



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Niina Kruuti

Valaistuksen vaikutus hitsaamossa työhyvinvointiin, työtehokkuuteen ja laatuun

KPA Unicon Oy, Lapuan tehdas

Opinnäytetyö

Kevät 2022

SeAMK Tekniikan yksikkö

Teknologiaosaamisen johtaminen



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Tutkinto-ohjelma: Teknologiaosaamisen johtaminen

Tekijä: Niina Kruuti

Työn nimi: Valaistuksen vaikutus hitsaamossa työhyvinvointiin, työtehokkuuteen ja laatuun – KPA Unicon Oy, Lapuan tehdas

Ohjaaja: Jussi Yli-Hukkala

Vuosi: 2022

Sivumäärä: 35

Liitteiden lukumäärä: 0

Opinnäytetyön aiheena on valaistuksen vaikutus työviihtyvyyteen, -turvallisuuteen, -tehokkuuteen ja laatuun. Työ tehtiin KPA Unicon Oy:n Lapuan tehtaalla ja tavoitteena oli tuoda valaistusinvestoinnin hyödyt esille.

Tutkimus suoritettiin standardoituna survey-tutkimuksena. Kyselyssä hyödynnettiin Webropol-työkalua ja suurelta osin Likert-asteikkoa. Kyselyssä selvitettiin työntekijöiden asennetta vanhaan valaistukseen verrattuna uuteen valaistukseen. Kyselyssä kysyttiin myös, olivatko työntekijät huomanneet terveyteen, työviihtyvyyteen ja laatuun liittyviä muutoksia uuden valaistuksen aikana.

Kyselyn tuloksista pystyttiin vetämään johtopäätökset, joiden mukaan työntekijät arvostivat valaistuksen vaihtamista. He olivat huomanneet positiivisia muutoksia niin työterveydessä, -viihtyvyydessä, -turvallisuudessa, -tehokkuudessa kuin laadussakin. Kyselyn viimeinen kysymys oli vapaa sana. Vastauksista tuotiin esille, että niin kiinteitä kuin kannettavia valoja saisi olla enemmän käytössä.

Asiasanat: valaistus, hitsaamo, työtyytyväisyys, laatu

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Degree programme: Master's Degree Programme in Technology Competence Management

Author: Niina Kruuti

Title of thesis: The Effect of Lighting in a Welding Shop on Well-being at Work, Work Efficiency and Quality

Supervisor: Jussi Yli-Hukkala

Year: 2022

Number of pages: 35

Number of appendices: 0

The purpose of the thesis was to study the effect of lighting in a welding shop, if the lighting had any kind of effect on well-being at work, safety at work, work efficiency or quality. The research was made in a KPA Unicon's welding shop Lapua. The company had invested in a new lighting and wanted to highlight the benefits of it through this thesis.

The research was a standard survey. The survey was made with the Webropol and questions used mostly the Likert scale. The survey examined the employees' attitudes towards the new lighting and if they had found any changes in their well-being, safety at work or work efficiency and quality.

The results of the survey led to the conclusion that the employees had noticed positive changes in occupational health, comfort, safety, and efficiency.

Keywords: lighting, welding shop, job satisfaction, quality

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä	1
Thesis abstract	2
SISÄLTÖ	2
Kuvaluettelo.....	4
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	5
1 JOHDANTO	6
2 YRITYSESITTELY	7
3 VALO JA VALAISTUS	8
3.1 Valo ja valon ominaisuuksia	8
3.2 Valo ja näkeminen.....	10
3.3 Valaistus.....	12
3.4 Valon vaikutus ihmiseen.....	12
3.5 Valaistus laissa, asetuksissa ja standardeissa	13
3.6 Hitsaus	14
3.7 Hitsaus ja valo	17
3.8 LED-tekniikka	17
4 TYÖ.....	19
4.1 Valaistusinvestointi KPA Unicon Oy, Lapuan tehdas	19
4.2 Tehtaan valaistus	19
4.3 Kyselytutkimus	22
5 JOHTOPÄÄTÖKSET	31
LÄHTEET	32

Kuvaluettelo

Kuva 1. Sähkömagneettisen säteilyn lajit ja näkyvän valon aallonpituus.....	8
Kuva 2. Värilämpötilat kelvineissä..	9
Kuva 3. Example of our Natural White High CRI LED Strip Light Test Data..	10
Kuva 4. Silmän rakenne.....	11
Kuva 5. Mitattuja lumen arvoja.....	20
Kuva 6. Hallin alkuperäinen valaistus vs. uusi valaistus.	22
Kuva 7. Kysymys 1. Kuinka kauan olet työskennellyt yrityksessä.....	23
Kuva 8. Kysymys 2. Mitä työtehtäviä teet?	23
Kuva 9. Kysymys 3. Onko sinulla kiinteä työpiste?	24
Kuva 10. Kysymys 4. Onko työpisteessäsi kohdevalaistusta?	24
Kuva 11. Kysymys 5. Onko kohdevalaistus: kiinteä, liikuteltava?	25
Kuva 12. Kysymys 6. Jos sinulla ei ole kiinteää työpistettä, onko käytössäsi liikuteltava kohdevalaisin?	25
Kuva 13. Kysymys 7. Jos käytössäsi on kohdevalaisin (kiinteä tai liikuteltava), onko valaisuteho riittävä?	26
Kuva 14. Kysymys 8. Olitko tyytyväinen vanhaan valaistukseen?	26
Kuva 15. Kysymys 9. Oletko tyytyväinen uuteen valaistukseen?.....	27
Kuva 16. Kysymys 10. Kysymyksiä Likert-asteikolla.....	28
Kuva 17. Kysymys 11. Onko valaistuksessa vielä jotain, mitä haluaisit muuttaa? Mitä se olisi?.....	30

Käytetyt termit ja lyhenteet

Konvektiokanava	Lämmityslaitteessa oleva tila, missä kuuma ilma luovuttaa lämpöä putkissa kiertävään nesteeseen, joka siirtää lämmön eteenpäin.
RDF-jäte	Refuse Derived Fuel, yhdyskuntajätteen kuivajakeesta valmistettu polttoaine
SRF-jäte	Solid Recovered Fuel, teollisuuden jätteistä jalostettua kierrätys-polttoainetta
Tulipesä	Polttolaitteessa oleva tila, missä palaminen tapahtuu.

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä selvitetään valaistuksen vaikutusta työturvallisuuteen, -viihtyvyyteen, -terveyteen ja laatuun. Valaistuksen vaikutus elämään on kiistan, mutta työelämässä valoon ei juurikaan kiinnitetä tietoisesti huomiota varsinkaan silloin, kun kaikki on hyvin. Vaikutukset alkavat kuitenkin näkyä, kun valaistus on heikkoa. Työntekijöiden viihtyvyys ja turvallisuus työpaikoilla on tärkeä asia. KPA Unicon Oy halusi selvittää valaistusinvestointien vaikutuksia viihtyisyyteen, turvallisuuteen ja laatuun. Työ suoritetaan KPA Unicon Oy:n Lapuan tehtaalla, missä valmistetaan hitsaamalla yrityksen tuotteisiin tulipesiä ja konvektiokanavia.

Opinnäytetyön tavoite on tuoda hyvän valaistuksen vaikutukset näkyviksi niin työntekijöiden kokemusten kuin talouden kautta. Työn teoriaosuudessa keskitytään valon ja valaistuksen vaikutukseen elämään ja ihmisiin ja miten säädöksillä on pyritty varmistamaan, että kaikilla on tasa-arvoisesti hyvät ja turvalliset olosuhteet tehdä työnsä. Työntekijöiden kokemukset tuodaan esille standardoidun survey-tutkimuksen kautta, joka tehdään Webropol-työkalulla. Kysely on strukturoitu ja moneen kysymykseen vastataan käyttämällä Likert-skaalaa. Näistä kysymyksistä saadaan Webropol-työkalun avulla yhteenvedot.

2 YRITYSESITTELY

Pekka Kovanen perusti KPA Unicon Oy:n 1990 (H. Kruuti, henkilökohtainen tiedonanto, 28.8.2021; J-M. Kovanen, henkilökohtainen tiedonanto 25.8.2021). Yritys suunnittelee, valmistaa ja toimittaa avaimet käteen -periaatteella lämpö- ja voimalaitoksia Suomessa asiakkailleen, jotka sijaitsevat ympäri maailman (KPA Unicon Oy, 2021-a). KPA Unicon Oy:n tavoitteena on kehittää ja luoda ympäristöystävällisiä energiantuotantoratkaisuja. Yrityksen laitoksia voidaan käyttää lämmön-, vesihöyryn- sekä sähköntuotantoon ja näitä tarpeita voidaan myös yhdistää samaan laitokseen asiakkaan tarpeiden mukaan. Laitokset voidaan jakaa käytettävien polttoaineiden tai tarkoituksen mukaan. Biomassaa ja jätettä polttavien laitosten polttoaineina voidaan käyttää jyrsinturvetta, puunkuorta, sahanpurua, haketta, metsäjätettä ja kierrätyspuuta, pellettejä ja brikettejä, RDF- ja SRF-jätteitä, lietteitä, bioöljyjä sekä teollisia jätekaasuja. Yritys räätälöi myös ratkaisuja, joilla asiakas voi hyödyntää jo olemassa olevista prosesseistaan syntyviä hukkalämpöjä uudelleen, joko johtamalla ne lämmönvaihtimen kautta uudelleen prosessiin tai käyttämään höyryturbiinia (KPA Unicon Oy, 2021-b, KPA Unicon Oy, 2021-c).

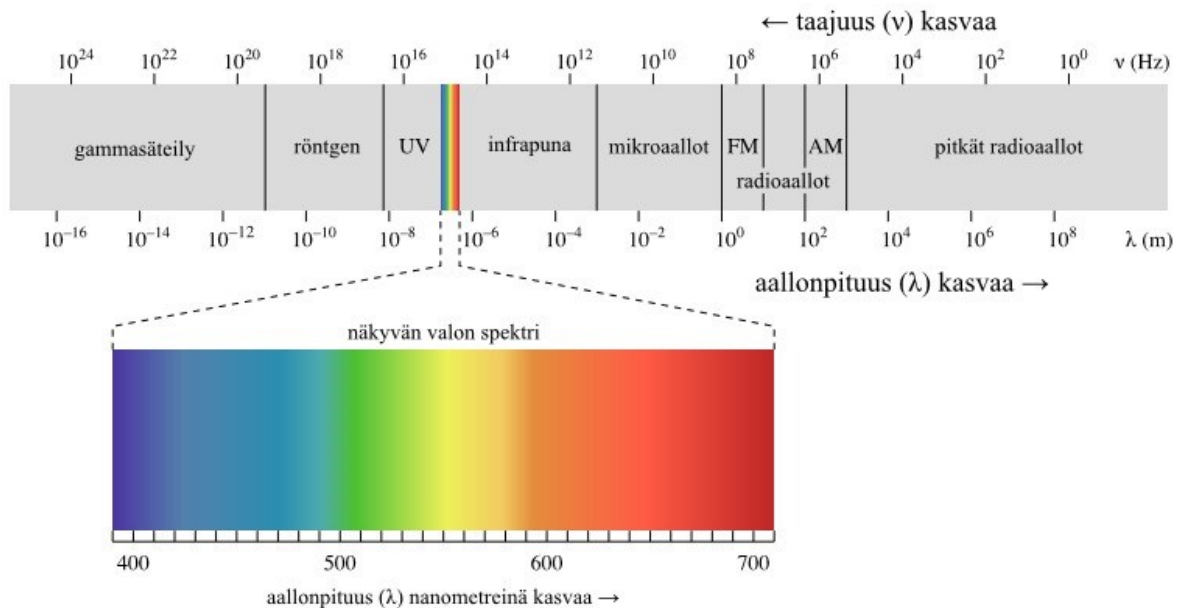
Raskas teollisuus tuottaa niin sanottuja likaisia jätekaasuja, jotka ovat palavia ja niitä voidaan käyttää höyryn tai kuuman veden tuotantoon ja vähentää näiden kaasujen ympäristövaikutuksia (KPA Unicon Oy, 2021-d). KPA Unicon Oy valmistaa ja testaa laitoksensa Suomessa omilla tehtaillaan (KPA Unicon Oy, 2021-e). Laitokset suunnitellaan alusta lähtien modulaarisiksi niin, että ne voidaan kuljettaa helposti teillä, rautateillä ja merillä ja koota asiakkaan luona nopeasti käyttökuntoon.

