoistoindeksin vähimmäisarvo

LIITE 3. Ulkovalaisinkartta

Salassa pidettävä liite.

LIITE 4. Ulkovalaistuksen mallipiirikaavio

Salassa pidettävä liite.