

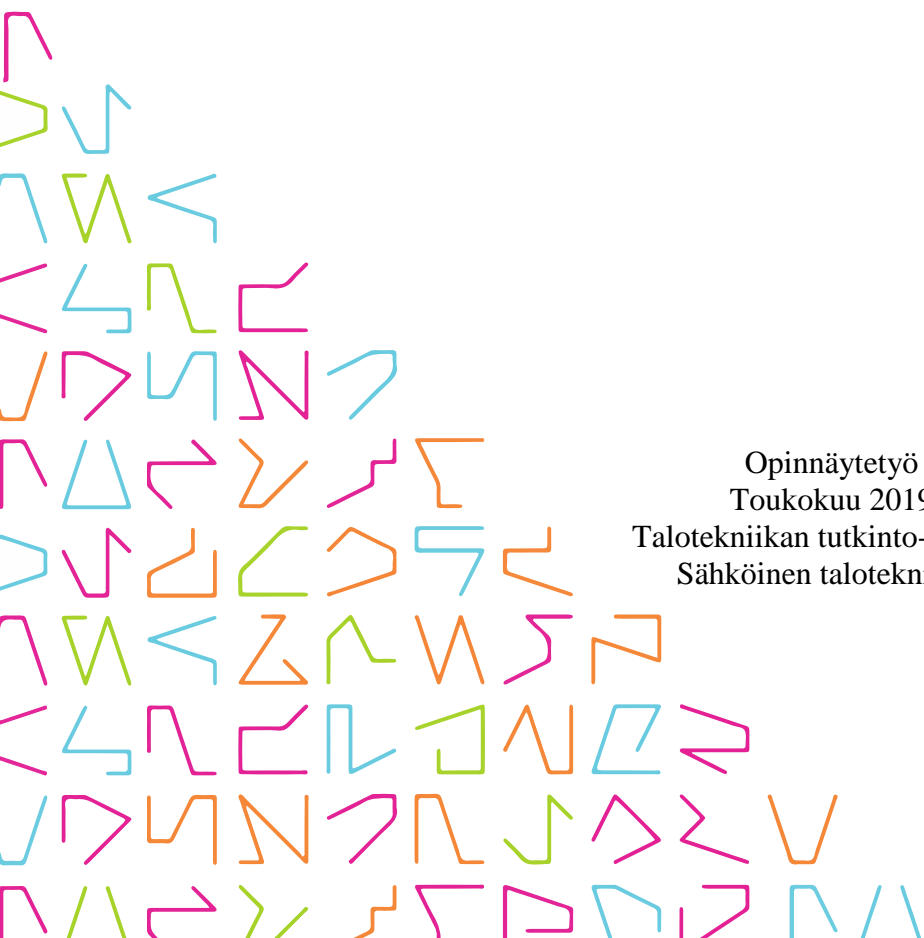


TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

TYÖMAAVALAISTUKSEN NYKYTILA SUOMESSA JA OHJEITA TYÖMAAVALAISTUKSEEN

Aki Lukkarinen

Opinnäytetyö
Toukokuu 2019
Talotekniikan tutkinto-ohjelma
Sähköinen talotekniikka



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Talotekniikan tutkinto-ohjelma
Sähköinen talotekniikka

LUKKARINEN, AKI:

Työmaavalaistuksen nykytila Suomessa ja ohjeita työmaavalaistukseen

Opinnäytetyö 92, joista liitteitä 48 sivua
Toukokuu 2019

Työmaavalaistus on mielenkiintoinen tarkastelun kohde, koska työmailla on hankalaa järjestää hyvää ja näköergonomista valaistusympäristöä jatkuvasti muuttuvien tilanteiden vuoksi. Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selkeyttää lukijalle, millainen työmaavalaistus Suomen työmailla on nyt, ja millaiseen valaistukseen voisimme nykyisellä valaistustekniikalla pyrkiä.

Opinnäytetyössä tutustuttiin lainsäädäntöön ja siihen, millaisia veloituksia, standardeja ja ohjeita työmaavalaistuksesta on laadittu. Valaistuksen nykyistä tasoa kartoitettiin vuonna 2018 järjestetyllä työmaille suunnatulla kyselyllä, jonka tarkoituksena oli laajentaa käsitystä siitä, millainen valaistus Suomen työmailla tällä hetkellä on. Kerättyjen pohjatietojen perusteella määriteltiin hyvän työmaavalaistuksen tavoitteet ja niiden pohjalta koottiin ohjeita, joiden avulla aiemmin määritellyt tavoitteet voitaisiin saavuttaa.

Opinnäytetyöprojektin tavoitteena oli kerätä tietoa työmaavalaistuksesta ja saattaa tieto työmaiden ja työmaavalaistuksesta vastaavien henkilöiden saataville. Tämä toteutettiin siten, että opinnäytetyön liitteenä julkaistaan työmaavalaistusopas. Lisäksi työmaavalaistuskyselyn tuloksista löytyi mielenkiintoisia tietoja, esimerkiksi vertaillessa valaisinten asennustiheyden vaikutusta valaistuksen koettuun tarkoituksenmukaisuuteen työmaalla.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Building Services Engineering
Electrical Building Services

LUKKARINEN, AKI:

Construction Site Lighting in Finland and Guidelines for Improving Temporary Lighting at Construction Sites

Bachelor's thesis 92 pages, appendices 48 pages
May 2018

Lighting at construction sites is an interesting topic because it is difficult to maintain functional and visually ergonomic lighting conditions in the place where other conditions and needs are changing. The objective of this thesis was to gather information about how to design and build temporary lighting for construction sites.

First it is necessary to know the acts, decrees and standards that obligate or otherwise influence lighting at construction sites. These legal documents and standards are presented in the second chapter of this thesis. To get some information about the state of construction site lighting in Finland at present, a survey was made for construction sites. The survey was arranged in 2018. From the information gathered from the survey, legal documents, standards and other material, the aims for functional construction site lighting were defined. After defining the aims, guidelines to achieve the defined aims are presented.

As a result of this study the information about temporary lighting for construction sites were gathered and published in appendix 1 "Guide for Construction Site Temporary Lighting". Results of the survey revealed some interesting comparisons e.g. between "spacing between installed worklights" and "estimate how well lighting is suited for construction works". The results of survey were used as a reference point when the aims for functional construction site lighting were defined.

Key words: construction site, temporary lighting, work safety

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	TYÖMAAVALAISTUKSEN LAINSÄÄDÄNTÖ, STANDARDIT JA MUU KIRJALLISUUS	9
3	HYVÄN VALAISTUKSEN MÄÄRITTELEMINEN RAKENNUSTYÖMAALLE	11
3.1	Hyvä näköympäristö	11
3.1.1	Luminanssijakauma.....	11
3.1.2	Valaistusvoimakkuus	12
3.1.3	Valon värilämpötila.....	12
3.1.4	Valon värintoisto-ominaisuudet	13
3.1.5	Häikäisy.....	13
3.1.6	Välkyntä	14
4	TYÖMAAVALAISTUKSEN TASO SUOMESSA	15
4.1	Kyselyn vastausosuudet alueittain	15
4.2	Työmaan sisävalaistuksen asennustiheyden ja valaisintyyppin vaikutus näkökokemukseen.....	16
4.3	Työmaiden ulkovalaistukset ja valaistusten ohjaukset	19
4.4	Pohdinta ja yhteenveto kyselytutkimuksesta	20
5	OHJEITA TYÖMAAN VALAISTUKSEN SUUNNITTELUUN JA TOTEUTUKSEEN.....	22
5.1	Ulkovalaistus	22
5.1.1	Ulkovalaisimien kotelointi, iskunkestävyys ja muoto	23
5.1.2	Valaisinten sijoittelu ja suuntaus.....	23
5.1.3	Valosaaste ja häiriövalo	24
5.1.4	Ulkovalaistuksen ohjaukset.....	26
5.2	Sisävalaistus.....	26
5.2.1	SELV- pienoisjännite järjestelmät yleisvalaistuksessa	27
5.2.2	Valaisinten sijoittelu.....	28
5.2.3	Turvavalaisimet.....	28
5.2.4	Ohjaukset	29
5.3	Paikallisvalaistus ja työkohteiden valaisu.....	29
6	TOTEUTUSESIMERKKEJÄ, JOILLA VOIDAAN SAAVUTTA A HYVÄ TYÖTEHTÄVÄKOHTAINEN VALAISTUS	33
6.1	Yleisvalaistus alueilla, joilla tehdään sisätöitä.....	33
6.2	Runkovaiheen erillinen työpistevalaistus	34
6.3	Paikallista lisävalaistusta vaativat runko- tai sisätyöt.....	35
6.4	Tarkkuutta vaativat sisätyöt	36

6.5 Erityistä tarkkuutta vaativat sisätyöt.....	36
6.6 Yleisvalaistavat ulkoalueet	37
6.7 Ulkoalueen työvalaistus	38
6.8 Paikallista lisävalaistusta vaativat ulkotyöt	38
7 POHDINTA.....	40
LÄHTEET.....	42
LIITTEET	44
Liite 1. Työmaavalaistusopas	44
Liite 2. Työmaavalaistuksen taso Suomessa -kyselyn tulokset.....	84

LYHENTEET JA TERMIT

UGR	häikäisyindeksi lyhenne tulee englanninkielen sanoista Unified Glare Rating
ULR	valopisteen yläpuolisen valon suhde, lyhenne tulee englanninkielen sanoista Upward light ratio
SELV	suojattu pienoisjännite järjestelmä, lyhenne tulee englanninkielen sanoista safety extra low-voltage

1 JOHDANTO

Työmaa on valaistuksen näkökulmasta mielenkiintoinen kohde. Siellä tehdään enimmäkseen näköhavaintoja vaativia töitä, mutta työmaan valaistus on sen muuttuvan ja väliaikaisen luonteen vuoksi haastavaa toteuttaa kustannustehokkaasti. Merkille pantavaa on myös se, että nykytietämyksen mukaan päivällä saadun valon määrä ja laatu vaikuttavat ihmisen hyvinvointiin ja vireyteen. Jos valon biologiset vaikutukset kiinnostavat lukijaa, sisältää esimerkiksi Aleksii Riihimäen opinnäytetyö ”Ihmiskeskeinen valaistus – Yleisesti sekä kouluympäristössä” tietoa valaistuksen ei-visuaalisista vaikutuksista (Riihimäki, 2018). Tässä opinnäytetyössä on tarkoitus keskittyä tällä hetkellä työmaalla käytettävän valaistuksen kartoittamiseen sekä siihen, että työmaavalistus nähtäisiin työpaikkavalais- tuksena, eikä ainoastaan välttämättömänä edellytyksenä näkötehtäville työmailla. Tavoit- teena on, että lukija saisi käsityksen siitä, miten monin tavoin valaistus voi vaikuttaa työ- maan toimintaan. Tiedon kulkeutumista työmaille pyritään tehostamaan julkaisemalla erillinen Työmaavalistusopas tämän opinnäytetyön liitteenä.

Opinnäytetyön alkuun on koottu lyhyesti tietoutta työmaan valaistukseen liittyvästä lain- säädännöstä, standardeista ja ohjeistuksista. Osuuden on tarkoitus nostaa esiin, minkälai- sia valaistuksia työmailta lakisääteisesti veloitetaan ja mitkä ovat viimeisimmät suosi- tukset valaistuksen tasosta.

Tätä opinnäytetyötä varten järjestettiin kysely, jolla pyrittiin saamaan käsitystä siitä, millä tavoin työmaita tällä hetkellä valaistaan Suomessa ja onko valaistuksen toteutustavassa alueellisia eroja. Vaikka kyselyyn vastanneiden määrä oli suhteellisen pieni, saatiin siihen vastauksia lähes joka puolelta Suomea ja tuloksista saatiin yksittäisiä mielenkiintoisia huomioita.

Lainsäädännön, standardien, ohjeistuksien, kirjallisuuden ja valaistuslaskelmien perus- teella on tähän opinnäytetyöhön kerätty yhteen suositukset, millä tavoin työmaalla voi- daan nykyisellä teknologialla saavuttaa mahdollisimman hyvä valaistusympäristö. Oh- jeistusta tarkastellessa kannattaa kuitenkin muistaa, että työmaavalauistustekniikka on sa- manlaisessa murroksessa kuin muukin valaistustekniikka. Siitä johtuen parannuksia työ- maavalauistuksen laatuun saattaa tapahtua nopeastikin tulevaisuudessa.

Kaiken kerätyn tiedon pohjalta on tämän opinnäytetyön liitteeksi laadittu vapaamuotoisempi tiivistelmä työmaavalaistuksesta nimeltä ”Työmaavalaistusopas”. Sen on tarkoitus olla lyhyenä tietopakettina sellaiselle henkilölle tai organisaatiolle, joka haluaa toteuttaa tai suunnitella työmaavalaistuksen johonkin kohteeseen.

2 TYÖMAAVALAISTUKSEN LAINSÄÄDÄNTÖ, STANDARDIT JA MUU KIRJALLISUUS

Työmaan valaistusta on käsitelty lainsäädännössä melko pienimuotoisesti. Työpaikan valaisemisesta on määrätty lyhyesti työturvallisuuslain 738/2002 pykälässä 34 § ”Työpaikan valaistus”. Siinä määrätään, että ”Työpaikalla tulee olla työn edellyttämä ja työntekijöiden edellytysten mukainen sopiva ja riittävän tehokas valaistus. Sinne on mahdollisuuksien mukaan päästävä riittävästi luonnonvaloa.” (Työturvallisuuslaki 2002, §34). Lisäksi laissa todetaan, että ”Valtioneuvoston asetuksella voidaan antaa tarkempia säännöksiä työpaikan yleis- ja erityisvalaistuksesta.” (Työturvallisuuslaki 2002, §34).