KPA Unicon Oy:n päätoimipaikka sijaitsee Pieksämäellä ja sillä on seitsemän toimipistettä ympäri Suomen (J-M. Kovanen, henkilökohtainen tiedonanto 25.8.2021; KPA Unicon Oy, 2021-f). Maailmalla toimistoja löytyy seitsemästä maasta työllistäen kaiken kaikkiaan 210 henkilöä. KPA Unicon Oy:n pääomistaja vaihtui 28.4.2021, jolloin yrityskaupan myötä pääomistajaksi tuli Partnera Oyj (KPA Unicon Oy, 2021-g).

3 VALO JA VALAISTUS

3.1 Valo ja valon ominaisuuksia

Valoa ei voida määritellä yksiselitteisesti, koska esimerkiksi fyysikko, taiteilija tai astronomi kokee, mittaa ja hyödyntää valoa eri tavalla (Stark, i.a.). Klassinen fysiikka määrittelee valon olevan sähkömagneettista aaltoliikettä (Nasa, 2021-a; Stark, i.a.). Nykyään fyysikot suosivat kvanttisähködynamiikkateoriaa, jonka mukaan valo koostuu sähkömagneettisesta aaltoliikkeestä ja fotoneista (Stark, i.a.). Kaikki sähkömagneettinen säteily on valoa, mutta silmä pystyy havaitsemaan siitä vain osan (Nasa, 2021-b). Kuvassa 1 on esitettyä sähkömagneettisen säteilyn lajit ja miten ne sijoittuvat aallonpituuden kasvaessa. Kuvassa on myös erotettu näkyvän valon spektri, siinä näkyvät eri värit ja niiden aallonpituudet. Näkyvän valon aallonpituus on välillä 400–760 nm (Lehtelä & Launis, 2011-a, s. 87). Näkyvän valon spektrin alkupäässä on sininen ja yläpäässä punainen ja tähän välille asettuvat vihreä ja keltainen.

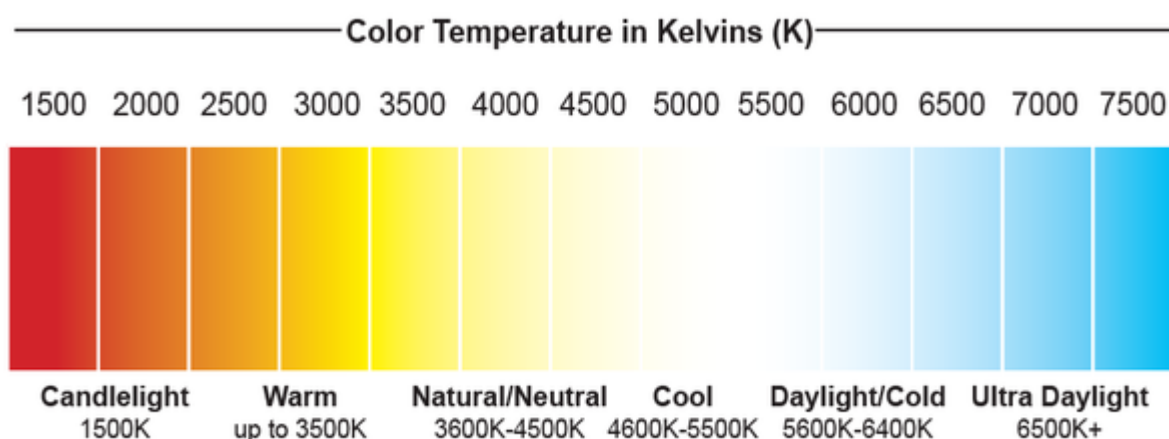


Kuva 1. Sähkömagneettisen säteilyn lajit ja näkyvän valon aallonpituus. (Peda, i.a.).

Valon määrän suure on valaistusvoimakkuus eli kuinka paljon valoa tulee pinnalle (Lehtelä & Launis, 2011-a, s. 87–88). Valaistusvoimakkuuden yksikkö on luks. Ihminen näkee

valon heijastumisen pinnoista eli kirkkauden. Luminanssi eli valotiheys kuvaa tätä kirkkauden määrää ja sen yksikkö on kandela/m².

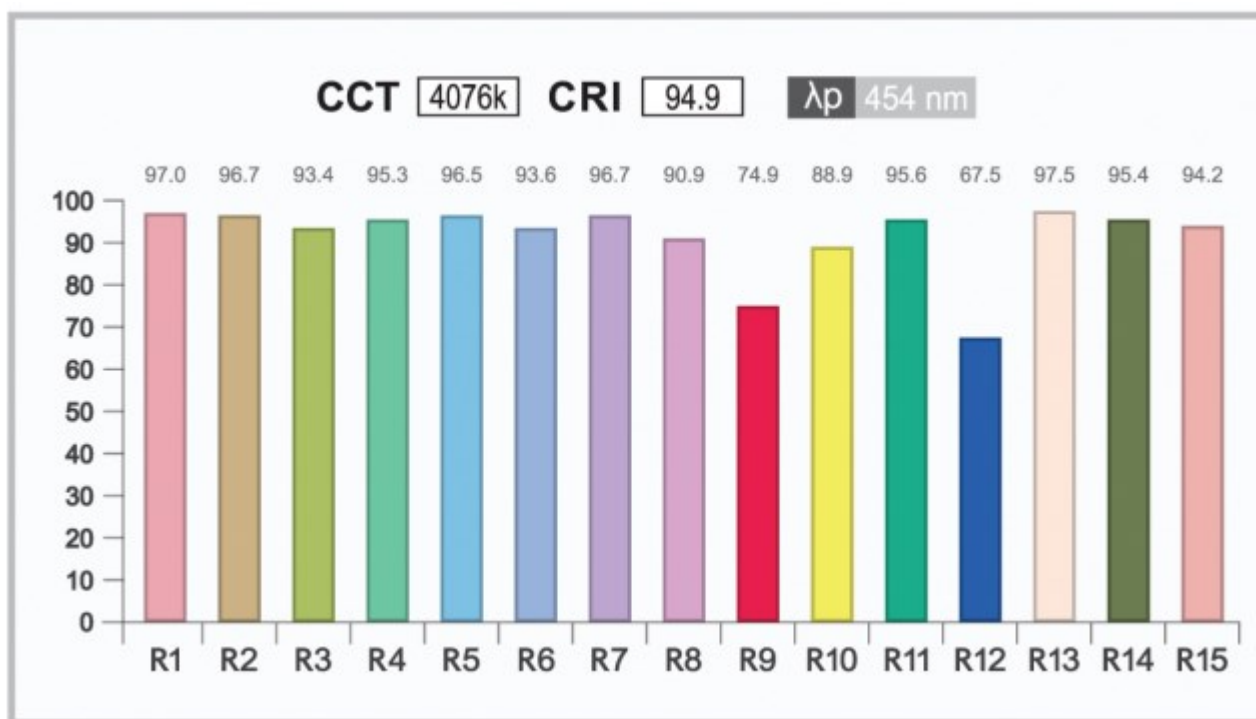
Valolähteen värilämpötila kertoo valon värin lämpimän punaisesta kylmään siniseen (Hidealite, i.a.). Värilämpötila ilmoitetaan kelvineissa. Kuvassa 2 on esitettynä värilämpötilat kelvineissa. Kynttilänvalo on skaalan matalin ääripää ja vastaa noin 1500 kelviniä (Kuva 2. Värilämpötilat kelvineissa). Korkein ääripää on yli 6500 kelviniä ja se vastaa täysin kirkasta taivasta. 2700 K on lämminvalkoinen ja vastaa hehkulamppua, tämän värilämmön ihminen mieltää lämpimäksi ja kodikkaaksi (Airam, 2020; Nettivalo, i.a.). 3000 K on edelleen lämminvalkoinen ja se vastaa halogeenilamppua. 4000 K on neutraali tai puhtaan valkoinen, vaaleat pinnat kirkastuvat tässä värilämmössä ja tätä käytetään usein keittiön työtasoilla tai lukuvalona. Päivänvaloa vastaa 6500 K ja tätä käytetään päivänvalolampuissa. Tällaisia lamppeja käytetään tarkkuutta vaativissa töissä, esimerkiksi koruseppä- tai tekstiiliteollisuudessa.



Kuva 2. Värilämpötilat kelvineissa. (XinBei, 2020).

Värintoisto (Ra-arvo) kertoo, kuinka hyvin valonlähde toistaa värejä (Hidealite, i.a.). Ra-indeksi lasketaan kahdeksan vakiovärin keskiarvosta ja ilmoitetaan asteikolla 0–100 %. Salmelan (2020) mukaan tämä arvo ei kuitenkaan kerro koko totuutta värintoistokyvystä, koska Ra-arvoa laskettaessa painottuvat sinisen ja violetin sävyt. Ennemmin kannattaisi käyttää CRI-arvoa, joka lasketaan 15 värin mukaan. Tällöin laskelmiin tulevat myös punaiset ja muut lämpimät värisävyt mukaan. Kuvassa 3 näkyy erään LED-lampun R-arvot 1–15. Arvot R1–R8 ovat kaikki yli 90 ja antavat hyvin tasaisen kuvan laadukkaasta

värintoistosta. Kun mukaan otetaan R9-R15 huomataan, että R9, R8 ja R12 ovat reilusti alle arvon 90. Lamppu on edelleen laadukas, mutta se toistaa silti huonommin näitä kolmea väriä.

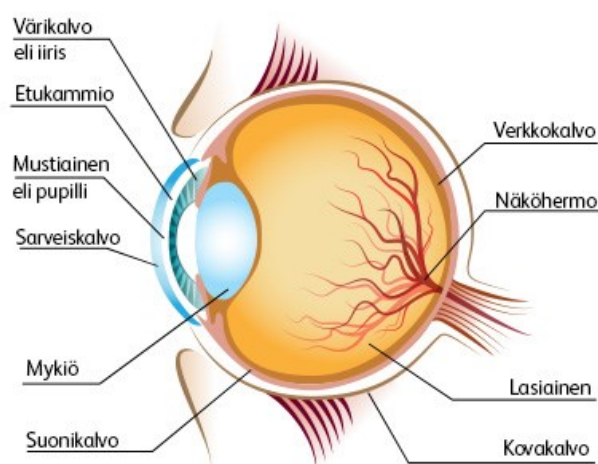


Kuva 3. Example of our Natural White High CRI LED Strip Light Test Data. (Flexfireleds, 2022).

3.2 Valo ja näkeminen

Näköaistimus syntyy, kun silmään osuu valoa ympäristöstä ja se kohdistuu verkkokalvolle (Zeiss, 2017-b). Täydellisessä pimeydessä ihminen on täysin sokea, koska jotta ihminen näkee jotain, kohteeseen pitää osua valoa, joka heijastuu silmään. Silmä on monimutkainen elin. Kuvassa 4 on esitetty silmän rakenne. Sarveiskalvo on silmän etuosassa ja päästää valon silmään. Silmän valkoinen osa on kovakalvo. Se suojaa silmää ja peittääkin sen sarveiskalvoa ja näköhermojen säikeitä lukuun ottamatta. Pupilli on silmän musta täplä, joka näyttää laajentuvan tai supistuvan esimerkiksi silmään tulevan valon määrän tai tunnetilojen vaihtelujen vuoksi. Oikeasti iiris, eli silmän värikalvo, säätelee silmään tulevan valon määrää. Mykiö on joustava ja muotoutuu sen mukaan, katsotaanko lähelle vai kauas. Pupilliin tuleva valo kerääntyy mykiöön, joka tekee valosta tarkan kuvan verkkokalvolle, väärinpäin. Aivot kääntävät kuvan sitten oikeinpäin. Verkkokalvolla on näkemiseen

kahdenlaisia aistinsoluja: tappeja ja sauvoja (Zeiss, 2017-b). Silmästä on löydetty kuitenkin kolmaskin aistisolutyypin, gangliosolu (Englund & Partonen, 2009). Valo vaikuttaa tähänkin solutyypin, mutta sen viesti ei mene näköhermoon, vaan hypotalamuksen etuosaan ja vaikuttaa elimistön sisäiseen kelloon. Tämä sisäinen kello vaikuttaa muun muassa solunjakautumiseen, aineenvaihduntaan, hormoneihin, hermosoluihin ja kasvutekijöihin. Kreitzmanin ja Fosterin (2011, s. 2) mukaan, jos sisäinen kello saadaan sekaisin, voi ihminen kärsiä lievistä aikaerorastituksesta tai jopa masennuksesta ja univaikeuksista.



Kuva 4. Silmän rakenne. (Terveystukena, i.a.).

Valo voidaan jakaa eri aallonpituuksien mukaan ultraviolettin valoon, näkyvään valoon ja infrapunaan (Zeiss, 2017-a). Ihmissilmä pystyy näkemään aallonpituuksia 380–780 nm. Ultraviolettisäteilyn aallonpituus on 100–400 nm ja sitä ihmissilmä ei pysty havaitsemaan (Airola, 2020). Yleisesti on tiedossa UV-säteilyn negatiiviset vaikutukset, sen kyky vahingoittaa elävää kudosta, mutta tulee huomioida, että UV-säteilyllä on myös positiivisia vaikutuksia. Esimerkiksi auringon UVB-säteily muodostaa ihossa D₃-vitamiinia, joka muuttuu elimistössä D-vitamiiniksi. Tätä tarvitaan muun muassa luuston ja immuunijärjestelmän toimimiseen. UV-säteilyn negatiivisilta vaikutuksilta ihmiset osaavat jo suojautua, mutta nyt on alettu havahtumaan myös sinivioletin valon vahingollisuuteen (Zeiss, 2017-a). Sinivioletti valo on näkyvää korkeaenergistä valoa, sen aallonpituuden ollessa 380–500 nm. Liian suurina määrinä saatuna ultravioletti ja sinivioletit aallonpituudet vahingoittavat biologista kudosta, kuten silmiä.

3.3 Valaistus

Työtiloissa valaistuksella on monia tarkoituksia (Lehtelä & Launis, 2011-b, s. 266). Valaistuksella helpotetaan työtehtävien suorittamista, vaaralliset kohteet tehdään näkyviksi, jäsennetään tilaa, ohjataan huomiota ja liikkumista. Valaistuksella tehdään ympäristöstä esteettisesti miellyttävä, millä vaikutetaan taas työntekijöiden vireyteen. Puututtaessa valaistukseen, valaistusvoimakkuus on ensimmäinen, mitä lähdetään säätämään (Lehtelä & Launis, 2011-b, s. 267) Valaistusvoimakkuuteen on myös omat suosituksensa. Ihmisten tarve valolle on yksilöllinen ja siihen vaikuttavat työtehtävä, ikä, näkökyky, valaistuksen aiheuttama häikäisy ja yksilölliset mieltymykset. Valaistuksen tasaisuus ulottuu työalueen ulkopuolelle (Lehtelä & Launis, 2011-b, s. 267–268). Esimerkiksi tilasta toiseen siirtyminen voi aiheuttaa häikäistymistä tai näkökyvyn hetkellistä heikkenemistä, jos valaistuksen tasaisuudessa on suuria eroja. Tämä saattaa aiheuttaa vaaratilanteita.

Valolähteiden sijainti tulee pyrkiä miettimään niin, ettei niistä aiheudu häiritseviä heijastuksia, sijaitse suojaamattomana näkökentässä tai jokin varjostaa valon tulemistä työalueelle (Lehtelä & Launis, 2011-b, s. 270–271). Joskus pinnalle pitää muodostua varjoja, että esimerkiksi materiaalivirheet tulevat esille. Tällöin valolähteiden sijainti tulee miettiä hyvin tarkasti, että varjot saadaan muodostumaan.

3.4 Valon vaikutus ihmiseen

Valon vaikutusta elämään on tutkittu paljon. Monet tutkimukset on tehty eläimillä, mutta myös ihmisiä on tutkittu (Kreitzman & Foster, 2011, s. 2, 7, 11, 134–135). Eläimillä valon määrän muuttuminen saa aikaan esimerkiksi lisääntymisen käynnistymisen, kausimuuttamisen tai horrokseen vaipumisen. Lisääntymisessä eläinten jälkeläiset syntyvät suotuisaan, ravintorikkaaseen aikaan. Tämä ei tarkoita, että kaikki eläinlapset syntyisivät keväällä tai kesällä, vaan esimerkiksi Välimeren haukka lisääntyy syksyllä, koska pikkulinnut tekevät silloin muuttoa pohjoisesta etelään talveksi, joten muuton aikana haukan poikasille on runsaasti ravintoa tarjolla.

Ihmisellä valo ei niinkään vaikuta enää lisääntymiseen, mutta keinovalo vaikuttaa elämään muulla tavoin. Keinovalon keksimisen jälkeen, sitä on käytetty jatkamaan päiväämme illasta. Tällöin voidaan olla pirteämpiä ja aktiivisempia useamman tunnin päivästä

(Kreitzman & Foster, 2011, s. 1, 5, 201). Ihminen pyrkii tehokkuuteen, jopa yöunien kustannuksella. Keinovalon vuoksi ihmiset saavat vähemmän luonnollista valoa ja tämä vaikuttaa joillakin ihmisillä niin, että puhutaan kaamosmasennuksesta (Kreitzman & Foster, 2011, s. 202–203). Talvikuukaudet ovat pahimpia. Kaamosmasennuksesta voi kärsiä eritasoisesti, joillakin se on pientä alakuloa, jotkut vetäytyvät sosiaalisesti, jotkut eivät jaksa ollenkaan ja tekevät itsemurhan. Yleisesti kaamosmasennuksesta kärsivät lihovat pimeänä aikana, mutta ”heräävät”, kun päivät alkavat pidentyä. Heidän mielensä alkaa olla parempi ja usein kertyneet kilotkin saadaan pois.

Sininen valo vaikuttaa muun muassa ihmisen hormonitasapainoon ja sitä kautta esimerkiksi uni-valverytmiin (Zeiss, 2017-a). Päivällä sinistä valoa on runsaasti ja tällöin ollaan virkeitä. Iltaa kohti sinisen valon määrä vähenee ja keho alkaa tuottamaan melatoniinia, joka saa ihmisen tuntemaan itsensä väsyneeksi. Valoterapiaa voidaan käyttää esimerkiksi aikaerorajituksen, vuorovaihtorajituksen, kaamosmasennuksen ja unettomuuden hoitoon (Kreitzman & Foster, 2011, s. 209; Zeiss, 2017-a). Valohoito on tehokasta, jos se annetaan aamulla kello 3.30–8.00 välisenä aikana. Keston tulisi olla vähintään 45 minuuttia ja valotehon noin 2500 luksia (Kreitzman & Foster, 2011, s. 209). NASA käyttää valohoitoa 3–10 päivää ennen raketin laukaisua kääntämään astronauttien sisäistä kelloa altistamalla astronautteja tehokkaalle valolle tiettyinä vuorokauden aikoina, että astronautit olisivat mahdollisimman virkeitä laukaisuhetkellä. Monet nykyaikaiset valonlähteet, esimerkiksi LEDit, xenonvalot ja erilaiset näyttöpäätteet, säteilevät sinistä valoa enemmän kuin vanhat hehkulamput (Zeiss, 2017-a). Tämän vuoksi on suositeltavaa vähentää esimerkiksi mobiililaitteiden käyttöä ennen nukkumaan menoa.

3.5 Valaistus laissa, asetuksissa ja standardeissa

Työturvallisuuslaissa määritellään, että

Työpaikalla tulee olla työn edellyttämä ja työntekijöiden edellytysten mukainen sopiva ja riittävän tehokas valaistus (Työturvallisuuslaki 738/2002, 5 luku 34 §).

Valaisimet pitää asentaa niin ettei niistä aiheudu lisävaaraa työntekijöiden turvallisuudelle ja terveydelle (Valtioneuvoston asetus työpaikkojen turvallisuus ja terveystaakasta 577/2003). Asetuksessa määritetään myös, että ulkovalaistuksen tulee olla riittävä, jos

päivänvalo ei ole riittävä. Sisätiloissa tulee olla riittävä varavalaistus, jos keinovalaistuksen mennessä epäkuntoon työntekijät ovat alttiita vaaralle sisätiloissa liikkueensa. Jos sisätiloihin ei voida järjestää muuta valaistusta, työntekijät voivat käyttää mukanaan kuljetettavaa valaistusvälinettä.

Valaistusvaatimukset määritellään kolmen perustarpeen täyttymisellä: näkömukavuus, näkötehokkuus ja turvallisuus (Suomen Standardisoimisliitto (SFS), 2011, s. 14). Standardissa SFS-EN 12464-1/2011 määritellään näkömukavuus ja näkötehokkuus seuraavasti:

- näkömukavuus, jolloin työntekijä kokee valaistuksen vaikuttavan positiivisesti hyvinvointiinsa; tämä johtaa epäsuorasti myös parempaan tuottavuuteen ja työn laatuun
- näkötehokkuus, jolloin työntekijät pystyvät suoriutumaan näkötehtävästään myös vaativissa olosuhteissa ja pitempien jaksojen aikana

Valolla korostetaan kohteita ja tekstuuria ja parannetaan ihmisten viihtyisyyttä sisätiloissa (SFS, 2011, s. 26). Standardissa (SFS, 2011, s. 48) on esitetty Valaistusvaatimustaulukossa hitsaamoille keskimääräiseksi ylläpidettäväksi valaistusvoimakkuudeksi 300 luksia.