Valtioneuvoston asetuksella 205/2009 on annettu hieman tarkempi säännös rakennustyön valaistuksesta kohdassa 26: ”Rakennustyömaalla sekä erityisesti kulkuteillä on oltava riittävä ja sopiva yleis- ja paikallisvalaistus. Suuria ja äkillisiä valaistuseroja sekä häikäisyä on vältettävä. Valaisimet tulee asentaa siten, että ne eivät aiheuta vaaraa työntekijöiden turvallisuudelle.” (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta, 2009, §26). Lisäksi asetuksessa edellytetään ottamaan turvavalistus huomioon siten, että ”Kohteissa, joissa työntekijät ovat yleisvalaistuksen joutuessa epäkuntoon erityisen alttiina vaaralle, on huolehdittava riittävästä varavalaituksesta.” (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta, 2009, §26).

Poikkeuksia tiettyjen työmaiden valaistukseen annetaan valtioneuvoston asetuksen kohdassa 26: ”Sellaisissa maa- ja vesirakennustoissa, kuten tunnelin louhinnassa, sekä muissa vastaavissa töissä, joissa ei voida kohtuudella vaatia järjestettäväksi muuta valaistusta, saa 1 momentin estämättä käyttää työkoneen omaa tai työntekijän mukanaan kuljettamaa valaistusvälinettä.” (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta, 2009, §26).

Lisäksi työpaikan valaistuksesta on Suomessa vahvistettu kansallisiksi standardeiksi SFS-EN 12464-1 (2011) työkohteiden valaistus. Osa 1: Sisätilojen työkohteiden valaisu, SFS-EN 12464-2 (2014) Lighting of work places. Part 2: Outdoor work places ja SFS-EN 1838 (2013) Turvavalaisuus.

Sähköinfo on julkaissut ST-kortistossa kortteja, jotka käsittelevät rakennustyömaata tai työpaikkavalaitusta. ST-kortistosta löytyy muun muassa:

- ST 51.35 Rakennustyömaan sähköverkon suunnittelu (2009),
- ST 53.28 Pienoisjännitejärjestelmät SELV, PELV ja FELV (2016),
- ST 58.02 Valaistuksen toteutus standardin SFS-EN 12464-1 mukaisesti (2017),
- ST 58.04 Ohjeita valaistuksen suunnitteluun ja toteutukseen (2017),
- ST 58.08 Valonlähteet (2017),
- ST 58.09 Ulkovalaistus (2003),
- ST 59.10 Turvavalistus ja poistumisopasteet. Suunnittelu (2018) ja
- ST-käsikirja 36 Poistumisvalaistus (2019).

Muuta kirjallisuutta aiheesta on Suomen valoteknillisen seuran julkaisema opas Rakennustyömaiden valaistus vuodelta 1980.

3 HYVÄN VALAISTUKSEN MÄÄRITTELEMINEN RAKENNUSTYÖ- MAALLE

Valaistuksen tärkein tehtävä työmaalla on luoda sellainen näköympäristö, jossa työn suorittaminen on turvallista ja ergonomista. Sen lisäksi sen tulisi olla työhyvinvointia tukevaa ja ottaa huomioon myös valaistuksen biologiset vaikutukset. Jotta valaistukselle asetettujen tavoitteiden saavuttamista voidaan seurata, tulee valaistukselle määritellä tietty taso. Hyvällä valaistuksella viitataan tässä opinnäytetyössä valaistukseen, jolla pyritään saavuttamaan edellä mainittu näköympäristö rakennustyömaan erikoispiirteet huomioon ottaen. Tämän luvun sisältöä esitetään tiivistetympin liitteessä 1 Työmaavalaistusopas, luvussa 2. Valaistustekniikan peruskäsitteet.

3.1 Hyvä näköympäristö

Hyvän näköympäristön tulee olla sellainen, että se mahdollistaa näkemisen osalta turvallisen, tehokkaan ja mukavan työskentelyn. Näkömukavuus tarkoittaa sitä, että työntekijä kokee valaistuksen vaikuttavan positiivisesti hyvinvointiinsa. Se mahdollistaa paremman tuottavuuden ja laadun ihmisen tekemälle työlle. Näkötehokkuus taas tarkoittaa sitä, että työsuoritus on mahdollista tehdä vaativissa olosuhteissa ja sitä voidaan tehdä pidempien jaksojen ajan. (SFS-EN 12464-1, 2011. s.14)

Näköympäristöön vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa luminanssijakauma, valaistusvoimakkuus, valon väriämpötila, valon värinasto-ominaisuudet, häikäisy ja välkyntä.

3.1.1 Luminanssijakauma

Luminanssijakauma tarkoittaa pinnanheijastuksien tasaisuutta näkökentässä. Se vaikuttaa olennaisesti kohteiden havaitsemiseen ja silmien väsymiseen. Tietyn väriset esineet kuten huomiovärivaatteet heijastavat enemmän valoa kuin betoniset seinät, jotka nopeuttavat kohteen havaitsemista muusta ympäristöstä. (SFS-EN 12464-1, 2011. s.14)

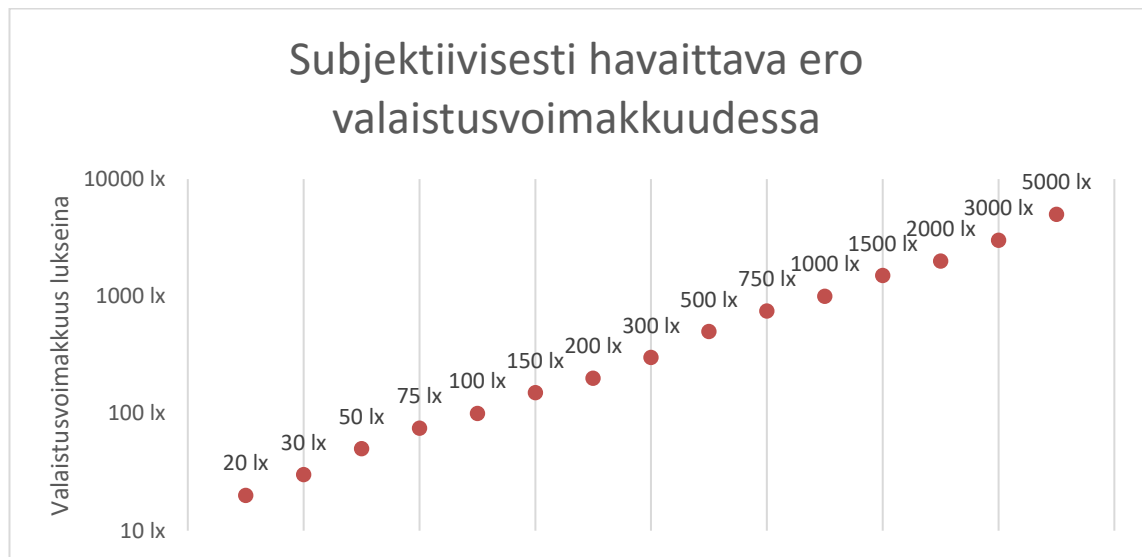
Jos työkohdetta valaistaan suuritehoisella työkohdevalaisimella ja ympäristön muu valaistus on himmeä tai olematon, voi työntekijän näkökenttään muodostua suuria lumi-

nanssieroja. Työntekijä voi myös omalla varjollaan luoda suuria luminanssieroja näkökenttäänsä, jos valaisimia on vain yksi. Tämä voi aiheuttaa väsymystä työntekijässä, koska silmän on jatkuvasti sopeuduttava uuteen kirkkaustasoon.

3.1.2 Valaistusvoimakkuus

Valaistusvoimakkuus tarkoittaa sitä, kuinka paljon valoa säteilee johonkin tiettyyn pisteeseen jostain suunnasta. Se on siis riippuvainen mittauksen suunnasta ja sillä voidaan tarkoittaa myös jonkin alueen keskiarvoa. Valaistusvoimakkuuden yksikkö on luksi [lx].

Havaittavissa olevat erot valaistusvoimakkuudessa ovat riippuvaisia siitä, kuinka suurista valaistusvoimakkuuksista on kyse. Jo kumotussa standardissa SFS-EN 12665 esitettiin, että subjektiivisesti koettavat erot valaistusvoimakkuudessa ovat havaittavissa kuvion 1 esittämällä tavalla. (SFS-EN 12464-1, 2011. s.16)



KUVIO 1. Subjektiivisesti havaittava ero valaistusvoimakkuudessa.

Työalueen valaistusvoimakkuudet tulisivat olla sellaisia, että myös tehtäväalueen ulkopuolella olisi valoa. Näin pyritään saamaan työskentelyalueen näköympäristöstä sellainen, ettei näkökenttään pääse muodostumaan suuria luminanssieroja.

3.1.3 Valon värilämpötila

Valon värilämpötila on subjektiivinen kokemus siitä, millaisena valon sävy koetaan. Kokemukseen voi vaikuttaa muun muassa ympäristön valon määrä, mutta myös henkilön

silmän ominaisuudet. Esimerkiksi ihmisen vanhentuuessa silmän linssi saattaa kellastua, joka suodattaa valon sinisiä aallon pituuksia.

Valo koetaan yleensä lämpimänä, jos sen värielämpötila on alle 3 300 kelviniä, neutraalina jos sen värielämpötila on 3 300 – 5 300 kelvinin välillä, sekä kylmänä jos sen värielämpötila on yli 5 300 kelviniä. (SFS-EN 12464-1, 2011. s.28).

Valon värielämpötilalla on todettu olevan muun muassa piristävä vaikutus ihmisen vireystilaan (Vick, Schlangen, Lang, Novotny, Plischke, Smolders, Beersma Wulff, Foster, Cajochen, Nikunen, Tähkämö, Bhusal & Aaltonen. 2013.) ja myös helpottavan lounaan jälkeistä väsymystä (Rautkylä, Puolakka, Tetri & Halonen. 2010.).

3.1.4 Valon värintoisto-ominaisuudet

Valonlähde pystyy toistamaan ainoastaan niitä aallonpituuksia, joita se säteilee. Tätä kuvataan yleensä värintoistoindeksillä (R_a). Led-valaistuksessa värintoistoindeksi on lähes aina yli 80, jota nykyisten standardien mukaan voidaan pitää riittävänä tasona työmaakäytössä.

Turvavärien, jotka ovat standardin ISO 3864-1 määrittämiä, tulee toistua aina oikein (SFS-EN 12464-1, 2011. s.30).

3.1.5 Häikäisy

Häikäisyn tunnetta aiheuttavat kirkkaat kohteet. Työmaalla häikäisyä voi aiheuttaa esimerkiksi työmaavalaisimet ja niiden osat, hitsauksen valokaaret ja liekit, työkoneet ja niiden valaisimet sekä pienistä rakennuksen aukoista tuleva päivänvalo, jos tila on muuten hämärä.

Työmaavalaisimien häikäisyä voi parhaiten estää sillä, että kiinnittää huomiota valaisimen UGR (Unified Glare Rating) -lukuun eli häikäisyindeksiin. Häikäisyssä havaittavat erot ovat häikäisyindeksin arvojen 0, 13, 16, 19, 22, 25, 28 välillä (SFS-EN 12464-1, 2011. s.24). Työmaavalaisimissa ei välttämättä mainita UGR -lukua. Sitä kannattaa kuitenkin kysyä, jotta valaisinvalmistajat kiinnittävät huomiota häikäisyyn.

3.1.6 Välkynä

Työmaalla välkynä voivat aiheuttaa huonolaatuinen sähköverkko ja huonolaatuiset tai vioittuneet valaisinkomponentit. Välkynä voi aiheuttaa fyysisiä oireita, kuten päänsärkyä sekä häiritä työskentelyä ja keskittymistä (SFS-EN 12464-1, 2011. s.30).

Välkynnästä voi aiheutua myös stroboskooppi-ilmiö, joka saa pyörivien tai edestakaisin liikkuvien koneiden tai niiden osien liikkeen näyttämään hidastetulta tai pysähtyneeltä. Se hankaloittaa kohteiden nopeuden arvioimista ja voi aiheuttaa vaaratilanteita työmaalla. (SFS-EN 12464-1, 2011. s.30).

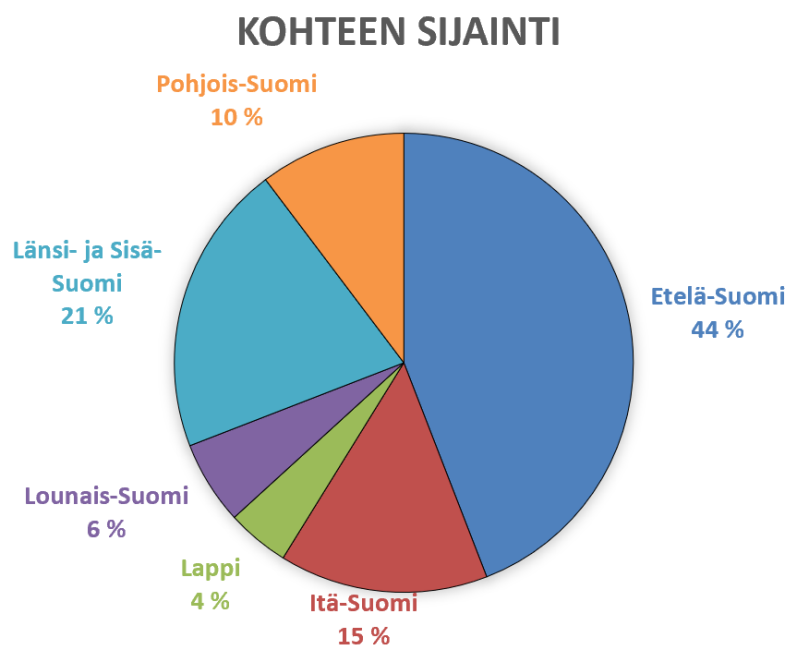
4 TYÖMAAVALAISTUKSEN TASO SUOMESSA

Osana opinnäytetyötä tehtiin kyselytutkimus, jolla pyrittiin selvittämään, miten työmaan valaistukset tällä hetkellä toteutetaan eri työmailla ja eri puolella Suomea. Kysely suoritettiin maaliskuussa 2018 ja vastausaikaa oli kaksi viikkoa. Siihen saatiin 70 vastausta ja vastauksia tuli ympäri Suomea erilaisilta rakennustyömailta.

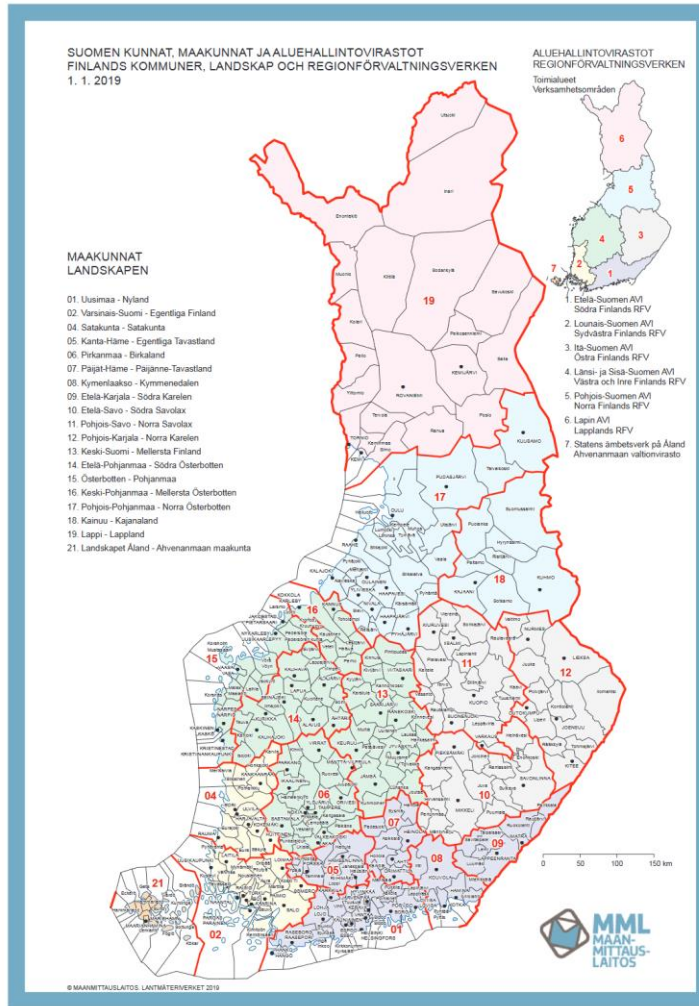
Kyselyn tuloksia tarkastellessa tulee ottaa huomioon kyselyn alhainen vastausmäärä suhteessa Suomessa käynnissä oleviin rakennustyömaihin. Tästä syystä tuloksia ei voida pitää kaikilta osin luotettavina. Kyselyä ei myöskään ole tehty niin, että se täyttäisi tieteellisen tutkimuksen kriteerit, vaan se on tarkoitettu suuntaa antavana katsauksena työmaa- valaistuksen nykytilanteeseen.

4.1 Kyselyn vastausosuudet alueittain

Kyselyyn saatiin vastauksia ympäri Suomea. Ainoana alueena Ahvenanmaalta ei saatu yhtään vastausta. Lisäksi Lapin ja Lounais-Suomen alueilta vastausosuudet jäivät mataliksi. Vastausosuudet alueittain on esitetty kuviossa 2. Vastaukset jaettiin kuvan 1 mukaisesti alueittain Suomen aluehallintovirastojen mukaan 21 maakuntaan ja seitsemään alueeseen.



KUVIO 2. Työmaa- valaistuksen taso Suomessa -kyselyn vastausosuudet alueittain



KUVA 1. Kartta Suomen kunnista, maakunnista ja aluehallintovirastoista (Maanmittauslaitos, 2019)

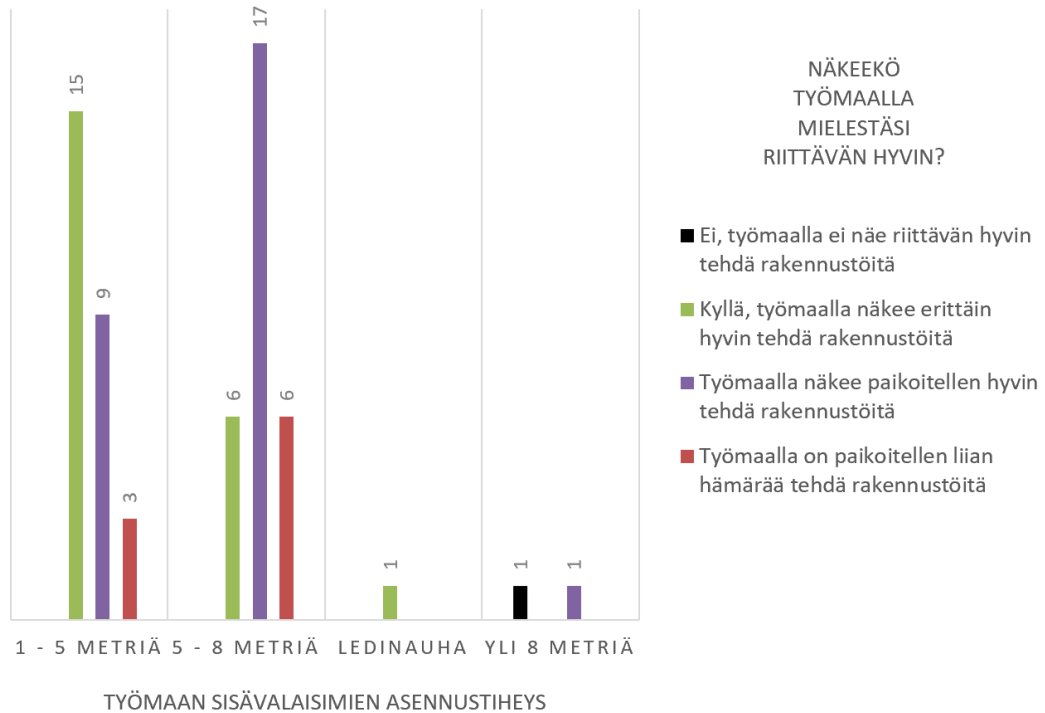
4.2 Työmaan sisävalaistuksen asennustiheyden ja valaisintyyppien vaikutus näkökokemukseen

Kyselyssä pyydettiin arvioimaan ”Näkeekö työmaalla mielestäsi riittävän hyvin?”. Vastausvaihtoehtoina kysymykseen olivat ”Ei, työmaalla ei näe riittävän hyvin tehdä rakennustöitä.”, ”Kyllä, työmaalla näkee erittäin hyvin tehdä rakennustöitä.”, ”Työmaalla näkee paikoitellen hyvin tehdä rakennustöitä.” ja ”Työmaalla on paikoitellen liian hämärää tehdä rakennustöitä.”. Kyselyssä pyrittiin selvittämään myös, onko valaisinten asennustiheydessä tai työmaalla käytetyissä valaisinmalleissa alueellisia eroja. Mitään sellaista ei kuitenkaan havaittu tuloksia käsiteltäessä.

Kun tuloksia näkökokemuksesta verrataan valaisinten asennustiheyteen, niin alle 5 metrin asennustiheydellä näkökokemus on enimmäkseen positiivinen (kuvio 3). Tämän kategorian vastaajista (n=59) 89 % vastasi, että, ”Kyllä, työmaalla näkee erittäin hyvin tehdä rakennustöitä.” (56 % kategorian vastanneista) tai ”Työmaalla näkee paikoitellen hyvin tehdä rakennustöitä” (33 % kategorian vastanneista).

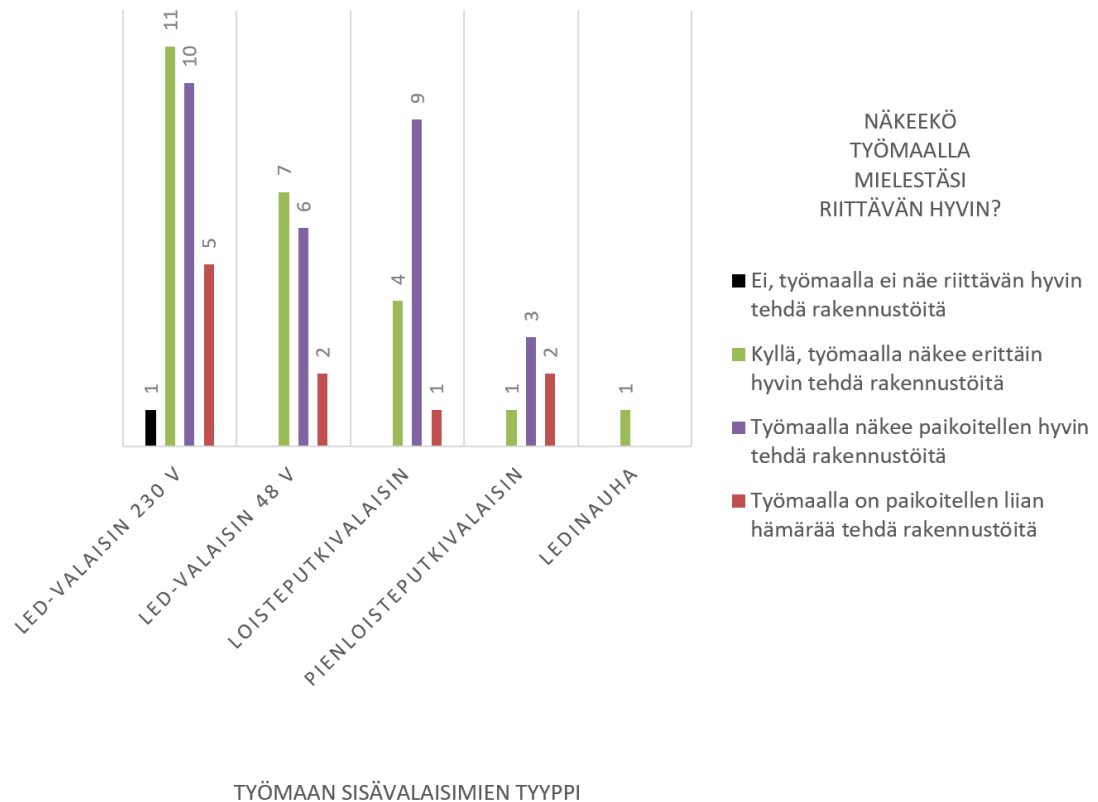
5 – 8 metrin asennustiheydellä näkökokemus on edelleen positiivinen (76 %), mutta vastauksen ”Kyllä, työmaalla näkee erittäin hyvin tehdä rakennustöitä.” antaneiden määrä tippui 21 % kategoriaan vastanneista.

Lisäksi kyselyyn vastanneista työmaista yksi oli valaistu ledinauhalla ja kaksi pidemmällä yli 8 metrin asennusvälillä. Näissä otanta on niin pieni, ettei niiden tuloksista kannata tehdä yleistäviä arvioita. Yksittäisinä mielipiteinä ne ovat kuitenkin mielenkiintoisia. Ledinauhaa voisi hyödyntää pitkillä käytävillä sekä kulkuteilla. Se voi parantaa näköympäristöä ja työturvallisuutta, sillä valo jakautuu tasaisesti halutulle alueelle. Pitkällä valaisinten asennusvälillä näköympäristöön voi muodostua hämäriä alueita valaisinten välille, joka vaikeuttaa kohteiden havaitsemista ja tilassa liikkumista. Lisäksi valonmäärä halutulla alueella jää nykyvalaisimilla toteutettuna matalaksi, jos valaisinten asennusväli on pitkä.



KUVIO 3. Työmaan sisävalaisinten asennusvälin vaikutus näkökokemukseen (n=59)

Verratessa näkökokemusta valaisintyyppiin, kyselyn tulokset näyttävät hieman kannattavan led-valaistusta (kuvio 4). Kun taas loisteputkivalaisin ja pienloisteputkivalaisin näyttävät vaikuttavan hieman alentavasti näkökokemukseen. Tulos voi johtua esimerkiksi siitä, että kyseiset valaisimet voivat olla iäkkäämpiä kuin led-valaisimet, tai että niissä on käytetty loisteputkea, joka tuottaa vähemmän tai lämpimämpää valoa. Myös asennuksen hankaluus, valaisimen koko, häiriöherkkyys ja ennakkokäsitys loisteputkesta saattavat vaikuttaa mielipiteeseen koetusta valaistuksesta. Lisäksi loisteputkivalaisimen valoteho tippuu kylmässä ympäristössä, toisin kuin led-valaisimen (Sähköturvallisuuden edistämiskeskus, 2018 – 2019).



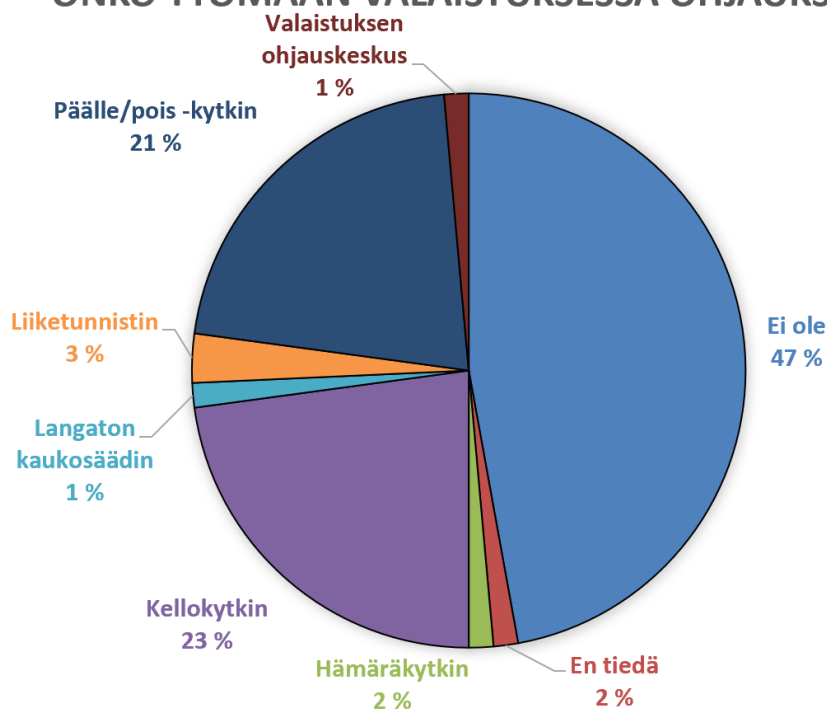
KUVIO 4. Työmaan sisävalaisimien tyyppin vaikutus näkökokemukseen (n=63)

4.3 Työmaiden ulkovalaistukset ja valaistusten ohjaukset

Kyselyssä ulkovalaistukseen ja ohjauksiin kiinnitettiin liian vähän huomiota. Ulkovalaistuksesta ei kyselyn lopputuloksena ole juurikaan huomioitavaa.