3.6 Hitsaus

Nykyaikaisen hitsausteknologian kehittyminen ajoittuu 1900-luvun vaihteeseen (Ihalainen ym., 1998, s. 281). Yleensä hitsattavat materiaalit ovat metalleja, kuten esimerkiksi alumiini, erilaiset teräslaadut, mutta myös muoveja voidaan hitsata (Kemppi, 2021-a). Hitsauksella tarkoitetaan tapahtumaa, missä osia liitetään toisiinsa joko lämmöllä tai puristamalla tai molemmilla yhtä aikaa (Kemppi, 2021-a). Yleensä hitsauksessa lämmöllä sulatetaan yhteen liitettävien osien pintoja ja sopivaa lisäainetta (Esab, 2021). Lisäaine tulee valita niin, että sen sulamispiste on lähes sama kuin yhteen liitettävien osien eli perusaineen. Perinteisiä sulahitsausmenetelmiä ovat kaasuhitsaus, puikkohitsaus, erilaiset kaasukaarihitsausmenetelmät, täytelankahitsaus, plasmahitsaus ja jauhekaarihitsaus (Ihalainen ym., 1998, s. 287).

Kaasuhitsauksessa tarvittava lämpö synnytetään kaasuliekillä (Ihalainen ym., 1998, s. 287, 289). Käytettävä kaasuseos on polttokaasun ja hapen seosta. Polttokaasuna

käytetään asetyleeniä, vetyä, metaania ja bentseeniä. Kaasuhitsausta käytetään erikoiskohteissa, esimerkiksi paikoissa, joihin on hankala saada virtaa muita menetelmiä varten.

Kaarihitsausmenetelmissä hitsaantuminen tapahtuu elektrodin ja työkappaleen välissä palavan valokaaren avulla (Kemppe, 2021-b). Kaarihitsauksessa käytetään hitsauslisäainetta, joko lisäainelankaa tai hitsauspuikkoa. Puikkohitsaus kuuluu kaarihitsausmenetelmiin ja on vanhin, tunnetuin hitsausmenetelmä (Kemppe, 2021-a, Kemppe, 2021-b). Menetelmässä lisäainepuikko, joka on kiinnitetty puikonpitimeen, toimii hitsauselektrodina (Kemppe, 2021-c). Tämä lisäainepuikko lyhenee hitsauksessa ja voi aiheuttaa haasteita, koska elektrodin eli puikon ja hitsisulan välinen etäisyys tulee pitää vakiona. Hitsauspuikon päällä oleva materiaali synnyttää palaessaan suojakaasua ja hitsauskuonaa, minkä vuoksi erillistä suojakaasua ei tarvita. Puikkohitsausta käytetään edelleen asennustyömailla ja ulkokohteissa (Kemppe, 2021-a). Harrastajat ja pienkorjaamot suosivat myös puikkohitsausta, koska laitteet ovat nykyään pieniä, ne toimivat tavallisesta sähköpistokkeesta saatavalla valovirralla ja eivät tarvitse suojakaasua (Kemppe, 2021-c). Puikkohitsausta voidaan käyttää myös vedenalaisissa hitsauksissa, kun vain valitaan sopivat lisäaineet.

MIG/MAG ja TIG ovat kaasukaarihitsausmenetelmiä (Ihalainen ym., 1998, s. 292). Menetelmissä valokaaren ympärille johdetaan joko passiivinen tai aktiivinen suojakaasu. Tällä suojakaasulla muun muassa suojataan hitsisulaa, elektrodia ja lisäainetta ilman haitallisilta vaikutuksilta. Sillä voidaan vaikuttaa myös hitsin geometriseen muotoon, hitsausnopeuteen ja hitsauskustannuksiin. MIG/MAG-menetelmien ero on suojakaasun roolissa (Kemppe, 2021-d). MIG (Metal Inert Gas welding) -hitsauksessa suojakaasu on inerttiä, eli se ei ota osaa hitsausprosessiin. MAG (Metal Active Gas welding) -hitsauksessa suojakaasu sitä vastoin osallistuu aktiivisesti hitsausprosessiin. MIG-hitsauksessa suojakaasu on puhdasta argonia, heliumia tai näiden sekoitusta (Fronius, 2021). MAG-hitsauksessa suojakaasuna käytetään puhdasta hiilidioksidia tai kaasusekoituksia, jotka sisältävät eri pitoisuuksia argonia, hiilidioksidia ja happea. MIG/MAG-hitsausta käytetään lähes kaikissa hitsaavassa teollisuudessa, pienessä, keskiraskaassa ja raskaassa teollisuudessa, laivanrakennuksesta autoteollisuuteen, paineastiavalmistuksesta korjaus- ja kunnossapitoon (Kemppe, 2021-d). Menetelmä on suosittu myös harrastajien ja kotitarvehitsareiden keskuudessa.

TIG-hitsauksessa suojakaasu on yleensä inerttiä argonia (Kemppi, 2021-e). TIG-hitsaus poikkeaa MIG/MAG-hitsauksesta siinä, että TIG-hitsauksessa ei välttämättä tarvita lisäainetta ollenkaan, vaan valokaari palaa sulamattoman volframielektrodin ja työkappaleen välillä ja sulattaa kappaleiden railon yhteen. Lisäainetta käytettäessä joudutaan se syöttämään hitsisulaan käsin. TIG-hitsausta käytetään kohteissa, joissa hitsisauman ulkonäöllä on merkitystä. Tärkeimpiä alueita ovat putkien ja putkistojen hitsaus, sekä lentokone- ja avaruusteollisuus ja erittäin ohuiden materiaalien hitsaus.

Täytelankahitsaus muistuttaa MAG- ja puikkohitsausta (Ihalainen ym., 1998, s. 302–303). Kun hitsauspuikossa täyteaine on metallipuikon päällä, täytelangassa metalli on valssattu putkeksi, jonka sisällä on jauhetta. Lanka tulee jatkuvana hitsauspistoolin läpi, kuten MAG-hitsauksessa, joko suojakaasulla tai ilman. MAG-hitsaukseen verrattuna täytelankahitsauksessa muodostuu enemmän kuonaa hitsin päälle.

Plasmahitsaus muistuttaa TIG-hitsausta, sillä siinä valokaari palaa sulamattoman volframielektrodin ja työkappaleen välillä (Ihalainen ym., 1998, s. 304, 306; Kemppi, 2021-f). Plasmahitsauksessa plasmakaasu kuumennetaan jopa 15 000–25 000 °C ja sen sisään sytytetään apuvalokaarella varsinainen valokaari. Plasmahitsausta käytetään esimerkiksi ruostumattoman teräksen ja titaanin hitsaukseen. Plasmahitsauksessa energiatiheys on suuri, tämä mahdollistaa työkappaleen lävistävän valokaaren, joka varmistaa sauman läpihitsautumisen. Hitsausmenetelmässä lämmöntuonti on pieni, jolloin muodonmuutokset ovat vähäisiä ja menetelmä soveltuukin tämän vuoksi erittäin ohuiden materiaalien hitsaamiseen.

Jauhekaarihitsauksessa valokaari palaa hitsausjauheen alla (Ihalainen ym., 1998, s. 307–309; Kemppi, 2021-f). Lisäaine voidaan tuoda hitsiin erikseen syötettävällä hitsauslangalla, langansyöttölaitteella tai se voi olla metallijauheena hitsausjauheen mukana. Hitsausjauhe sulaa hitsin päälle kuonaksi suojaten hitsiä. Jauhekaarihitsausta kannattaa käyttää suurilla ainevahvuuksilla ja pitkillä saumoilla, minkä vuoksi se onkin suosittu menetelmä keskiras-kaassa ja raskaassa konepajateollisuudessa sekä telakoilla.

3.7 Hitsaus ja valo

Vaikka hitsaus mielletään pimeisiin tuotantotiloihin, valo on hitsauksessa valokaaren vuoksi vaarallisenkin voimakkaasti läsnä. Hitsauksen valokaari on niin voimakas, että jos sitä katsoo ilman silmien suojausta, näkökyky voi vahingoittua pysyvästi (Kemppe, 2021-g). Lyhytaikainenkin altistuminen voi aiheuttaa voimakasta ärsytystä. Valokaaresta lähtevä valosäteily ei ole pelkästään näkyvää valoa, vaan spektri ulottuu ultraviolett- ja infrapunasäteilyyn asti, ne voivat myös vahingoittaa silmiä ja ihoa.

3.8 LED-tekniikka

LED eli valodiodi on puolijohdekomponentti, joka tuottaa yksiväristä valoa (Glamox, 2013; Hidealite, i.a.). Väri voi olla punainen, oranssi, keltainen tai sininen, väri määräytyy hallitsevan aallonpituuden mukaan. Näitä sopivasti sekoittamalla saadaan kaikki tarvittavat värit. Yleensä käytettävä valkoinen väri saadaan sekoittamalla punaisen, vihreän ja sinisen diodin valoa tai päällystämällä sinisen diodin kotelo keltaisella fosforilla.

Vaikka ledin tuottamassa valossa ei ole lämpö- tai ultraviolettisäteilyä, ledin sisällä lämpö nousee hyvinkin korkeaksi (Glamox, 2013; Hidealite, i.a.). Tämä lämpö vaikuttaa ledin elinikään ja valotehoon. Esimerkiksi sama ledi kestää kylmissä oloissa pidempään kuin lämpimässä, koska kylmä jäähdyttää lediä tehokkaammin kuin normaali huoneenlämpö. Ledin käyttöikä on kuitenkin huomattavasti pidempi kuin perinteisten valaisimien, minkä vuoksi niitä voidaan käyttää korkeissa tai muuten hankalapääsyisissä tiloissa valaisemiseen.

Valon määrä eli valovirta ilmoitetaan ledeissä lumeneissa (lm) (Motiva, i.a.). Hehkulampuissa tehokkuus ilmoitettiin aikanaan watteina mutta ledien kohdalla se ilmoittaa enää sähkönkulutuksesta. Ledin suorituskky ilmoitetaan lumen/watti (Glamox, 2013).

Ledejä valitessa tulee miettiä, mihin valoa tilassa tarvitaan (Salmela, 2020). Jos halutaan hyvää luonnollista värintoistoa ledeistä, kannattaa tutkia niiden CRI-arvo, koska siinä otetaan huomioon myös punaiset ja muut lämpimät värisävyt. Näiden toistossa ledeillä on ollut huonompia tuloksia. Ra-arvo on huono vertailukohde, sillä vaikka ledillä olisi hyvä Ra-arvo, sillä voi olla huono CRI-arvo. Leden värejä ja värilämpötiloja voidaan säätää joko ohjelmien tai ohjainten avulla tilan käyttötärpeen mukaan (Glamox, 2013). Esimerkiksi

keskittymistä ja virkeyttä vaativissa tehtävissä, esimerkiksi toimistoissa, kouluissa tai sairaalassa, voidaan tilaan säätää kylmiä sävyjä tukemaan tilannetta. Kun taas halutaan tukea rentouttavaa, turvallista olotilaa, tilaan valitaan lämpimiä sävyjä. Esimerkiksi Suomen uudessa lastensairaalassa valaistus on suunniteltu muuttuvaksi ja muutettavaksi (Puolakka, 2019). Hoitotilanteessa huone voidaan valaista kirkkaammin ja pitää muulloin pehmeänä ja lämpimän sävyisenä rauhoittamaan ja viemään potilaan huomiota ikävistä tutkimuksista pois. Potilaat pystyvät myös itse muuttamaan omassa huoneessaan olevaa erikoisvalaisinta.

4 TYÖ

4.1 Valaistusinvestointi KPA Unicon Oy, Lapuan tehdas

Lapuan tehtaan valaistusinvestointi koettiin tärkeäksi toteuttaa, koska työntekijät valittivat säännöllisesti heikosta valaistuksesta. Esimiehillä oli myös positiivisia kokemuksia muista yrityksistä, joissa oli suoritettu valaistuksen parannusprojektit. Heillä oli siis jo käytännön kokemusta siitä, kuinka isoja positiivisia vaikutuksia paremmalla valaistuksella on työilma-
piiriin, -turvallisuuteen ja -tehokkuuteen, puhumattakaan energiansäästöstä saatuihin taloudellisiin hyötyihin.