Ohjauksista kysyttiin vain yhdessä kysymyksessä, ja sekin käsitteli aihetta liian suppeasti. Vastauksista kävi kuitenkin ilmi, että suurella osalla työmaita ei ole ollenkaan tai on ainoastaan päälle/pois kytkin valaistukselle (kuvio 5).

ONKO TYÖMAAN VALAISTUKSESSA OHJAUKSIA?



KUVIO 5. Kyselyn tulokset kysymykseen ”Onko työmaan valaistuksessa ohjauksia?”.

Jo pienellä panostuksella, esimerkiksi kellokytkimellä, voitaisiin säästää suuria määriä energiaa. Vaikka led-valaistus on laskenut valaistuksen energiankulutusta kokonaisuutena, on valaistus edelleen suurehko energiankuluttaja työmaalla. Suurin syy siihen on se, että valaistusta pidetään päällä koko ajan.

Myös liiketunnistimilla saadaan valvotuilla työmailla varmistettua, että valvontakameroille saadaan tarvittaessa enemmän valoa. Parhaimmassa tapauksessa alueelle kuulumattomat saadaan säikäytettyä liiketunnistimilla ohjattujen valojen avulla pois.

4.4 Pohdinta ja yhteenveto kyselytutkimuksesta

Kyselyn järjestämisessä tehtiin joitakin virheitä, joiden takia siitä ei saatu niin paljon tuloksia kuin olisi ollut tarpeen. Kuitenkin työmaan sisävalaistuksen osalta tulokset olivat jossain määrin vertailukelpoisia ja antoivat hieman käsitystä siitä, miten työmaiden sisävalaistus toteutettiin kyselyn järjestämisvuonna 2018.

Suurin osa työmaiden sisävalaistuksista toteutettiin jonkinlaisella led-tekniikalla. Tämä voi johtua siitä, että led-valaisimet ovat loisteputkivalaisimia iskunkestävämpiä ja huoltovapaampia. Lisäksi näyttäisi siltä, että led-valaisimien luoma näköympäristö koetaan

hieman parempana kuin loisteputkivalaisimien, mutta tästä ei kyselyn perusteella kannata vielä vetää johtopäätöksiä suuntaan tai toiseen.

Ulkovalaistuksesta ei kyselyn puutteellisuuden johdosta saatu juurikaan tuloksia, mutta kyselyssä kävi ilmi, että joillakin työmailla on edelleen käytössä natriumpurkauslamp-
puja. Kyselystä ei käynyt ilmi, olivatko käytetyt lamput pienpaine- vai suurpainenatrium-
lamppuja. Molempien natriumpurkauslamppujen värintoistokyky on yleensä todella
huono (ST 58.08, 2018. s.9-10). Etenkin pienpainenatriumlampun valossa liikkeen ja
kohteiden havaitseminen vaikeutuu. Kuvassa 2 voi nähdä eron pienpainenatriumlampulla
ja led-valaisimella valaistun moottoritien välillä.



KUVA 2. Ero pienpainenatriumlampulla ja led-valaisimella valaistujen moottoritiekais-
tojen välillä (on-light.de)

Myös ohjauksien osalta kysely oli liian suppea. Vastauksista kuitenkin ilmeni, että va-
laistusten ohjauksissa voisi olla huomattavasti parannettavaa, ja ohjauksilla voitaisiin saa-
vuttaa energiansäästöä.

5 OHJEITA TYÖMAAN VALAISTUKSEN SUUNNITTELUUN JA TOTEUTUKSEEN

Tässä kappaleessa on esitelty ratkaisuehdotuksia työmaan valaistukseen. Ulkovalaistus ja sisävalaistus käsitellään omina osioinaan. Lisäksi luvussa 5.3 on taulukoitu (taulukot 4 - 6) työtehtäväkohtaisia valaistusvoimakkuussuosituksia, jotka ovat saavutettavissa nykyisillä työmaaväläisimillä. Tämän luvun sisältö on julkaistu myös työmaaväläistysoppaassa, jonka ensimmäinen painos löytyy tämän opinnäytetyön liitteenä 1.

5.1 Ulkovalaistus

Työmaan ulkovalaistuksen pääasiallinen tarkoitus on taata turvalliset työskentely- ja liikumisolosuhteet työmaan alueella. Työmaan ulkovalaistus voidaan jakaa kolmeen osaluueeseen, joilla kaikilla on käyttötarkoitukseen perustuvat valaistussuositukset. Osa-alueet ovat:

- Yleisvalaistus kulkuteille ja vartioitaville alueille, kuten esimerkiksi valvontakameran kohdealue ja varastointialueet.
- Ulkoalueiden työkohdevalaistus, esimerkiksi purku- ja nostoalueet sekä erilaiset ulkotyöpisteet
- Paikallista lisävalaistusta vaativat ulkotyöt, kuten tarkkuutta vaativat julkisivutyöt

Tarkemmin ulkovalaistuksen osa-alueiden valaistussuositukset on annettu luvussa 5.3.

Ulkovalaistuksen suunnittelussa kannattaa ottaa huomioon, että ulkona tarvitaan huomattavasti vähemmän valoa kuin sisällä. Valaistuksesta ei myöskään saisi syntyä liikaa häiriövaloa. Työmaa-alueita ei yleensä ole tarpeen valaista kokonaan, vaan alueet valaistaan tarvittavilta osin. Valaisimet tulee suunnata siten, etteivät ne aiheuta häiriötä luonnolle tai lähialueiden ja -rakennusten käyttäjille.

5.1.1 Ulkovalaisimien kotelointi, iskunkestävyys ja muoto

Ulkovalaisimia valittaessa tulee ottaa huomioon työmaan haastavat olosuhteet. Valaisimet ovat yleensä alttiina kaikille sääolosuhteille. Ulkovalaisimen IP-luokituksen tulee olla vähintään IPX4, jos se on alttiina sateelle (SFS-käsikirja 600-1, 2012. s.591-592). Kuitenkin työmaan haastaviin olosuhteisiin kannattaa harkita IP56-luokitusta. IP56 suojaus tarkoittaa, että valaisin on pölytiivis, ja että se kestää voimakkaan vesisuihkun kaikista suunnista.

Työmaalla valaisimet saattavat joutua myös iskujen, tärinän ja ilkvallan kohteeksi. Tästä syystä valaisimen IK-koodin olisi hyvä olla vähintään IK08, jolloin kotelo on tehty kestämään vähintään 5 joulen isku. 5 joulea vastaa noin 1,7 kg iskuvasaran pudottamista 0,3 metrin korkeudelta. (SFS EN 62262, 2011. s.16)

Jos valaisimen asennuspaikka on avoin ja tuulinen, tulee ottaa huomioon myös valaisimen muoto. Suuri tuulipinta-ala aiheuttaa paljon räsitusta valaisimeen ja sen kiinnitykseen, jonka seurauksena valaisin voi vaurioitua, irrota tai kaataa telineen, johon se on kiinnitetty.

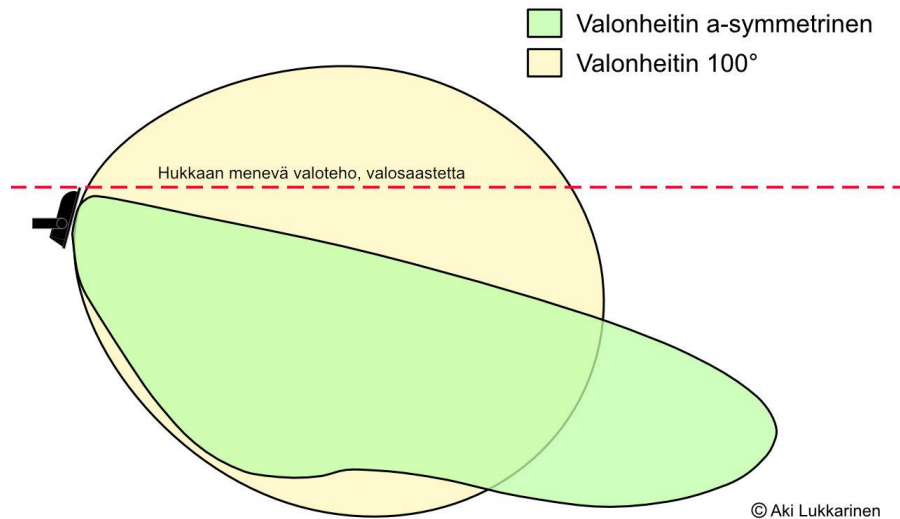
5.1.2 Valaisinten sijoittelu ja suuntaus

Työmaan ulkovalaistuksella valaistetaan yleensä laajoja alueita, kuten varastointialueita, nostopaikkoja, elementtien purku- ja säilytyspaikkoja sekä kulkuteitä. Alueet, joissa tehdään nosto- tai konetöitä ja, joissa näkeminen on turvallisuuden kannalta tärkeää, on syytä valaista eri suunnista. Tällä varmistetaan, ettei alueelle muodostu suuria varjoja, joista voi syntyä vaaratilanteita. Suuret varjot voivat myös vaikeuttavat liikkeen havaitsemista sekä etäisyyksien arvioimista.

Valaistuksen värilämpötila kannattaa ulkotyöskentelyssä olla neutraali, vähintään 4000 K. Se pitää työntekijät vireämpänä ja on hieman energiatehokkaampaa tuottaa led-valaisimilla. Hyvä aluevalaistus luo alueesta turvallisemman tuntuisen.

Koska valaistavat alueet ovat yleensä laajoja, tulisi valaisinvalintoihin kiinnittää erityistä huomiota. Asymmetrinen eli epäsymmetrinen valonjako on ulkotiloihin ja laajoille alueille hyvä, koska sillä saadaan paremmin kohdistettua valo valaistavalle alueelle (kuva

3). Silloin valoteho saadaan lähes kokonaan hyötykäyttöön. Koska oikein suunnattuna asymmetriset valonheittimet eivät säteile yhtä paljon häiriövaloa ja valosaastetta kuin laajakeilaiset valonheittimet, ne eivät häiritse yhtä paljon muita lähialueiden ja kiinteistöjen käyttäjiä. Laajakeilaisen valonheittimen valon avautumiskulma voi olla esimerkiksi 100 astetta.



KUVA 3. Asymmetrinen valonjako aiheuttaa vähemmän valosaastetta ja valaisee halutun alueen paremmin ja tehokkaammin kuin symmetrinen valonjako.

5.1.3 Valosaaste ja häiriövalo

Ulkovalaistuksesta syntyy aina valosaastetta. Valaistus tulisi suunnata siten, että siitä suuntautuisi mahdollisimman vähän valoa valaisimen asennuspisteen yläpuolelle. Tästä käytetään nimitystä yläpuolisen valon suhde eli ULR (Upward Light Ratio) (ST 58.09, 2003. s.9-10).

Häiriövaloa on kaikki, mikä voi häiritä luontoa tai lähialueiden ja -kiinteistöjen käyttäjiä. ST-kortissa 58.09 Ulkovalaistus (2003) on häiriövalo arvioitu sillä, paljonko valaistusvoimakkuus lähikiinteistöjen ikkunoissa saa olla ilta- ja yöaikaan, sekä sillä kuinka intensiivinen valovirta johonkin kohteeseen, esimerkiksi jalankulkijaan kohdistuu työmaalta. Näitä on kuitenkin hankala mitata, varsinkin kun otetaan huomioon työmaan lyhytkestoinen ja muuttuva luonne. Valaisimet tulee kuitenkin suunnata siten, että muut lähialueiden käyttäjät ja luonto ovat otettu huomioon. Erityistä huomiota tulee kiinnittää alueilla, jossa ympäristön häiriövalo on muuten vähäistä. Taulukoon 1 on koottu ulkoalueluokittelu ja häiriövalon raja-arvot. (ST 58.09, 2003. s.9-10).

TAULUKKO 1. Alueluokittelu ja häiriövalon raja-arvot (ST 58.09, 2003. s.10)

Alue	E1	E2	E3	E4
Ympäristö	luonnontilainen	maalaismainen	esikaupunki	kaupunki
Valaistusympäristö	pimeää	vähäistä alueellista valaistusta	keskitasoista alueellista valaistusta	voimakasta alueellista valaistusta
Esimerkiksi	kansallispuisto	maaseudun teollisuus- tai asuinalueet	esikaupunki-alueen teollisuus- tai asuinalueet	kaupunkien keskustat tai kauppa-alueet
Yläpuolisen valon suhde (ULR %)	0 %	5 %	15 %	25 %
Valaistusvoimakkuus ikkunoissa ilta-aikaan	2 lx	5 lx	10 lx	25 lx
Valaistusvoimakkuus ikkunoissa yöllä	1 lx	1 lx	2 lx	5 lx
Valovirta kohteeseen	2 500 cd	7 500 cd	10 000 cd	25 000 cd

Seuraavassa taulukossa 2 on esitetty esimerkki laskelmia, miten valonheittimen asennuskulma ja valonjako vaikuttavat valosaasteen. Laskelmat on tehty DIALux Evo 8 ohjelmistolla.

TAULUKKO 2. Valonheittimen asennuskulman ja valonjaon vaikutus valosaasteeseen

Valaisimen asennuskulma 0° = valon suuntaus kohtisuoraan alaspäin	Symmetrisen 100° valonheittimen yläpuolisen valon suhde (ULR %)	Asymmetrisen valonheittimen yläpuolisen valon suhde (ULR %) (huom. asymmetrisen valaisimen valonjako on valaisinkohtainen)
90°	50 %	23,5 %
80°	40 %	14,5 %
70°	30,5 %	8,5 %
60°	21,5 %	5 %
50°	14 %	3 %
40°	8 %	2 %
30°	4 %	1 %
20°	1,5 %	0,5 %
10°	0 %	0 %
0°	0 %	0 %

Ei tulisi käyttää missään olosuhteissa	E4	E3	E2	E1
--	----	----	----	----

5.1.4 Ulkovalaistuksen ohjaukset

Ulkovalaistusta kannattaa ohjata energiatehokkuuden ja työmaan lähiympäristön viihtyvyyden parantamiseksi, sekä häiriövalon ja valosaasteen minimoimiseksi. Ohjaustapoina voidaan käyttää muun muassa liiketunnistin-, hämärä-, kello- tai astronomista kellokytkintä. Astronominen kellokytkin ohjaa valaisimia auringon nousun ja laskun mukaan.

Valaistus kannattaa ohjata päälle hämärän tullessa ja pois päältä, kun työt työmaalla lopetetaan. Osa valaisimista voidaan kuitenkin jättää päälle tai asettaa liiketunnistimien taakse, jotta esimerkiksi valvontakameroille saadaan tarpeeksi valaistusta. Myös pelastusviranomaisten on nähtävä liikkua alueella tarpeen vaatiessa.

Valaistus kannattaa ohjata keskitetysti valaistuksenohjauskeskuksilta. Niistä valaisimet voidaan ohjata astronomisella kellokytkimellä päälle ja pois päivänvalon rytmin mukaan sekä rajata yöaikana valaistus kokonaan pois. Jotta valvontakameroille saadaan riittävästi valoa ja mahdolliset alueelle kuulumattomat henkilöt säikäytettyä pois, voidaan liiketunnistimella pakottaa kaikki valot yö- ja ilta-aikaan päälle.

5.2 Sisävalaistus

Työmaan sisävalaistuksen tarkoituksena on luoda työmaalle turvalliset ja tarkoituksenmukaiset työskentelyolosuhteet näkemisen osalta. Valaistuksella toteutetaan myös edellytykset turvalliselle poistumiselle hätätilanteissa. Lisäksi valaistuksella on vaikutusta työhyvinvointiin ja oikeanlaisella valaistuksella saadaan lisättyä ihmisen tekemän työn laatua ja tuottavuutta.

Työmaan sisävalaistus voidaan jakaa viiteen osa-alueeseen:

- yleisvalaistus alueille, joilla tehdään sisätöitä,
- runkovaiheen työpistevalaistus,
- paikallista lisävalaistusta vaativat runkotyöt,
- tarkkuutta vaativat sisätyöt ja
- erityistä tarkkuutta vaativat sisätyöt.

Tarkemmin sisävalaistuksen osa-alueiden valaistussuositukset on annettu luvussa 5.3.

5.2.1 SELV- pienenjännite järjestelmät yleisvalaistuksessa

Pienenjännitteellinen led-valaistusjärjestelmä koostuu muuntajasta, jonka toisiopuolelle asennetaan valaisinverkostoa esimerkiksi parikaapelilla (kuva 4). Verkon rakentamisessa voidaan hyödyntää valmiita määrämittäisiä kaapeleita pistoliittimillä tai käyttää kaapelia ja haaroitusliitintä eli niin sanottua rosvoliitintä. Muuntajista ja kaapelipituuksista riippuen, voidaan yhden muuntajan taakse kytkeä noin 25 valaisinta per piiri.



KUVA 4. Kuvassa on esitetty pienenjännite LED-valaistusjärjestelmä ja sen osat.

Pienenjännitejärjestelmässä on monia hyviä puolia verrattuna 230V vastaaviin toteutuksiin:

- SELV-järjestelmä (safety extra low-voltage), eli suojattu pienenjännite järjestelmä on turvallinen, eikä sen rakentamiseen ja muokkaamiseen vaadita sähköasentajaa, koska järjestelmä on perus- ja vikasuojattu. Asentajan tulisi kuitenkin olla opastettu ja omata riittävä asiantuntemus järjestelmän turvalliseen asentamiseen.
- Valaistusjärjestelmä on helposti muokattavissa.
- Valaisimista ei saa otettua virtaa 230 V laitteisiin, joka parantaa valaistusjärjestelmän toimintavarmuutta.
- Valaisimet tarvitsevat toimiakseen erillisen muuntajan, jolloin niiden varastaminen on vähemmän houkuttelevaa.

Järjestelmää suunniteltaessa ja asennettaessa on otettava huomioon, että pienemmällä jännitteellä jännitteenalenuma aiheuttaa herkemmin ongelmia pienjänniteverkon toiminnassa. MBerg 48 V -led-työmaavalaisimia voi valmistajan suosituksen mukaan asentaa

yhteen piiriin 15-22 kappaletta valaisimien asennustiheydestä riippuen (taulukko 3). MBergin muuntajissa on kaksi tai kolme piiriä mallista riippuen.

TAULUKKO 3. MBerg 48 V led-valaisinten suositeltu enimmäismäärä piirissä

Valaisimien asennustiheys	Valaisimien enimmäismäärä piirissä	Linjan pituus muuntajalta viimeiselle valaisimelle
6 metriä	22 kappaletta	132 metriä
8 metriä	19 kappaletta	152 metriä
12 metriä	15 kappaletta	180 metriä

5.2.2 Valaisinten sijoittelu

Sisätilojen yleisvalaistus tulee sijoittaa siten, että kulkuteillä on turvallista liikkua ja kuljettaa tavaraa. Kulkutiet tulisi valaista tarpeeksi tiheällä valaisinvälillä, ettei niille muodostu suuria katvealueita.

Portaikot tulee valaista jokaiselta tasolta, koska jos valo tulee ainoastaan yhdestä suunnasta syvyyden ja portaiden hahmottaminen vaikeutuu. Tästä voi seurata vaaratilanteita ja työtatapaturmia.

Valaisimen asennuskorkeuden tulisi olla sellainen, että valo jakaantuu riittävän tasaisesti lattiapinnalle. Pinnalle tulisi kuitenkin saavuttaa riittävä valaistusvoimakkuus. Suositeltuja työtehtäväkohtaisia valaistusvoimakkuuksia on listattu taulukkoon 4 luvussa 5.3. Yleensä valaisinten asennuskorkeus on noin 2,5 – 5 metriä johtuen rakennusten kerroskorkeudesta.

5.2.3 Turvavalaisimet

Turvavalojen tarkoitus on taata työmaalta turvallinen poistuminen sähkökatkon tai hätätilanteen sattuessa. Etenkin paikoissa, joihin ei pääse ollenkaan luonnonvaloa ja ovat sokkeloisia, kuten kellareissa, tulee turvavalaisintukseen kiinnittää erityistä huomiota.

Kulkuväylien katvealueessa tulisi olla vähintään 1 luksin pystysuora valaistusvoimakkuus. Lisäksi poistumisteitä tulisi korostaa esimerkiksi sijoittamalla turvavalaisin siten, että se valaisee poistumistiellä olevaa ovea. (ST 59.10, 2018. s.3)

Pienjännitteisten turvavalaisimien akun kesto on yleensä noin 30 minuuttia. Turvavalaisimia sijoittaessa kannattaa myös pitää mielessä, että niiden valon määrä saattaa laskea, kun ne siirtyvät akkukäytölle. Turvavalaistusta kannattaa testata aika-ajoin ja varmistaa, että poistuminen on mahdollista turvallisesti myös yleisvalaistuksen sammuessa.

5.2.4 Ohjaukset

Sisävalaistusta voidaan ohjata erillisellä ohjauskeskuksella tai suoraan muuntajasta. Sen ohjaaminen on toistaiseksi yksinkertaisempaa kuin ulkovalaistuksen, sillä sisällä tarvitaan valoa myös päivällä ja yksittäisten valopisteiden ohjaaminen on vielä toistaiseksi työmaaolosuhteissa hankalaa. Valaisimia ohjataan tällä hetkellä usein ryhmittäin.

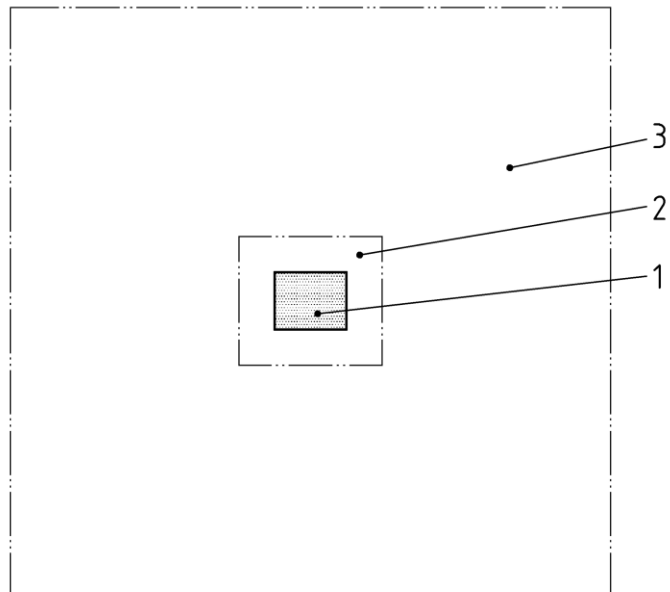
Sisävalaistus kannattaa kuitenkin ohjata päälle ja pois vähintään työskentelyaikojen mukaan, sillä se säästää jo huomattavasti energiaa. Työmaiden toimihenkilöiden kanssa keskustellessa nousi esiin eräs asia, joka voi hidastaa valaistuksen ohjauksien yleistymistä työmaalla. Työmaalla käytetyn energian maksaa yleensä rakennuttaja, mutta työmaavalaistuksen järjestää kuitenkin yleensä pääurakoitsija. Tämä johtaa tilanteeseen, ettei urakoitsijalla ole välttämättä halukkuutta kiinnittää huomiota työmaan energiatehokkuuteen, vaikka säästöt voisivat olla suuriakin.

5.3 Paikallisvalaistus ja työkohteiden valaisu

Taulukoihin 4, 5 ja 6 on koottu valaistusvoimakkuuksia, jotka ovat toteutettavissa työmaaolosuhteissa tällä hetkellä. Taulukko ei kuitenkaan tarkoita sitä, että näin mataliin valaistusvoimakkuuksiin tulisi tyytyä. Monissa taulukoiden kohdissa parempi valaistus on jo nyt saavutettavissa kohtalaisen helposti, jos työmaalla riittää tahtotilaa ja osaamista panostaa työmaavalaistukseen. Taulukoiden arvoja voi kuitenkin pitää lähtötasona, jonka pohjalta voi esimerkiksi kokeilla työmaavalaistuksen mallintamista valaistuslaskentaohjelmilla. Taulukoiden arvoja voi myös itse testata työmaalla esimerkiksi lataamalla älypuhelimien suuntaa-antavan valaistusvoimakkuusmittaussovelluksen tai lainaamalla kalibroituja valaistusvoimakkuusmittaria esimerkiksi Suomen valotekniseltä seuralta.

Taulukoissa on kolme aluetta, jotka ovat esitettynä kuvassa 5. Työalue voi sijaita missä vain, esimerkiksi lattialla, työtasolla tai seinällä. Alueet on määritelty samalla tavalla,

kuin standardissa SFS-EN 12464-1 Valo ja valaistus. Osa 1 - Sisätilojen työkohteiden valaistus.



Selite

- 1 työalue
- 2 välitön lähiympäristö (vähintään 0,5 m leveä vyöhyke näkökentässä työalueen ympärillä)
- 3 tausta-alue (vähintään 3 m leveä välitöntä lähiympäristöä ympäröivä alue tilan asettamissa rajoissa)

KUVA 5. Työalueen ympärillä olevien välittömän lähiympäristön ja tausta-alueen vähimmäismitat (SFS-EN 12464-1, 2011. s.20).

Taulukoiden arvoihin on päädytty vertailemalla standardeja SFS-EN 12464-1 (2011) sisätilojen osalta ja SFS-EN 12464-2 (2014) ulkotöiden osalta. Lisäksi vertailussa hyödynnettiin opasta Rakennustyömaiden valaistus (1980), aiemmin esitellyn kyselytutkimuksen tuloksia ja DIALux Evo 8 -valaistuslaskentaohjelmalla tehtyjä mallinnuksia.