4.2 Tehtaan valaistus

Lapuan tehtaalla oli ollut käytössä 400 W natriumkaasupurkaus- ja loisteputkivaloja. Kaasupurkauslamppujen huono puoli on, että ne vaativat puolesta minuutista minuuttiin, ennen kuin ne tuottavat huippuvalotehonsa ja sittenkin niiden tuottama valo on hyvin keltaista. Sellaisessa valossa silmiltä vaaditaan ponnisteluja nähdä tarkasti, mikä väsyttää työntekijöitä nopeasti myös henkisesti.

Pelkästään työntekijöiden osoittama tyytymättömyys valaistukseen olisi ollut riittävä syy lähteä parantamaan valaistusta. Mittaamalla valaistusarvot saatiin kuitenkin numeerisia faktoja osoittamaan valaistusinvestoinnin tarpeellisuus. Lapuan tehtaan valaistusolot käytiin mittaamassa Terveystalon toimesta Tecpel 530 -mittarilla 14.11.2019. Mittarin mitta-alue on 20–200 000 luksia ja erotuskyky 0,01 luksia. Kuvassa 5. on merkittynä tehtaan pohjapiirrokseen saatuja mittauservoja.

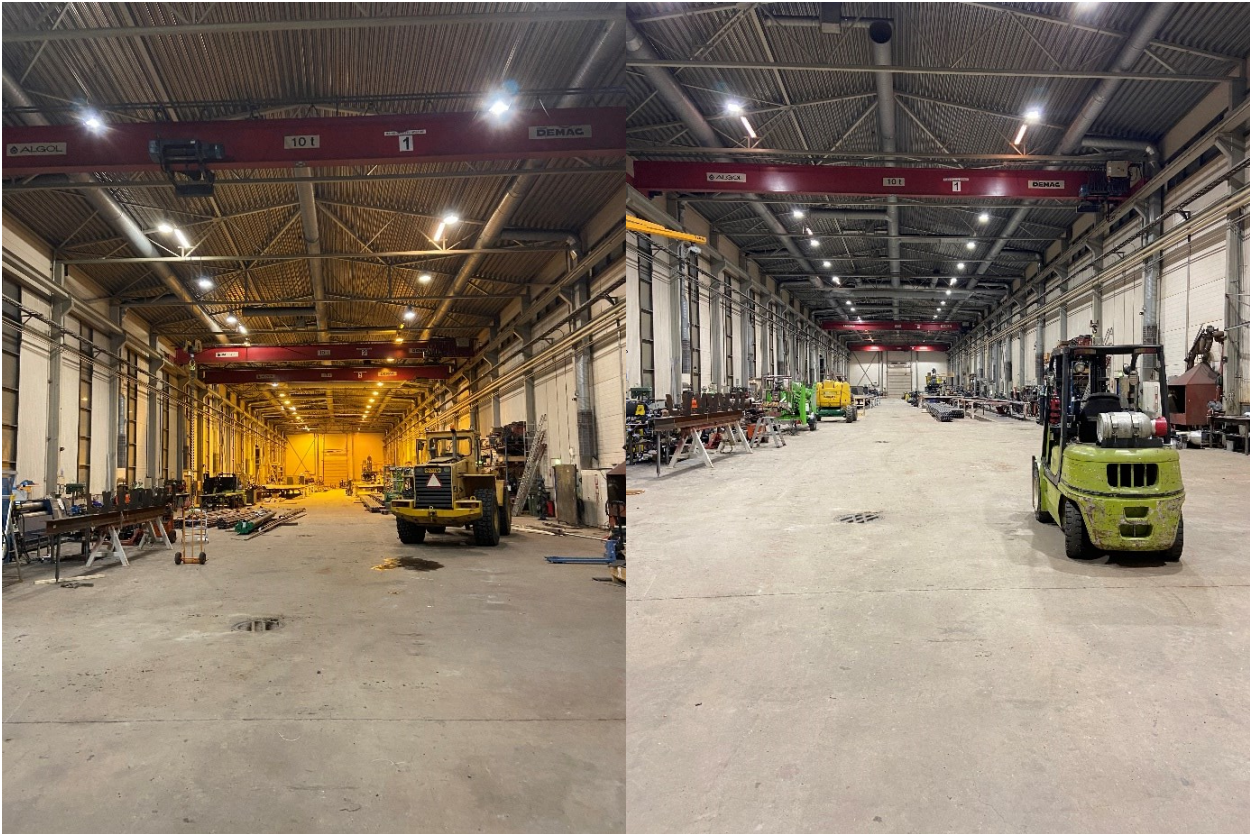
$$40 \times 0,1 \times 8 = 32 \text{ kWh}$$

Valaisimien vaihto LED-lamppuihin toisi säästöä:

$$\frac{128-32}{128} \times 100 = 75 \%$$

Tehtaaseen päätettiin vaihtaa 100 W:n ledilamput, koska nykyinen valaistus ei täyttänyt standardin vaatimuksia ja valaisimien vaihtamisesta tulisi pitkällä tähtäimellä myös taloudellista hyötyä pienemmän energian kulutuksen kautta. Näiden lisäksi saataisiin kohennettua työntekijöiden viihtyisyyttä, työturvallisuutta, -tehokkuutta ja laatua. Näiden seikkojen taloudellista vaikutusta on vaikea mitata.

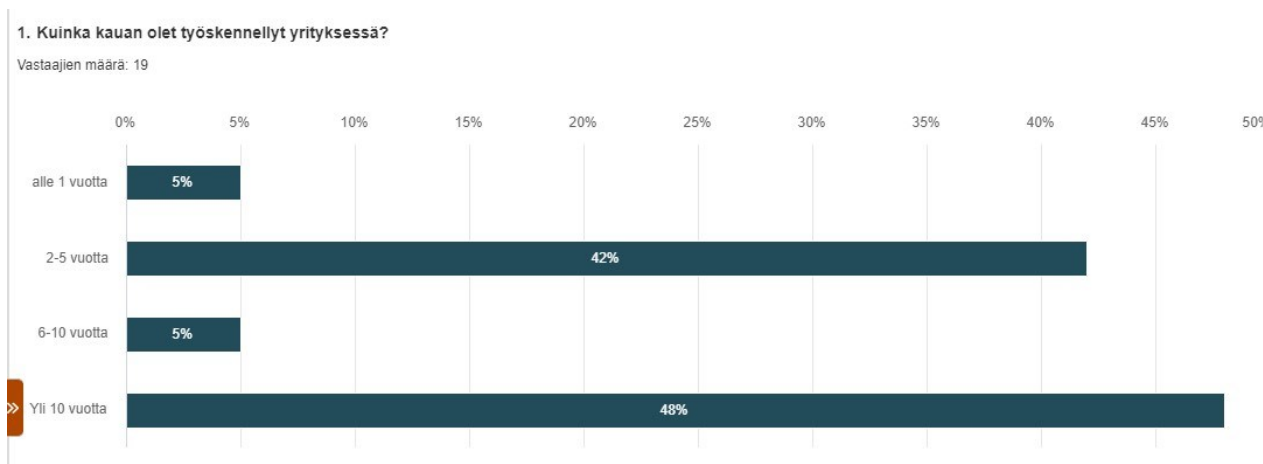
Kuvassa 6. näkyy vasemmalla puolella tuotantohalli alkuperäisellä valaistuksella. Hallin takosassa näkyy alue, missä on selkeästi keltainen valaistus. Se johtuu alueen erilaisista valaisimista etuosaan verrattuna. Hallissa on valoa, mutta se vaatii silmiltä keskittymistä ja valaistus on hiukan utuisen oloinen. Kuvan oikealla puolella näkyy sama tuotantohalli valojen vaihtamisen jälkeen. Yleisilme on selkeästi kirkkaampi ja hallista mitattiinkin valojen vaihtamisen jälkeen keskimääräisesti 1000 luksia joka paikasta. Värien toistaminenkin on huomattavasti parempi kuin alkuperäisessä valaistuksessa, esimerkiksi keltainen ja vihreä nosturi erottuvat selvästi ja trukkin on limenvihreä. Lattia valaistuu paremmin, jolloin siinä olevat esteetkin näkyvät paremmin.



Kuva 6. Hallin alkuperäinen valaistus vs. uusi valaistus. (Kruuti, 2019-b, 2020)

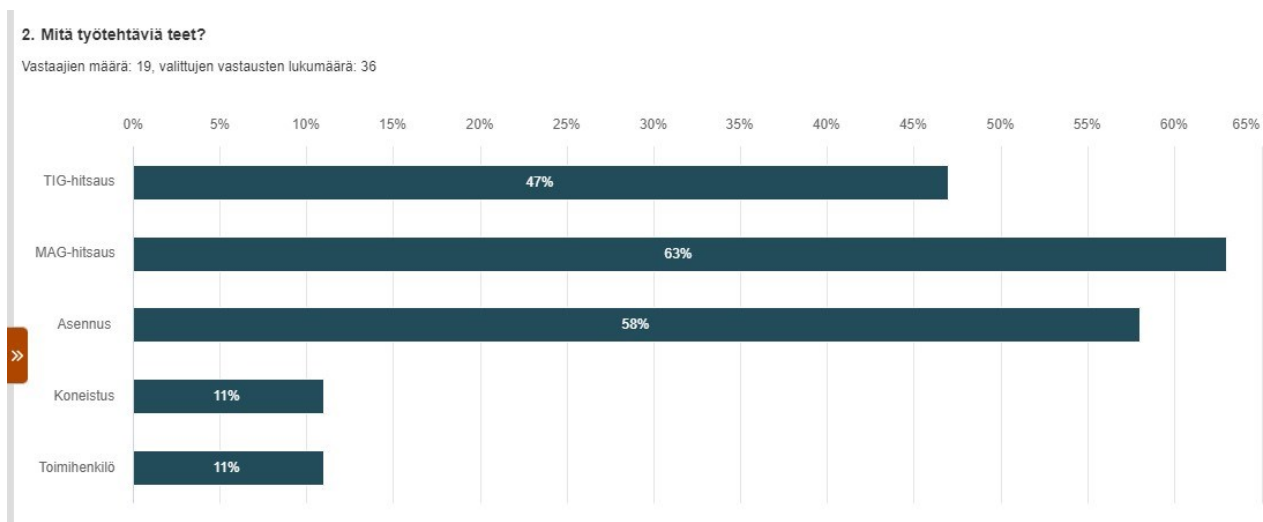
4.3 Kyselytutkimus

Työntekijöitä pyydettiin vastaamaan Webropol-työkalulla tehtyyn kyselytutkimukseen, missä kysyttiin työtehtäviä, kohdetyövalojen käyttömahdollisuutta ja uusien valaisimien vaikutusta työtehtäviin, -turvallisuuteen, -terveyteen ja -viihtyvyyteen. Kysymyksiin oli rakennettu sääntöjä, jotka ohjasivat vastaajia sitä mukaa seuraaviin kysymyksiin, riippuen mitä he olivat edellisiin kysymyksiin vastanneet. Eli kaikki eivät vastanneet kaikkiin kysymyksiin. Vastaajille annettiin myös mahdollisuus kommentoida tehtyä muutosta ja kertoa, onko vielä jotain mihin he haluaisivat kiinnittää työnantajan huomiota. Vastauksia saatiin kaiken kaikkiaan 19 kappaletta. Kyselyyn vastasivat myös toimihenkilöt.