TAULUKKO 4. Sisävalaistukset, työtehtävän mukaan suositellut valaistusvoimakkuudet

Sisävalaistukset	Valaistusvoimakkuus (lx)		
	Työkohteessa	Välitön lähiympäristö	Tausta-alue
Yleisvalaistus alueille, joilla tehdään sisätöitä	50	50	25
kulkutiet, logistiikka, apu- ja varastointityöt, työmaasiivous, telinetyöt, purkutyöt, kaapelireittien teko ja kaapelien veto sekä vesi- ja lämpöeristeiden asentaminen			
Runkovaiheen erillinen työpistevalaistus	75	50	25
runkoelementtien asennus, raudoitukset, betonivalut, piikkaukset- ja poraukset, injektointi ja ruiskubetonointi, muut betonityöt, kuten pintojen puhdistus, muottityöt, kulkuteiden, suojakaiteiden ja -katteiden tekeminen, runkotyöt			
Paikallista lisävalaistusta vaativat runko- tai sisätyöt	100	75	50
elementtien saumaus, kevytbetoniharkkojen muuraus ja liimaus, erikoisraudoitukset, rappaus, pinnan hiehto ja hionta, väliseinä- ja runkomuuraus			
Tarkkuutta vaativat sisätyöt	200	150	
loppusiivous, lattian pinnoitustyöt, LVI-laitteasennukset sekä putki- ja kanavaliitosten tekeminen, pinnoituksien esityöt, koneiden, laitteiden, työkalujen ja sähkölaitteiden huolto-, korjaus- ja puhdistustyöt			
Eriyistä tarkkuutta vaativat sisätyöt	500	300	100
työpiirustusten lukeminen työmaalla, pintalaatoitus- ja vaativat muuraustyöt, sähkö- ja datakytkennät, asennuspenkkityöt, maalaus-, hionta- ja lattianpäällystystyöt, kiinteässä työpisteessä tehtävät kuten konesahaus, sirkkelöinti ja hitsaus sekä sisustus-, kalustus- ja viimeistelytyöt			

TAULUKKO 5. Ulkovalaistukset, työtehtävän mukaan suositellut valaistusvoimakkuudet

Ulkovalaistukset	Valaistusvoimakkuus (lx)		
	Työkohteessa	Välitön lähiympäristö	Tausta-alue
Yleisvalaistavat ulkoalueet	5	-	-
purkutyöt, telinetyöt, logistiikka, apu- ja varastointityöt sekä työmaasuunnitelman mukaiset kulkutiet			
Ulkoalueen työvalaistus	50	20	-
nosto- ja purkupaikat, elementtien säilytys ja muut ulkotyöpisteet			
Paikallista lisävalaistusta vaativat ulkotyöt	200	100	
Julkisivutyöt			

TAULUKKO 6. Muut valaistukset, työtehtävän mukaan suositellut valaistusvoimakkuudet

Muut valaistukset	Valaistusvoimakkuus (lx)		
	Työkohteessa	Välitön lähiympäristö	Tausta-alue
Konetyöt	Työkoneissa on syytä olla lisävalaistus joka suuntaan.		
	nosturin työalue, raivaus- louhinta- ja maansiirtotyöt, perustuskaivannot ja niissä suoritettavat asennustyöt sekä työkoneiden valot		
Työmaatoimisto, sosiaalitulit ja muuta			
näyttöpäätetyöpiste	500	300	100
sosiaali-, ruokailu ja neuvottelutilat	200	150	
työmaalla liikkuminen	Työmaalla, joissa on valaisemattomia alueita, tulisi kaikilla valaisemattomalla alueella työskentelevillä olla laadukas varusteisiin kiinnitettävä valaisin. Esimerkiksi ot-salamppu ja suojakypärä, johon valaisimen saa hyvin kiinnitettyä.		
suunnitelmien tarkastelu digitaaliselta laitteelta	Laitteen näytössä tulisi olla automaattinen kirkkauden säätö.		
räjähdeiden lataus	Koska räjäytyksellä voi olla vakavat seuraukset virhetilanteissa ja valvottava alue on laaja, tulisi räjäytys ja räjähteiden lataus tehdä päivänvalossa.		

6 TOTEUTUSESIMERKKEJÄ, JOILLA VOIDAAN SAAVUTTA A HYVÄ TYÖTEHTÄVÄKOHTAINEN VALAISTUS

Tässä kappaleessa on annettu esimerkkejä siitä, miten eri tilanteissa voidaan pyrkiä hyvään ja tarkoituksenmukaiseen valaistukseen. Mitä pidempikestoinen työsuorite on, sitä laadukkaampi valaistus työpisteelle tulisi järjestää. Esimerkeissä on käytetty yleisesti työmaalla käytössä olevia valaisimia.

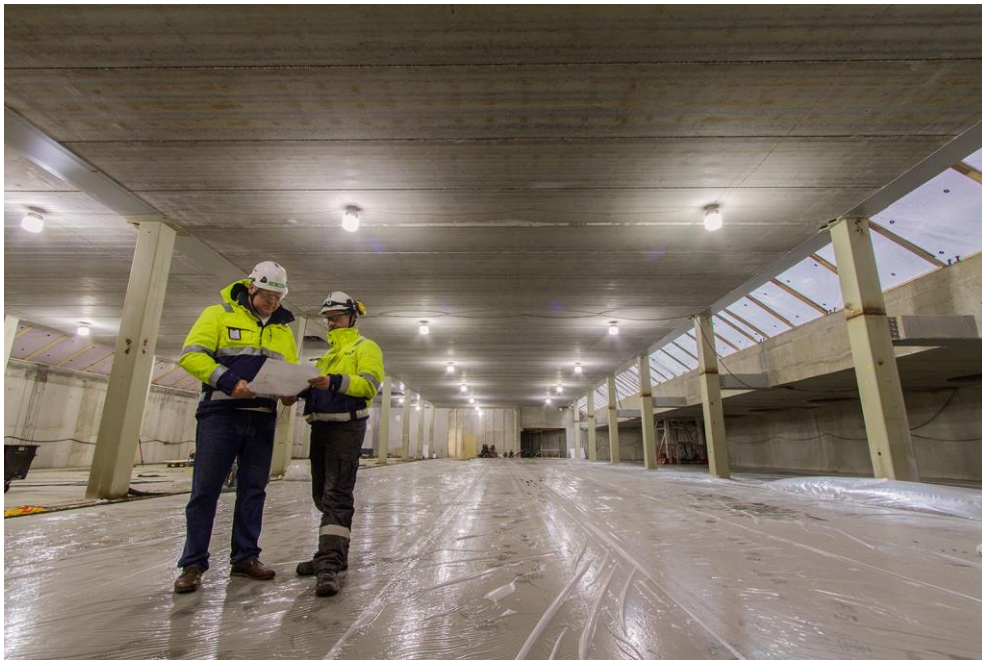
6.1 Yleisvalaistus alueilla, joilla tehdään sisätoita

Yleisvalaistus voidaan toteuttaa sisätiloissa siten, että ensiksi pohjakuvista määritellään alueet, joilla yleisvalaistus tarvitaan. Sen jälkeen sijoitetaan led-työmaavalaisimia (kuva 6) noin 6 metrin rasterilla alueille, jos valaisin saadaan ripustettua noin 3 - 4 metrin korkeuteen. Lopuksi tulisi suunnitella miten valaisimien sähkönsyöttö toteutetaan.

Kuvassa 7 valaistus on asennettu arviolta noin 6 metrin rasterilla. Näin päästään DiaLUX Evo -valaistuksenlaskentaohjelmalla tehdyn laskelman mukaan puhtailla ja uusilla valaisimilla noin 50 luksin valaistusvoimakkuuteen lattiatasolla. Tähän kannattaa kiinnittää huomiota, koska valaistusvoimakkuus tippuu laskelmien mukaan noin 25 luksiin jos valaisinten asennusväli on 8 metriä. Lisäksi kannattaa ottaa huomioon, että valaisimet likaantuvat nopeasti työmaiden pölyisässä ympäristössä, ja että niiden valoteho heikkenee käyttöajan myötä.



KUVA 6. MBerg 48 V LED-työmaavalaisin (Muokattu. Alkuperäinen kuva El & Site)



KUVA 7. Työmaavalaistus toteutettuna noin 6 metrin rasterilla (El & Site)

6.2 Runkovaiheen erillinen työpistevalaistus

Runkovaiheen erillinen työpistevalaistus tapahtuu käytännössä vähintään kahdella liikuteltavalla valaisimella. Hyviä valaisimia tähän tarkoitukseen ovat pienet led-heittimet, jotka on kiinnitetty liikuteltavaan telineeseen. Kuvassa 7 näkyvä valaisin on DeWaltin akkukäyttöinen malli. Telineen avulla valaisimet nostetaan mahdollisimman ylös ja suunnataan hieman alaviistoon, jolloin valaisin ei häikäise niin paljon. Valaisimet asetetaan osoittamaan työaluetta kahdesta eri suunnasta, jotta vältetään työalueella suurilta varjoilta. Kuvassa 8 voi nähdä myös, miten vain yhdestä suunnasta valaistu työkohde muodostaa suuren varjon seinään. Työntekijän silmien on jatkuvasti sopeuduttava uuteen valaistusvoimakkuuteen, joka väsyttää silmiä.



KUVA 8. DeWaltin akkukäyttöinen DCL079 led-työvalo (K-Rauta)

Jos ympäröivä alue on muuten hämärä, valaisimet tulisi sijoittaa kohtalaisen kauas työkentelpisteestä, jotta valoa saadaan myös muuhun ympäristöön. On myös huomioitava, että led-heittimet häikäisevät helposti, ja sen takia niitä tulisi käyttää ainoana valonlähteenä vain silloin kun työpiste muuttuu jatkuvasti, eikä muuta valaistusta alueelle ole vielä järjestetty.

6.3 Paikallista lisävalaistusta vaativat runko- tai sisätyöt

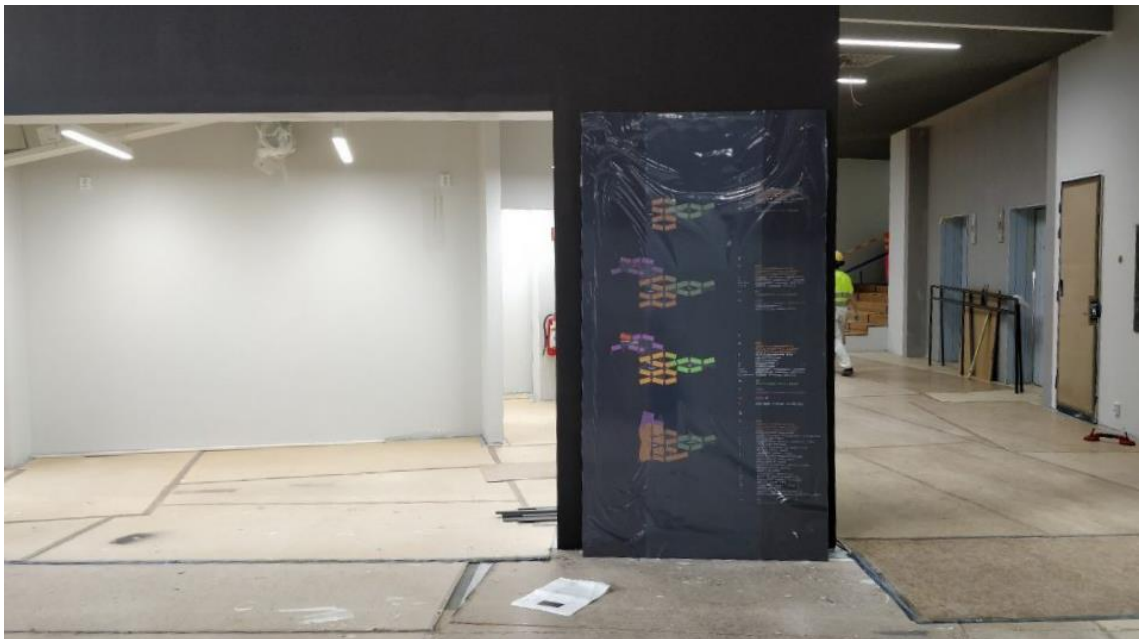
Kun yleisvalaistus on tehty alueille, joilla tehdään sisätöitä, on joitakin työtehtäviä varten syytä järjestää vielä lisävalaistusta. Tällöin yleisvalaistus luo tilaan jo hieman valoa, jolloin voidaan käyttää led-työvalaisimia apuna työkohteen valaisussa. Olennaista on, ettei käytetä katselukorkeudelle sijoitettuja tehokkaita led-valonheittämiä, vaan mieluummin useampia pieniä, esimerkiksi kuvan 8 kaltaisia led-heittämiä tai ympärisäteileviä led-työmaavaloja (kuva 6). Mitä tehokkaampi valaisin on sitä enemmän se yleensä aiheuttaa häikäisyä. Valoa tulee tässäkin tapauksessa saada työpisteeseen useammasta suunnasta, kuitenkin vähintään kahdesta.

6.4 Tarkkuutta vaativat sisätyöt

Tarkkuutta vaativissa sisätyöissä voidaan parannettu yleisvalaistus toteuttaa samalla tavalla kuin paikallista lisävalaistusta vaativissa runko- tai sisätyöissä, mutta lisäksi työntekijä voi itse valaista työpistettään esimerkiksi otsalampulla. Tällöin otsalampun osoittamassa kohdassa voi olla paljonkin valoa, ilman että se tuntuu muusta ympäristöstä poikkeavalta. Jos työskentelyalue on laajempi, on mahdollista yhdistää työpisteeseen valaistuksessa heittämiä ja ympärisäteileviä valaisimia. Sillä pyritään varmistamaan, ettei näköympäristöön muodostu liian suuria luminanssieroja.

6.5 Erityistä tarkkuutta vaativat sisätyöt

Erityistä tarkkuutta vaativat sisätyöt ovat yksinkertaisinta tehdä tai ainakin viimeistellään jälkeen, kun rakennuksen omavalistus saadaan toimintaan. Silloin myös esimerkiksi loppusiivous nähdään tehdä suurin piirtein niissä olosuhteissa, joissa tiloja luovutuksen jälkeen käytetään. Kuvassa 9 näkyy Aalto yliopiston Väre rakennuksen työmaa loppusiivousvaiheessa.



KUVA 9. Rakenteilla olevan kiinteistön oma valaistus on saatu jo toimintaan, jolloin loppulliset tarkistukset ja siivoukset voidaan tehdä lähes niissä olosuhteissa, joissa rakennus tullaan luovuttamaan (Aalto yliopisto)

6.6 Yleisvalaistavat ulkoalueet

Ulkoalueiden valaistustarve on sisävalaistusta huomattavasti pienempi. Kulkuteitä ja valvottavia alueita voidaan valaista ympärisäteilevillä led-työmaavalaisimilla (kuva 10) tai tehokkaammilla led-valonheittimillä (kuva 11). Tärkeintä olisi varmistaa, että valoa tulee aina useammasta kuin yhdestä suunnasta ja etteivät etenkin valonheittimet aiheuta liiallista häikäisyä tai häiriötä työmaalle tai varsinkaan sen ulkopuolelle.



KUVA 10. Ympärisäteilevillä led-työmaavalaisimilla valaistu katettu kulkutie työmaan sosiaalitilojen yhteydessä (STT Info)



KUVA 11. Liikutettava valomasto Trime X-Chain 4x150W LED (Trime)

6.7 Ulkoalueen työvalaistus

Ulkoalueen työvalaistuksessa tulee huomioida, että valoa on työskentelyalueella riittävästi, ja että sitä tulee useammasta eri suunnasta. Parhaiten työvalaistus saadaan aikaan, kun valon heittimet saadaan asennettua tarpeeksi korkealle, ja käytetään tarpeeksi tehokkaita asymmetrisiä led-valonheittäjiä. Nosto- ja purkupaikat sekä erilaiset konetyöpisteet tulisi valaista kuvan 12 mukaisella tavalla.