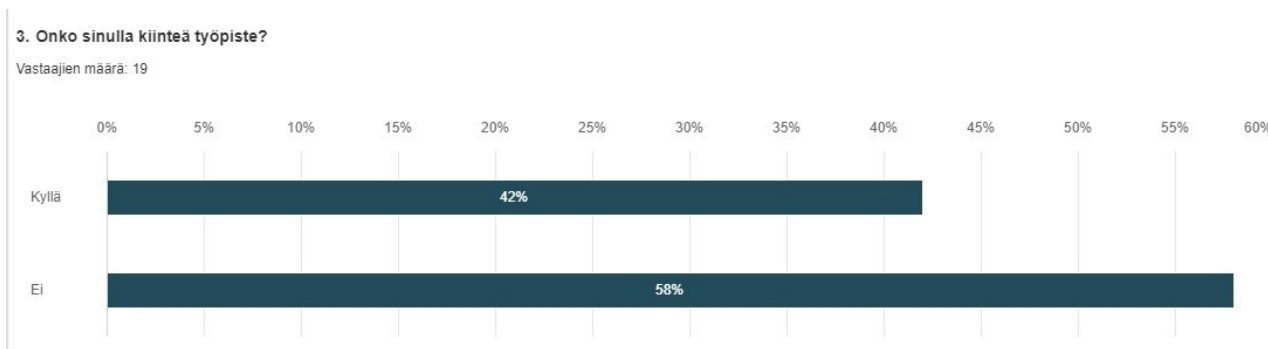
Kuva 7. Kysymys 1. Kuinka kauan olet työskennellyt yrityksessä

Ensimmäisessä kysymyksessä kysyttiin, kuinka kauan henkilö on ollut töissä yrityksessä. Lähes puolet vastaajista, 48 %, oli työskennellyt yrityksessä yli 10 vuotta, ja 42 % vastaajista oli ollut yrityksessä 2–5 vuotta.



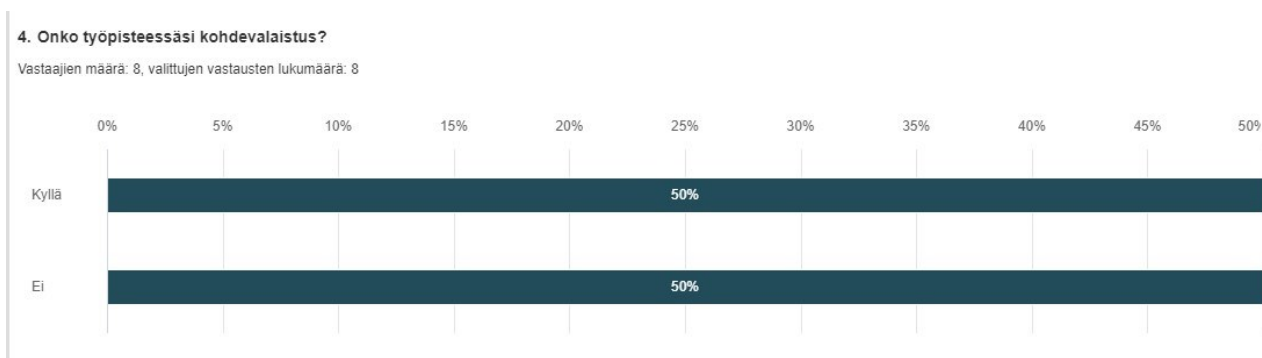
Kuva 8. Kysymys 2. Mitä työtehtäviä teet?

Kysymyksessä kaksi kysyttiin, mitä työtehtäviä henkilöt tekevät. Kysymykseen pystyi valitsemaan useita vaihtoehtoja. Suurin osa työntekijöistä tekee TIG- ja MAG-hitsausta ja yli puolet 58 % tekee asennuksia. Koneistusta tekevät vain muutamat ja toimihenkilöitä on 11 % vastaajista.



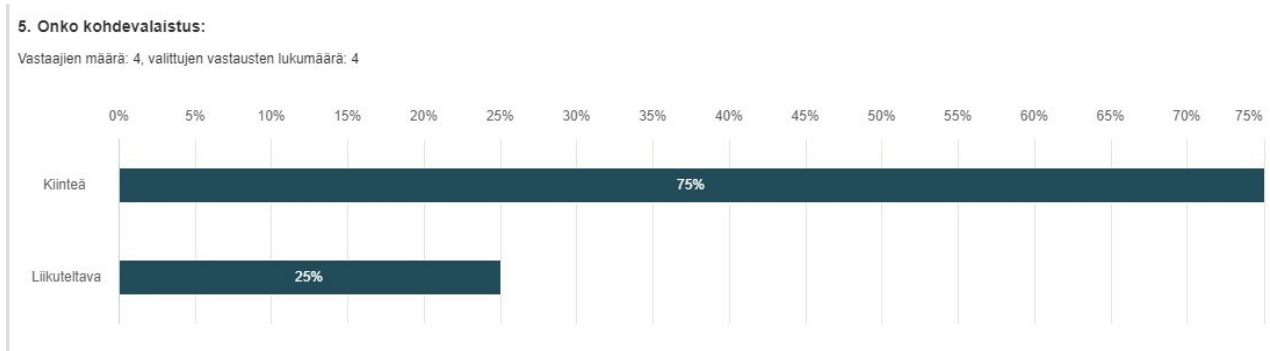
Kuva 9. Kysymys 3. Onko sinulla kiinteä työpiste?

Kysymyksessä 3 tiedusteltiin, onko työntekijällä kiinteää työpistettä. Tällä tarkoitettiin, että onko työntekijällä tietty työpiste, missä tekee töitään. 58 % vastaajista ilmoitti, että heillä ei ole kiinteää työpistettä, vaan työtehtävien sijainti vaihtelee niin paljon, ettei kiinteää työpistettä ole mahdollista olla.



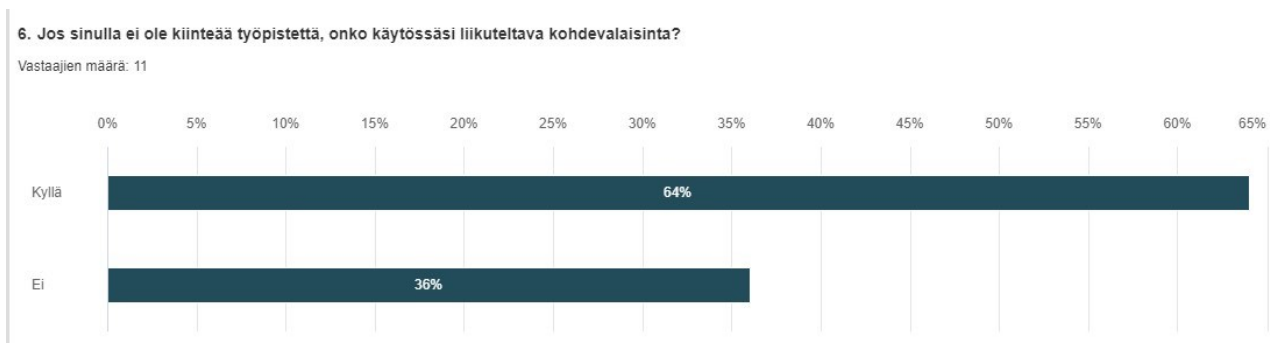
Kuva 10. Kysymys 4. Onko työpisteessäsi kohdevalaistusta?

Kysymys 4 oli suunnattu niille, jotka vastasivat, että heillä oli kiinteä työpiste. Kysymyksessä kysyttiin kohdevalaistuksen olemassaoloa. Kahdeksan henkilöä vastasi, että heillä on kiinteä työpiste. Puolella heistä on kohdevalaistus ja puolet ilmoitti, ettei heillä ole kohdevalaistusta. Esimerkiksi toimihenkilöistä työnjohtajilla ei ole kohdevalaistusta, vaikka heillä on kiinteä työpiste. Kohdevalaistus ei ole heidän kohdallaan tarpeellinen, sillä toimistojen yleisvalaistus on riittävä. Työntekijöistä esimerkiksi särmäyskoneella ja levyleikkurilla toimivilla on koneisiin kiinnitetyt kohdevalot.



Kuva 11. Kysymys 5. Onko kohdevalaistus: kiinteä, liikuteltava?

Kysymys 5 ohjattiin sellaiset vastaajat, jotka olivat ilmoittaneet, että heillä on kohdevalaistus käytössä. Kysymyksessä 5 kysyttiin, onko kohdevalaistus kiinteä vai liikuteltava. Neljästä vastaajasta kolmella oli kiinteä kohdevalo ja yksi käytti liikuteltavaa kohdevaloa.

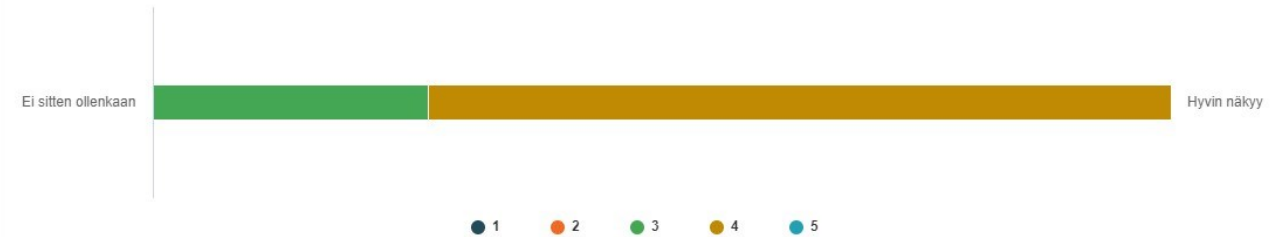


Kuva 12. Kysymys 6. Jos sinulla ei ole kiinteää työpistettä, onko käytössäsi liikuteltava kohdevalaisin?

Kysymys 6 ohjattiin sellaiset vastaajat, joilla ei ole kiinteää työpistettä ja kysyttiin liikuteltavan kohdevalon käytöstä. 64 % vastasi, että heillä on käytössään kohdevalaisin. Tässä kysymyksessä voidaan miettiä, onko 36 %:lla, jotka ilmoittavat, että heillä ei ole käytössä kohdevalaisinta, eivätkö he käytä tai eivätkö he vain tarvitse niitä?

7. Jos käytössäsi on kohdevalaisin (kiinteä tai liikuteltava), onko valaisuteho riittävä?

Vastaajien määrä: 11



	1	2	3	4	5		Yhteensä	Keskiarvo	Mediaani
Ei sitten ollenkaan	0	0	3	8	0	Hyvin näkyy	11	3,7	4,0
	0,0%	0,0%	27,3%	72,7%	0,0%				
Yhteensä	0	0	3	8	0		11	3,7	4,0

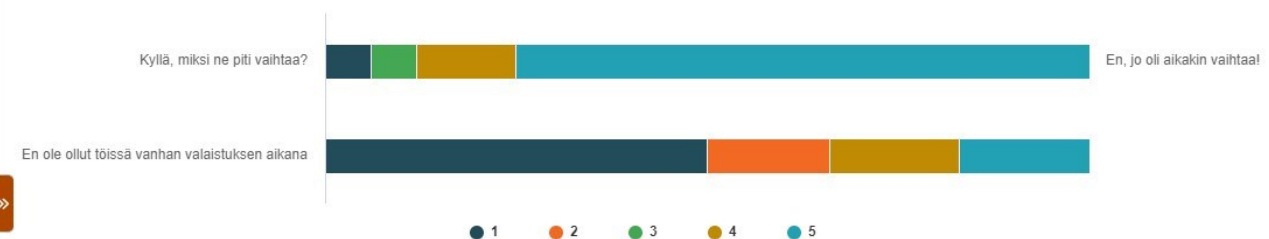
Kuva 13. Kysymys 7. Jos käytössäsi on kohdevalaisin (kiinteä tai liikuteltava), onko valaisuteho riittävä?