KUVA 12. Konetyöpiste, joka on valaistu kahdesta suunnasta liikuteltavilla suuritehoisilla valomastoilla (LightTowerparts)

6.8 Paikallista lisävalaistusta vaativat ulkotyöt

Paikallista lisävalaistusta voidaan tarvita esimerkiksi julkisivutöissä. Jos julkisivutyöt tehdään mastolavalta (kuva 13), on hyvän valaistuksen asentaminen mastolavalle järkevin vaihtoehto. Valaistus liikkuu mastolavan mukana aina tarvittavaan kohtaan ja valo on mahdollista asentaa pesemään työskentelyaluetta ilman, että se häikäisee. Tässä kannattaa hyödyntää häikäisysojia, jos sellaisia on valaisinmalliin saatavilla. Lisäksi mastolavalle kannattaa järjestää muunlainen yleisvalaistus, esimerkiksi ympärisäteilevillä led-työmaa-valaisimilla.



KUVA 13. Mastolava Scanclimber SC4000 julkisivutöissä (HRK konevuokraamot)

Telineitä käytettäessä koko teline tulisi valaista hyvin, jotta telineillä on turvallista liikua. Koska valaisimet näkyvät usein myös julkisivussa valaistus tehdään yleensä ristiin limittämällä, jolloin ulospäin näkyvä valaistus on tasaisemman näköinen (kuva 14). Lisäksi työpisteissä kannattaa käyttää työalueen valaisemiseen lisävalaistusta.



KUVA 14. Telinevalaistus Meilahden tornisairaalasta (Telinekataja)

7 POHDINTA

Tämä opinnäytetyö käsittelee työmaavalaistuksen nykyisiä toteutustapoja Suomessa ja sellaisia työmaavalaistuksen kehitysmahdollisuuksia, jotka ovat tällä hetkellä suoraan hyödynnettävissä työmailla. Tavoitteena oli selkeyttää ja keskittää työmaavalaistuksesta löytyvää tietoa niin, että se olisi luettavissa tiivistetysti yhdestä paikasta. Sen takia osana opinnäytetyöprojektia laadittiin myös työmaavalaistusopas, joka kerää tiivistetysti yhteen tämän opinnäytetyön keskeisen sisällön. Työmaavalaistusoppaan ensimmäinen versio julkaistaan tämän opinnäytetyön liitteenä 1.

Opinnäytetyöprojektin aikana järjestettiin myös kyselytutkimus, jonka tavoitteena oli selvittää, millaista työmaavalaistusta Suomessa tällä hetkellä käytetään. Kyselyn vastauksista selvisi myös, onko työmaavalaistuksessa alueellisia eroja ja millaiset asiat vaikuttavat työmaalla näkökokemukseen. Kyselyn tuloksia hyödynnettiin työmaavalaistusopasta ja tämän opinnäytetyön työmaavalaistuksen toteutusohjeita tehdessä. Vastauksien perusteella tehtiin arvioita siitä, mitkä ovat suurimpia ongelmakohtia työmaavalaistuksen toteutuksessa. Tämä näkyy esimerkiksi siinä, että luvussa 5.3 ”Paikallisvalaistus ja työkohteiden valaisu” esiteltävät valaistusvoimakkuudet ovat matalia, jos niitä verrataan Suomessa ratifioituun SFS-EN 12464-1 Valo ja valaistus. Työkohteiden valaistus. Osa 1: Sisätilojen työkohteiden valaistus -standardiin. Siksi myös työmaaolosuhteet tulisi nähdä rakennustyöläisten työpaikkana, eikä väliaikaisena rakennusprojektina. Työhyvinvointi tulisi ottaa huomioon myös silloin kun kyseessä on väliaikainen työpiste. Lisäksi valaistus vaikuttaa olennaisesti näkemistä vaativien tehtävien suorittamiseen ja työn laatuun.

Opinnäytetyön tavoitteet täyttyivät ainakin osittain, sillä tämän työn pohjalta saatiin laadittua työmaavalaistusopas, joka tiivistää työmaavalaistukseen liittyvää tietoutta sekä antaa ohjeita paremman työmaavalaistuksen suunnitteluun ja toteuttamiseen. Lopullinen arvio tavoitteiden täyttymisestä tiedon leviämisen osalta voidaan tehdä vasta myöhemmin, kun selviää miten laajalle tämän opinnäytetyön ja työmaavalaistusoppaan sisältämä tieto leviää.

Kyselyn osalta tavoitteet täyttyivät, sillä kyselystä saatiin tietoa siitä, miten työmaat Suomessa tällä hetkellä valaistaan. Kyselyn ongelmana olikin se, ettei sen tavoitteita määriteltä tarkemmin ja sen suunnittelu jäi liian pinnalliseksi. Tämä aiheutti sen, että kyselyn

kirkkaat tavoitteet jäivät määrittelemättä ennen kyselyn suorittamista. Kyselyn laadintavaiheessa olisi ollut syytä pohtia millä akseleilla kyselyn tuloksia verrattaisiin toisiinsa. Kysymys ja vastaukset kysymykseen ”Näkeekö työmaalla mielestäsi riittävän hyvin?”, olisi voitu muotoilla paremmin viittamaan näkökokemukseen ja samalla ottaa huomioon millä mittareilla kyseistä mielipidettä olisi voitu arvioida. Esimerkiksi valonlähteen ja asennustiheyden osalta tulokset näyttivät mielenkiintoisia yhteyksiä vertailussa työmaalla koettuun näköympäristöön. Kyselyssä olisi tullut ottaa huomioon myös ulkovalaistuksen vertailukohdat, valaistuksen ohjaus ja sen vaikutus muihin mittareihin sekä missä vaiheessa rakennustyömaa on. Päällimmäisenä kyselytutkimuksesta jäi mieleen, että aiheeseen liittyvästä kyselystä ja muutamasta tarkemmin yksittäiselle työmaalle tehdystä kyselystä olisi saanut kirjoitettua kokonaisen opinnäytetyön. Toivottavasti joku lukija vielä tarttuu tähän, sillä työmaat ovat erityispiirteidensä vuoksi hankalia kohteita saavuttaa hyvää näköergonomiaa ja yleisestikin hyvää työergonomiaa. Sen takia olisi tärkeää nostaa aiheutta esiin ja kehittää muutosehdotuksia työmaakulttuurin sekä aiheeseen liittyvään tekniikkaan.

Myös työmaavalaistusteknologiaa tulisi kehittää edelleen, jotta työmaille saataisiin myös kohdevalaisimia, joista voidaan ilmoittaa häikäisyarvot eli UGR-arvot ja jotka eivät häikäise. Hankkeiden rakenteellista muutosta tulisi tutkia lisää sellaisesta näkökulmasta, miten työmaatoimijat saataisiin kiinnittämään huomiota energiatehokkaampaan rakentamiseen. Useiden työmaasähköistyksen ammattilaisten kanssa käytyjen keskustelujen perusteella näyttäisi siltä, että tällä hetkellä työmailla näyttäisi olevan rakenteellinen ongelma siinä, että työmaan käyttämän energian maksaa yleensä tilaaja eikä pääurakoitsija. Ehkäpä tilaaja voisi esimerkiksi määritellä yksittäisiä ehtoja sille, miten energiankulutusta tulisi rakennusprojektin aikana säästää. Tällainen ehto voisi olla muun muassa valaistuksen ohjauksien edellyttäminen, sillä sen tuomat säästöt voisivat olla yllättävänkin suuria.

LÄHTEET

Aalto yliopisto. Kuva ladattu 2.5.2019. <https://aalto.fi/tyomaan-viikkotiedote-vko-17-2018/>

El & Site. Kuvat ladattu 2.5.2019. <https://www.elsite.fi/tuotteet/valo/mberg-48v-led-ty-omaavalaisin/>

HRK konevuokraamot. Kuva ladattu 2.5.2019. <https://www.hrk.fi/tuotteet/780000>

K-Rauta. Kuva ladattu 2.5.2019. <https://www.k-rauta.fi/rautakauppa/led-ty%C3%B6valo-dewalt-kolmijalkainen-dcl079-18v-runko>

LightTowerparts. Kuva ladattu 2.5.2019. <http://www.lighttowerparts.com/images/flash.jpg>

Maanmittauslaitos. Kuva ladattu 11.3.2019. https://www.maanmittauslaitos.fi/sites/maanmittauslaitos.fi/files/attachments/2019/01/tilaston_pohjakartta_a4.pdf

on-light.de. Kuva ladattu 12.3.2019. <https://www.on-light.de/home/news/article/philips-beleuchtet-weltweit-erste-autobahn-ausschliesslich-mit-led.html>

Rakennustyömaan valaistus. 1980. Espoo: Suomen Valoteknillinen Seura Ry.

Rautkylä, E., Puolakka, M., Tetri, E. & Halonen, L. 2010. Effects of Correlated Colour Temperature and Timing of Light Exposure on Daytime Alertness in Lecture Environments. Aalto University. https://www.researchgate.net/publication/252573127_Effects_of_Correlated_Colour_Temperature_and_Timing_of_Light_Exposure_on_Daytime_Alertness_in_Lecture_Environments

Riihimäki, A. 2018. Ihmiskeskeinen valaistus – Yleisesti sekä kouluympäristössä. Talotekniikan koulutusohjelma, sähköinen talotekniikka. Tampereen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

SFS-EN 1838. 2014. Valaistussovellukset. Turvavalistus. Luettu 14.3.2019. Vaatii käyttöoikeuden: <https://online.sfs.fi.elib.tamk.fi/fi/index/tuotteet/SFSsahko/CEN/ID2/1/307529.html.stx>

SFS-EN 12464-1. 2011. Valo ja valaistus. Työkohteiden valaistus. Osa 1: Sisätilojen työkohteiden valaistus. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS. Luettu 12.5.2018. Vaatii käyttöoikeuden: <https://online.sfs.fi.elib.tamk.fi/fi/index/tuotteet/SFSsahko/CEN/ID2/1/174269.html.stx>

SFS-EN 12464-2. 2014. Light and lighting. Lighting of work places. Part 2: Outdoor work places. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS. Luettu 13.3.2018. Vaatii käyttöoikeuden: <https://online.sfs.fi.elib.tamk.fi/fi/index/tuotteet/SFSsahko/CENELEC/ID2/6/170657.html.stx>

SFS-EN 62262. 2011. Sähkölaitteiden kotelointien mekaanisen iskunkestävyyden lujuusluokat (IK-koodi). Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS. Luettu 2.1.2019.

SFS-ISO 3864-1. 2012. Kuvatunnukset ja piirrosmerkit. Turvallisuusvärit ja turvallisuusmerkit. Osa 1: Turvallisuusmerkkien ja turvallisuusmerkintöjen suunnitteluperiaatteet. Luettu 14.3.2019. Vaatii käyttöoikeuden: <https://online.sfs.fi.elib.tamk.fi/fi/index/tuotteet/SFS/ISO/ID2/3/192455.html.stx>

SFS-käsikirja 600-1. 2012. Sähköasennukset. Osa 1: SFS 6000 Pienjännitesähköasennukset. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS.

ST 58.08 Valonlähteet. 2018. Espoo: Sähköinfo Oy. Luettu 11.3.2019. Vaatii käyttöoikeuden: <http://severi.sahkoinfo.fi.elib.tamk.fi/item/676?search=st%2058.08>

ST 58.09 Ulkovalaistus. 2003. Espoo: Sähköinfo Oy. Luettu 2.1.2019. Vaatii käyttöoikeuden: <http://severi.sahkoinfo.fi.elib.tamk.fi/item/663?search=st%2058.09>

ST 58.10 Turvavalistus ja poistumisopasteet. Suunnittelu. 2018. Espoo: Sähköinfo Oy. Luettu 11.3.2019. Vaatii käyttöoikeuden: <http://severi.sahkoinfo.fi.elib.tamk.fi/item/2163?search=st%2059.10>

Sähköturvallisuuden Edistämiskeskus. STEK: 2018 – 2019. Luettu: 24.4.2019 <https://stek.fi/energiatehokkuutta-sahkolla/valaistus/valonlahteet/>

STT Info. Kuva ladattu 2.5.2019. <https://www.sttinfo.fi/tiedote/suomalainen-valaisinkeksinto-nappasi-kultaa-kansainvalisessa-kilpailussa?publisherId=47473605&releaseId=47473619>

Telinekatalja. Kuva ladattu 2.5.2019. https://telinekatalja.fi/wp-content/uploads/2017/08/MBerg_LED-valaisinesite.pdf

Trime. Kuva ladattu 2.5.2019. <http://www.trime.it/index.php/en/services/spare-parts>

Työturvallisuuslaki. 2002. Helsinki: Edita Publishing Oy. Luettu: 11.3.2019 <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>