Kysymyksessä 7 kysyttiin Likert-asteikolla, onko käytössä olevan kohdevalaisimin valaisuteho riittävä. 1 tarkoitti, että teho ei riitä ollenkaan ja 5 tarkoitti, että teho on riittävä. Vastauksia tähän kysymykseen saatiin 11 kappaletta, joista 27,3 % antoi arvosanaksi 3 ja 72,7 % arvioi tehon 4 arvoiseksi. Yksikään ei antanut arvosanaksi 5. Tästä herää kysymys, onko työntekijät opetettu jatkuvaan parantamiseen niin hyvin, että tilanne ei voi koskaan olla täydellinen?

8. Olitko tyytyväinen vanhaan valaistukseen?

Jos olet ollut töissä vain uuden valaistuksen aikana, vastaa vain rivillä "En ole ollut töissä vanhan valaistuksen aikana" = 1

Vastaajien määrä: 19

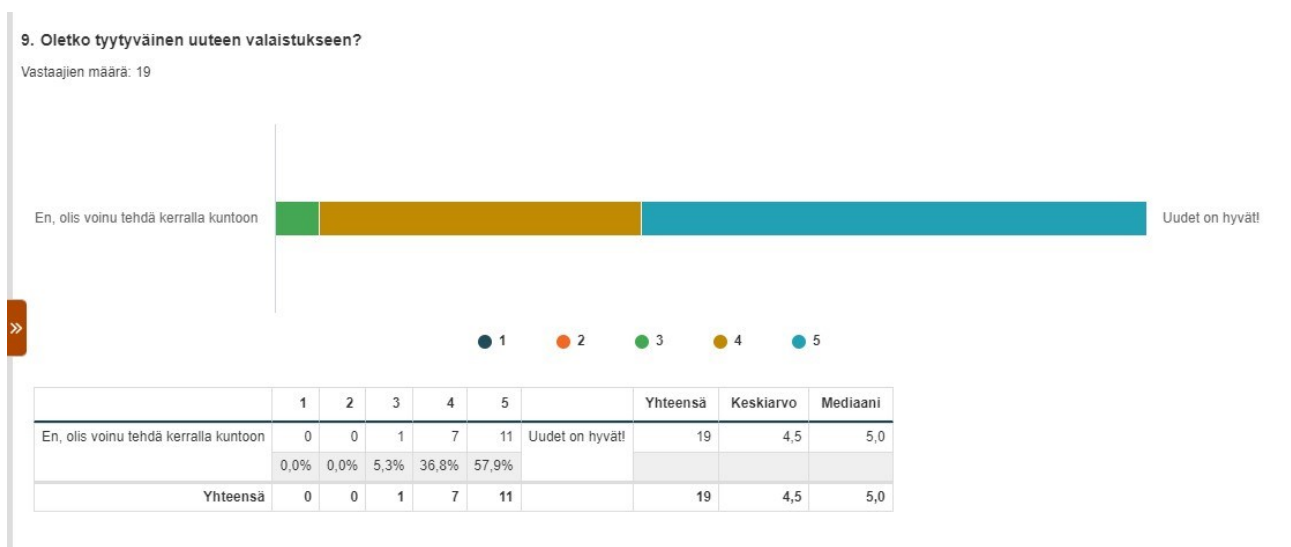


	1	2	3	4	5		Yhteensä	Keskiarvo	Mediaani
Kyllä, miksi ne piti vaihtaa?	1	0	1	2	12	En, jo oli aikakin vaihtaa!	16	4,5	5,0
	6,2%	0,0%	6,3%	12,5%	75,0%				
En ole ollut töissä vanhan valaistuksen aikana	3	1	0	1	1		6	2,3	1,5
	50,0%	16,6%	0,0%	16,7%	16,7%				
Yhteensä	4	1	1	3	13		22	3,9	5,0

Kuva 14. Kysymys 8. Olitko tyytyväinen vanhaan valaistukseen?

Kysymyksessä 8 kysyttiin vastaajien tyytyväisyyttä vanhaan valaistukseen. Tähän kysymykseen ohjattiin kaikki vastaajat vastaamaan. Vastaamiseen käytettiin Likert-asteikkoa, missä 1 tarkoitti, että vastaaja oli ollut tyytyväinen vanhaan valaistukseen ja 5 tarkoitti, että oli ollut erittäin tyytymätön vanhaan valaistukseen. Vastaajista 75 % oli sitä mieltä, että vanhat valot olivat huonot. 12,5 % antoi arvioksi 4 ja 6,3 % antoi arvioksi 3. Vastaajista 6,3 % vastasi 1 eli oli ollut tyytyväinen vanhaan valaistukseen.

Vastaajille annettiin vaihtoehdoksi myös ilmoittaa, jos he eivät ole olleet töissä vanhan valaistuksen aikana. Tästä annettiin ohjeeksi, että tällöin tulisi vastata numerolla 1. Lopputulos kuitenkin näyttää, että joko ohjeistusta ei ole luettu kunnolla tai ei ole ymmärretty, mitä siinä on haluttu, koska vastauksia on annettu kuusi kappaletta ja ne vaihtelevat 1 ja 5 välillä. Keskustelussa esimiehen kanssa esille nousi vastaajien käytös sinä päivänä. Työntekijät olivat olleet vieraskauniita, luultavasti koska kyselyn teettäjä oli ollut paikalla. Tämä saattoi aiheuttaa vastaajille jännitystä ja halua suoriutua kyselystä mahdollisimman nopeasti, jolloin kysymysten ymmärtäminen saattoi jäädä hiukan vajaaksi. Tätä vasten tulee arvioida vastaajaa, joka ilmoitti tyytyväisyytensä vanhaan valaistukseen. Onko hän oikeasti sitä mieltä, että vanha valaistus oli hyvä vai eikö hän ollut lukenut tehtävänantoa tarpeeksi tarkasti? Esimiehen mukaan kaikki ovat kuitenkin keskusteluissa olleet tyytymättömiä vanhaan valaistukseen.



Kuva 15. Kysymys 9. Oletko tyytyväinen uuteen valaistukseen?

Kysymyksessä 9 kysyttiin tyytyväisyyttä uuteen valaistukseen ja arvioinnissa käytettiin Likert-asteikkoa. 1 tarkoitti, ettei ole tyytyväinen uuteen valaistukseen ja 5 tarkoitti, että on

tyytyväinen. Vastauksia annettiin 19 kappaletta. 5,3 % antoi kolmosen eli uudet valot eivät olleet huonot mutta eivät hyvätkään. 36,8 % arvioi uudet valot nelosen arvoiseksi, eli he ovat ihan tyytyväisiä mutta parantaakin vielä pystyy. 57,9 % oli erittäin tyytyväinen valaistukseen.



Kuva 16. Kysymys 10. Kysymyksiä Likert-asteikolla

10. kysymyksessä kysyttiin useita kysymyksiä käyttäen arviointiin Likert-asteikkoa. Tähän toivottiin vastauksia henkilöiltä, jotka olivat olleet töissä myös vanhan valaistuksen aikana, joten he pystyisivät vertaamaan vaikutuksia. 16 henkilöä vastasi kysymyksiin, loput ohjautuivat vastaamaan kysymykseen 11. Jokaiseen väittämän sarakkeeseen 1 tuli vastauksia 1–2, eli tilanne olisi huonontunut valojen vaihtamisen jälkeen. Tähän ehkä kannattaa suhtautua samalla linjauksella kuin kysymyksessä kahdeksan, eli vastaajat eivät ole ymmärtäneet kysymystä.

Ensimmäinen arviointi koski Vireystaso huonompi – Vireystaso parempi. 43,8 % ei ollut huomannut muutosta kumpaankaan suuntaan. 37,5 % ilmoitti vireystason nousseen jonkin verran ja 12,5 % oli sitä mieltä, että vireystaso oli noussut valojen vaihtamisen jälkeen.

Toisessa kohdassa piti arvioida, kokiko työntekijä päänsärkyä useammin vai harvemmin. 12,5 % ilmoitti kokevansa päänsärkyä useammin, 43,8 % ei ollut huomannut mitään eroa aikaisempaan, 6,2 % koki hiukan harvemmin päänsärkyä ja 37,5 % koki selkeästi harvemmin päänsärkyä kuin vanhan valaistuksen aikana.

Kolmannessa kohdassa kysyttiin työturvallisuudesta. 1 tarkoitti, että työturvallisuus oli huonontunut ja 5 tarkoitti, että työturvallisuus on parantunut. 50 % vastaajista oli sitä mieltä, että työturvallisuus oli parantunut selkeästi valojen vaihtamisen jälkeen ja 37,5 % oli huomannut turvallisuuden parantuneen jonkin verran. 6,3 % vastaajista ei ollut huomannut mitään eroa ja 6,2 % mielestä tilanne oli huonontunut. Tämä vastaus viittaa siihen, että kysymystä ei ole ymmärretty oikein.

Neljännessä kohdassa kysyttiin työssä viihtymisestä. 18,7 % vastaajista oli sitä mieltä, että valaistuksella ei ole mitään merkitystä työssä viihtymiseen ja osa kommentoi sanallisesti vastatessaan kysymykseen, että voiko töissä muka viihtyä? 37,5 % vastaajista oli kuitenkin sitä mieltä, että viihtyvyys on parantunut ja 37,5 % vastaajista antoi arvoksi 5, eli työssä viihtyminen on parantunut selkeästi.

Viidennessä kohdassa tuli arvioida suoriutumista työtehtävissä. 18,7 % vastaajista ei ollut huomannut mitään eroa vanhaan valaistuksen aikaan verrattuna. 31,2 % vastaajista koki suoriutuvansa työtehtävistään hiukan paremmin ja 43,8 % oli huomannut suoriutuvansa työtehtävistä selkeästi paremmin nyt kuin vanhan valaistuksen aikana.

Viimeisessä kohdassa kysyttiin laatua. 18,7 % ei ollut huomannut laadussa muutosta kumpaankaan suuntaan. 37,5 % vastaajan mielestä laatu oli parantunut jonkin verran ja 37,5 % mielestä laatu oli parantunut selkeästi.

	Vastaukset
▼	Olen tyytyväinen nykyiseen
▼	x
▼	ehkä voisi olla valaisimia seinillä alle 2m korkeudessa
▼	hiukan lisää valoja
▼	Liikuteltavia valoja voisi olla enemmän käytössä.
▼	ei

Kuva 17. Kysymys 11. Onko valaistuksessa vielä jotain, mitä haluaisit muuttaa? Mitä se olisi?

Kysymys 11 oli avoin kysymys, missä vastaaja sai kertoa vapaasti, onko valaistuksessa vielä jotain, mitä haluaisi muuttaa. Jos halusi muuttaa, pyydettiin myös määrittelemään tarkemmin, miten tilannetta voisi korjata paremmaksi. Vastauksissa toivottiin vielä lisää valoja, muun muassa liikuteltavia valoja ja lisävaloja seinille.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Valaistussuunnittelijat tietävät, että valaistuksella voidaan vaikuttaa tilan tunnelmaan, sillä voidaan korostaa ja häivyttää kohteita. Valaistuksella pystytään lisäämään myös turvallisuutta. Valaistus on hyväksytty niin tärkeäksi osa-alueeksi työntekoa, että siihen on kirjoitettu standardeja, ohjeistuksia ja velvoitteita. Tämän lisäksi tarvitaan valveutuneita ihmisiä, jotka ymmärtävät kiinnittää tällaisiin asioihin huomiota.

Yritysten työntekijät kokevat ensimmäisenä valaistuksen vaikutukset, valaistuksesta saat-
taa riippua esimerkiksi pystyvätkö he suoriutumaan työtehtävistään tai voivatko he liikkua
turvallisesti työmaa-alueella. Työntekijöitä tulee kuunnella, koska eri työtehtävät vaativat
erilaista valaistusta ja jokainen kokee valaistuksen henkilökohtaisella tavalla. Tähän vai-
kuttavat myös työntekijän näkökyky. Ei riitä, että 30-vuotiaan työntekijän mielestä valaistus
on riittävä, jos samaa työpistettä käyttää 55-vuotias, jolla on jo ikänäöstä johtuvia ongel-
mia. Myös sillä, että työntekijät kokevat tulevansa kuulluksi ja, että heidän sanomisillaan
on vaikutusta, vaikuttavat työntekijöiden työviihtyvyyteen ja saattaa saada heidät sitoutu-
maan paremmin työnantajaan. Tätä ei kannata väheksyä, koska työnantajat tulevat taiste-
lemaan tulevaisuudessa entistä enemmän pätevistä työntekijöistä ja tällaiset asiat voivat
vaikuttaa työnantajan houkuttelevuuteen. Tässä työssä tehdyn tutkimuksen mukaan va-
laistus on vaikuttanut positiivisesti niin työssä viihtymiseen, työturvallisuuteen kuin siihen,
että työntekijä kokee pystyvänsä tekemään työnsä paremmin eli laadukkaammin kuin ai-
kaisemmin.

Leditekniiikan kehittymisen vuoksi valaistus on yrityksille myös talouden näkökulmasta jär-
kevä investointikohde. Investointi maksaa, mutta leditekniiikan ansiosta sillä saadaan pit-
källä aikavälillä myös säästöjä. Tämän tutkimuksen kohteessa valaistukseen käytetyn säh-
kön kulutusta saatiin pienennettyä noin 75 % ja silti valaistustehoa saatiin parannettua
huomattavasti. Koska kohdeyrityksen liikeidea on valmistaa energiantuotantojärjestelmiä
puhtaan energian tuotantoon, yrityksen kannattaa kiinnittää huomiota myös niihin ratkai-
suihin, millä se vähentää jo omaa energiankulutustaan. Energiatehokas valaistus, mihin
käytetään vihreää energiaa, toimii jo itsessään brändin tukena.

LÄHTEET

- Airam. (24.11.2020, päivitetty 1.12.2020). *Valon väri ja värintoistokyky*. <https://www.airam.fi/valon-vari-ja-varintoistokyky>
- Airola, K. (4.3.2020) *Ultraviolettisäteily (UV) ja sen vaikutus ihoon*. <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00682>
- Englund, A., & Partonen, T. (2009). Valon vaikutus terveyteen. *Duodecim*, 125(6), 609–616. <https://www.duodecimlehti.fi/duo97925>
- Esab. (2021). *Hitsausmenetelmät*. <https://www.esab.fi/fi/fi/education/blog/hitsausmenetelmät.cfm>
- Flexfireleds. (2022). Example of our Natural White High CRI LED Strip Light Test Data. [Kuva]. <https://www.flexfireleds.com/color-rendering-index-cri-and-led-lighting-what-is-cri/>
- Fronius. (2021). *What is MIG/MAG Welding?* <https://www.fronius.com/en/welding-technology/world-of-welding/mig-mag-welding>
- Glamox Luxo Lighting. (2013). *LED Tulevaisuuden valonlähde – Kymmenen asiaa, jotka sinun tulee tietää ledeistä*. https://glamox.com/upload/2013/09/26/fi_singlepages-2.pdf
- Hidealite. (i.a.). *LED-koulu*. <https://www.hidealite.com/fi-fi/tuki/led-koulu>
- Ihalainen, E., Aaltonen, K., Aromäki, M., Sihvonen, P. (1998). *Valmistustekniikka*. (7. painos). Otatieto.
- Kemppi. (2021-a). *Mitä hitsaus on? Hitsausteknologia perusteita*. <https://www.kemppi.com/fi-FI/tuki/hitsausaapinen/mita-hitsaus-on/>
- Kemppi. (2021-b). *Hitsausaapinen – Opi hitsauksen perusteet ja enemmän*. <https://www.kemppi.com/fi-FI/tuki/hitsausaapinen/>
- Kemppi. (2021-c). *Puikkohitsaus – Käyttökohteet, laitteistot ja suoritustekniikka*. <https://www.kemppi.com/fi-FI/tuki/hitsausaapinen/puikkohitsaus/>
- Kemppi. (2021-d). *MIG/MAG-hitsaus – Käyttökohteet, laitteistot ja suoritustekniikka*. <https://www.kemppi.com/fi-FI/tuki/hitsausaapinen/mig-maghitsaus/>
- Kemppi. (2021-e). *TIG-hitsaus - Käyttökohteet, laitteistot ja suoritustekniikka*. <https://www.kemppi.com/fi-FI/tuki/hitsausaapinen/tighitsaus/>

- Kemppi. (2021-f). *Muita hitsausmenetelmiä – Kaarijuotto, laserhitsaus, jauhekaarihitsaus, plasmahitsaus, pistehitsaus, kitkahitsaus ja räjähdyshitsaus*.
<https://www.kemppi.com/fi-FI/tuki/hitsausaapinen/muita-hitsausmenetelmia/>
- Kemppi. (2021-g). *Hitsausturvallisuus – Terveys, turvallisuus, tuottavuus*.
<https://www.kemppi.com/fi-FI/tuki/hitsausaapinen/hitsausturvallisuus/>
- KPA Unicon Oy. (2021-a). *Bio & Waste – Utilising renewable and sustainable local fuels*.
<https://www.kpaunicon.com/create/biowaste/>
- KPA Unicon Oy. (2021-b). *Heat Recovery Solutions – Turn wasted energy into "free" energy*. <https://www.kpaunicon.com/create/heat-recovery-solutions/>
- KPA Unicon Oy. (2021-c). *Unicon Heat Recovery Solutions/HRSG – It's your energy. Use it wisely*. <https://www.kpaunicon.com/create/heat-recovery-solutions/heat-recovery/>
- KPA Unicon Oy. (2021-d). *Liquid & Gaseous – Unicon WF/SF fire tube and Unicon WT/ST water tube boiler plants*. <https://www.kpaunicon.com/create/liquidgaseous/>
- KPA Unicon Oy. (2021-e). *Unicon WF/SF and Unicon WT/ST – Solutions for various liquid and gaseous type of fuels*. <https://www.kpaunicon.com/create/liquidgaseous/uniconboilerplants/>
- KPA Unicon Oy. (2021-f). *Yhteystiedot*. <https://www.kpaunicon.com/fi/meista/yhteystiedot/>
- KPA Unicon Oy. (2021-g). *KPA Unicon -konsernin omistaja vaihtuu*. <https://www.kpaunicon.com/fi/blog/2021/04/28/kpa-unicon-konsernin-omistaja-vaihtuu/>
- Kreitzman, L. & Foster, R. 2011. *The Rhythms Of Life: The Biological Clocks That Control the Daily Lives of Every Living Thing*. Profile Books.
- Kruuti, H. (2019-a). *Mitattuja lumen arvoja* [kuva].
- Kruuti, H. (2019-b). *Hallin vanha valaistus* [valokuva].
- Kruuti, H. (2020). *Hallin uusi valaistus* [valokuva].
- Lehtelä, J. & Launis, M. (2011-a). Näkeminen ja kuuleminen. Teoksessa M. Launis, & J. Lehtelä (toim.), *Ergonomia* (1. p., s. 87–102). Työterveyslaitos.
- Lehtelä, J. & Launis, M. (2011-b). Valaistus, ääniympäristö ja lämpöolot. Teoksessa M. Launis, & J. Lehtelä (toim.), *Ergonomia* (1. p., s. 266–288). Työterveyslaitos.

- Motiva. (i.a.). *Valon määrä – lumen-arvo*. <https://lampputieto.fi/lampun-valinta/lamppujen-ominaisuuksia/lumen-valon-maara/>
- Nasa. (2021-a). *Tour of the Electromagnetic Spectrum – Anatomy of an Electromagnetic Wave*. https://science.nasa.gov/ems/02_anatomy
- Nasa. (2021-b). *Tour of the Electromagnetic Spectrum – Visible Light*. https://science.nasa.gov/ems/09_visiblelight
- Nettivalo. (i.a.). *Kelvin eli värilämpötila*. <https://www.nettivalo.fi/LED-Osto-opas2/Kelvin>
- Peda. (i.a.) Sähkömagneettisen säteilyn lajit ja väkyvän valon aallonpituus. [kuva]. Peda.net. <https://peda.net/ylöjärvi/peruskoulut/yy/7-9-luokat/fysiikka/sisällöt/valo-ja-väri>
- Puolakka, M. (2019). Uusi lastensairaala – Erikoisvalaistus osana paranemista leikin ja mielikuvien keinoin. *VALO*, (2/2019), 26–31. https://www.lehti-luukku.fi/lehti/valo/_read/2-2019/231393.html
- Salmela, S. (21.7.2020). *Mitä eroa on CRI ja Ra-arvolla ledien värintoistossa?* <https://ledstore.fi/blog/2020/04/28/mita-eroa-on-cri-ja-ra-arvolla/>
- Stark, G. (i.a.). *Light*. <https://academic-eb-com.libts.seamk.fi/levels/collegiate/article/light/110443#article-contributors>
- Suomen Standardisoimisliitto (SFS). (2011). *Valo ja valaistus. Työkohteiden valaistus. Osa 1: Sisätilojen työkohteiden valaistus* (SFS-EN 12464-1:2011).
- Terveystukena. (i.a.). Silmän rakenne. [Kuva]. <https://www.terveydentukena.fi/sairaudet-ja-hoito/silmasairaudet/silman-rakenne>
- Työturvallisuuslaki 738/2002. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738#L5P34>
- Valtioneuvoston asetus työpaikkojen turvallisuus ja terveysturvallisuudesta 577/2003. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2003/20030577#P10>
- XinBei. (15.5.2020). Värilämpötilat kelvineissä. [Kuva]. <https://xinbei-lighting.com/blog/do-you-know-colour-temperature-kelvin%E2%BC%9F-39>
- Zeiss. (16.10.2017-a). *Näkökyvyn ymmärtäminen – Sininen valo: hyvät ja huonot puolet Kuinka paljon sinistä valoa tarvitsemme? Ja kuinka meidän tulisi suojautua siltä?* <https://www.zeiss.fi/vision-care/parempaa-naekemistae/naekoekyvyn-ymmaertaaminen/sininen-valo-hyvaet-ja-huonot-puolet.html>

Zeiss. (24.11.2017-b). *Näkökyvyn ymmärtäminen – Ihmissilmä: Kaikki mitä tarvitsee tietää kehon näkökeskuksen anatomiasta, rakenteesta ja toiminnasta.* <https://www.zeiss.fi/vision-care/parempaa-naekemistae/naekoekevyn-ymmaertaaminen/ihmissilmae.html#1>