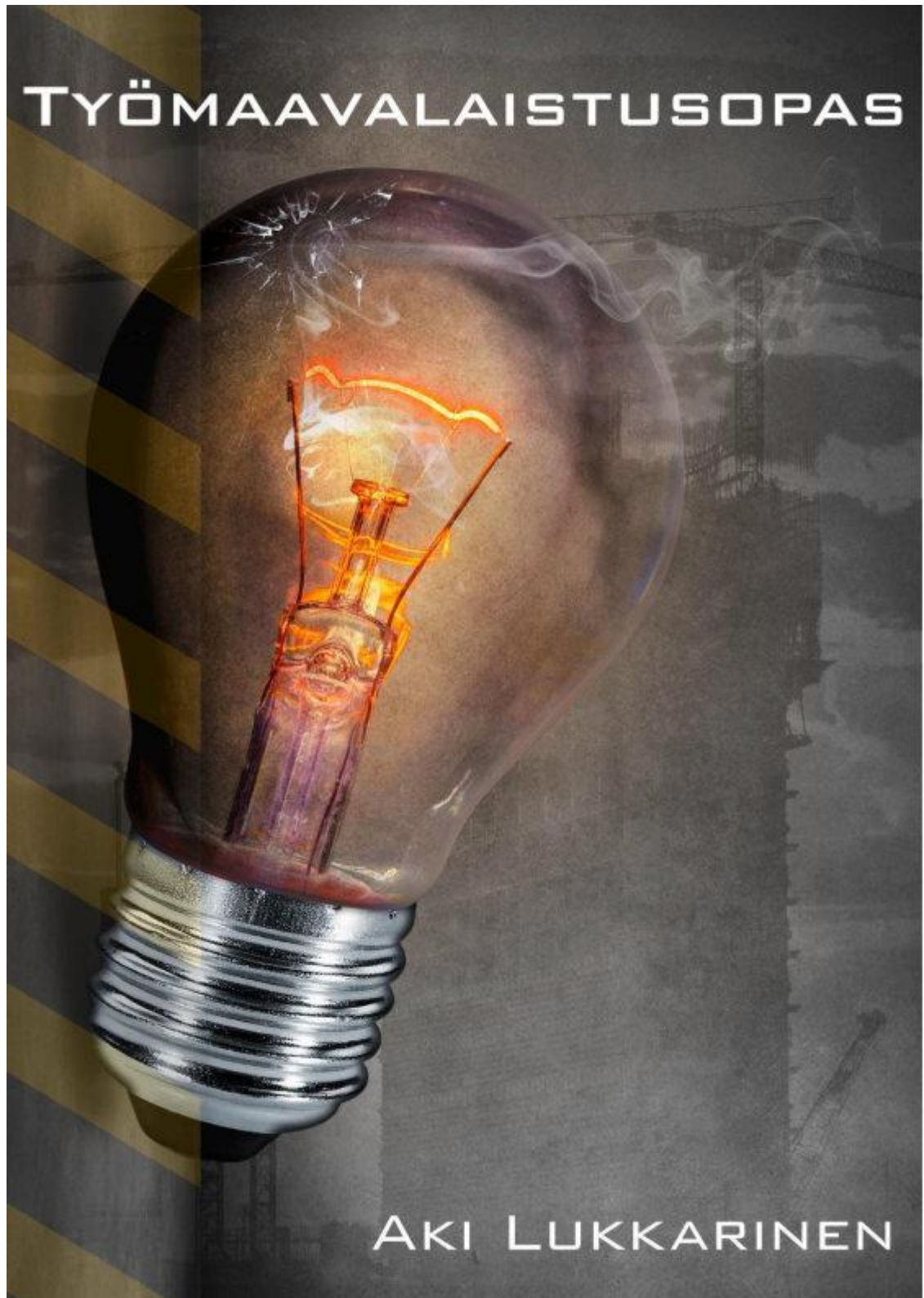
Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta. 2009. Helsinki: Edita Publishing Oy. Luettu: 11.3.2019 <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>

Vick, A., Schlangen, L., Lang, D., Novotny, P., Plischke, H., Smolders, K., Beersma, D., Wulff, K., Foster, R., Cajochen, C., Nikunen, H., Tähkämö, L., Bhusal, P. & Aaltonen, L. 2013. Lighting for Health and Well-Being in Education, Work Places, Nursing Homes, Domestic Applications, and Smart Cities. SSL-erate Consortium.

LIITTEET

Liite 1. Työmaavalaistusopas

Seuraavilla sivuilla on tämän opinnäytetyön pohjalta tehdyn teoksen nimeltä Työmaavalaistusopas 1. painos. 2019.



Työmaavalaistusopas

Aki Lukkarinen

ISBN 978-952-94-1912-8

1. Painos

2019

Sisällysluettelo

Esipuhe.....	5
I. Lainsäädäntö.....	6
II. Valaistustekniikan peruskäsitteet	8
Valo.....	8
Luminanssijakauma.....	8
Valaistusvoimakkuus.....	9
Valon värilämpötila.....	10
Värintoisto	10
Häikäisy.....	11
Välkyntä ja stroboskooppi-ilmiö.....	11
Valaistuksen alenema.....	12
Energiatehokkuus	12
III. Ohjeita työmaan valaistuksen suunnitteluun ja toteutukseen.....	13
Ulkovalaistus.....	13
Ulkovalaisimien kotelointi, iskunkestävyys ja muoto....	13
Valaisinten sijoittelu ja suuntaus.....	14
Valosaaste ja häiriövalo.....	16
Ulkovalaistuksen ohjaukset.....	18
Sisävalaistus	19
SELV- pienoisjännite järjestelmät yleisvalaistuksessa...	19
Valaisinten sijoittelu.....	21
Turvavalaisimet	21
Ohjaukset.....	22
Paikallisvalaistus ja työkohteiden valaistus.....	22

	4
IV. Toteutus esimerkkejä, joilla voidaan saavuttaa hyvä työkohtainen valaistus	27
Yleisvalaistus alueille, joilla tehdään sisätöitä	27
Runkovaiheen erillinen työpistevalaistus	28
Paikallista lisävalaistusta vaativat runko- tai sisätyöt	30
Tarkkuutta vaativat sisätyöt.....	30
Eriyistä tarkkuutta vaativat sisätyöt	30
Yleisvalaistavat ulkoalueet.....	31
Ulkoalueen työvalaistus	32
Paikallista lisävalaistusta vaativat ulkotyöt	33
V. Muuta	34
Työmaan maisemointi	34
Ilkivalta.....	35
Työmaa valaistus tulevaisuudessa.....	35
LÄHTEET	37
Kuva lähteet.....	39

Esipuhe

Tämä opas on kirjoitettu Tampereen ammattikorkeakoululle tehdyn opinnäytetyön ”Työmaavalaisituksen nykytila Suomessa ja ohjeita työmaavalaisukseen”⁽¹⁾ yhteydessä ja on tarkoitus toimia sekä opinnäytetyötä tiivistävänä teoksena, että mahdollisuutena pohdiskella aihetta laajemmin ja tietokirjamaiseen tyyliin.

Työmaa on valaisuksen näkökulmasta mielenkiintoinen kohde. Siellä tehdään enimmäkseen näköhavaintoja vaativia töitä, mutta työmaan valaistus on sen muuttuvan ja väliaikaisen luonteen vuoksi haastavaa toteuttaa kustannustehokkaasti. Siksi joskus käykin mielessä, kuinka paljon rakennusvirheitä ja muuta hutiloitua työmaalla tehdään pelkästään sen takia, ettei siellä nähdä kunnolla.

Merkille pantavaa on myös se, että nykytietämyksen mukaan päivällä saadun valon määrä ja laatu vaikuttavat ihmisen hyvinvointiin ja vireyteen. Siksi tulisikin muistaa, että vaikka yksittäinen työmaa ei välttämättä kestä kuin pari vuotta, työntekijät työskentelevät siinä ympäristössä jatkuvasti. Hämärässä, meluisassa ja pölyisessä ympäristössä työskentely onkin omiaan aiheuttamaan sairauspoissaoloja, ammattitauteja, väsymystä ja työtapaturmia.

Tämän oppaan alkuun on koottu lyhyesti tietoutta työmaan valaistukseen liittyvästä lainsäädännöstä, standardeista ja ohjeistuksista. Osuuden on tarkoitus nostaa esiin, minkä laisia valaistuksia työmailta lakisääteisesti velvoitetaan ja mitkä ovat viimeisimmät suositukset valaistuksen tasosta.

Työmaalla voidaan nykyisellä teknologialla saavuttaa jo laadukas valaistusympäristö, mutta yleensä tämä koetaan liian kalliina ratkaisuna. Oppaan loppupuolelle onkin koottu ohjeita

6

siitä, miten hyvän työmaavalaistuksen voisi toteuttaa kustannustehokkaasti. Ohjeistusta tarkastellessa kannattaa kuitenkin muistaa, että työmaavalaistus tekniikka on samanlaisessa murroksessa kuin muukin valaistus tekniikka. Siitä johtuen parannuksia työmaavalaistuksen laatuun saattaa tapahtua nopeastikin tulevaisuudessa. Ja hyvä niin.

I. Lainsäädäntö

Lainsäädännössä työmaan valaisemisesta on kirjoitettu aika vähän. Se voi johtua siitä, että työmaa on muuttuva ja monesti aika lyhytaikainen ympäristö. On kuitenkin hyvä muistaa, että myös laki takaa työntekijöille tietynlaiset valaistusolosuhteet.

Työturvallisuuslaki (23.8.2002/738)

34 § Työpaikan valaistus

”Työpaikalla tulee olla työn edellyttämä ja työntekijöiden edellytysten mukainen sopiva ja riittävän tehokas valaistus. Sinne on mahdollisuuksien mukaan päästävä riittävästi luonnonvaloa.

Valtioneuvoston asetuksella voidaan antaa tarkempia säännöksiä työpaikan yleis- ja erityisvalaistuksesta.”²

7

**Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta
(205/2009)****26 § Valaistus**

”Rakennustyömaalla sekä erityisesti kulkuteillä on oltava riittävä ja sopiva yleis- ja paikallisvalaistus. Suuria ja äkillisiä valaistuseroja sekä häikäisyä on vältettävä. Valaisimet tulee asentaa siten, että ne eivät aiheuta vaaraa työntekijöiden turvallisuudelle.

Kohteissa, joissa työntekijät ovat yleisvalaistuksen joutuessa epäkuntoon erityisen alttiina vaaralle, on huolehdittava riittävästä varavalaistuksesta.

Sellaisissa maa- ja vesirakennustöissä, kuten tunnelin louhinnassa, sekä muissa vastaavissa töissä, joissa ei voida kohtuudella vaatia järjestettäväksi muuta valaistusta, saa 1 momentin estämättä käyttää työkoneen omaa tai työntekijän mukanaan kulljettamaa valaistusvälinettä.”⁽³⁾

Lisäksi työpaikan valaistuksesta on Suomessa vahvistettu kansallisiksi standardeiksi SFS-EN 12464-1 (2011) työkohteiden valaistus. Osa 1: Sisätilojen työkohteiden valaisu⁽⁴⁾, SFS-EN 12464-2 (2014) Lighting of work places. Part 2: Outdoor work places⁽⁵⁾ ja SFS-EN 1838 (2013) Turvavalaistus⁽⁶⁾.

Sähköinfo on julkaissut ST-kortistossa kortteja, jotka käsittelevät rakennustyömaata tai työpaikka valaistusta. ST-kortistosta löytyy muun muassa:

- ST 51.35 Rakennustyömaan sähköverkon suunnittelu (2009)⁽⁷⁾,
- ST 53.28 Pienoisjännitejärjestelmät SELV, PELV ja FELV (2016)⁽⁸⁾,
- ST 58.02 Valaistuksen toteutus standardin SFS-EN 12464-1 mukaisesti (2017)⁽⁹⁾,

- ST 58.04 Ohjeita valaistuksen suunnitteluun ja toteutukseen (2017) ⁽¹⁰⁾,
- ST 58.08 Valonlähteet (2017) ⁽¹¹⁾,
- ST 58.09 Ulkovalaistus (2003) ⁽¹²⁾,
- ST 59.10 Turvavalistus ja poistumisopasteet. Suunnittelu (2018) ⁽¹³⁾ ja
- ST-käsikirja 36 Poistumisvalaistus (2019) ⁽¹⁴⁾.

II. Valaistustekniikan peruskäsitteet

Valo

Valoksi kutsutaan sähkömagneettisen säteilyn aallon pituuksia, jotka ihmisen silmät pystyvät havainnoimaan.

Luminanssijakauma

Luminanssijakauma tarkoittaa pinnanheijastuksien tasaisuutta näkökentässä. Se vaikuttaa olennaisesti kohteiden havaitsemiseen ja silmien väsymiseen. Tietyn väriset esineet kuten huomiovärivaatteet heijastavat enemmän valoa, kuin betoniset seinät, jotka nopeuttavat kohteen havaitsemista muusta ympäristöstä. ⁽⁴⁾

Jos työkohdetta valaistaan suuritehoisella työkohdevalaisimella ja ympäristön muu valaistus on himmeä tai olematon, voi työntekijän näkökenttään muodostua suuria luminanssieroja. Työntekijä voi myös omalla varjollaan luoda suuria luminanssieroja näkökenttäänsä, jos valaisimia on vain yksi tai jos valaisimet on suunnattu huonosti. Tämä voi aiheuttaa väsymystä työntekijässä, koska silmän on jatkuvasti sopeuduttava uuteen kirkkaustasoon.

Tämän voi nähdä peilin edessä sammuttamalla ja sytyttämällä valoja. Silloin voi havainnoida miten pupillit laajenevat ja supistuvat valaistus olosuhteiden muuttuessa. Jos tämä on

9

jatkuva, silmä väsy. Silmällä ei kuitenkaan ole mekanismeja kehittyä kuten lihassoluilla, joten treenaaminen ei tässä tapauksessa auta, vaan voi aiheuttaa fysiologisia oireita kuten päänsärkyä.

Valaistusvoimakkuus

Valaistusvoimakkuus tarkoittaa sitä, kuinka paljon valoa säteilee tiettyyn pisteeseen jostakin suunnasta. Se on siis riippuvainen mittauksen suunnasta ja sillä voidaan tarkoittaa myös jonkun alueen keskiarvoa. Valaistusvoimakkuuden yksikkö on luksit [lx].

Työalueen valaistusvoimakkuus vaikuttaa suuresti siihen, kuinka nopeasti, turvallisesti ja miellyttävästi henkilö suoriutuu työtehtävästään.⁽⁴⁾

Eron havaitseminen valaistusvoimakkuudessa, on riippuvainen mittasuhteesta. Esimerkiksi aika hämärässä 20 luksin ja 30 luksin välinen ero on selvästi havaittavissa, kun taas eron havaitsemiseen 2000 luksin valaistusvoimakkuudessa vaatii jo 3000 luksia. Oheinen kaavio osoittaa subjektiivisesti havaittavan eron valaistusvoimakkuudessa.⁽⁴⁾



Työalueen valaistusvoimakkuudet tulisivat olla sellaisia, että myös tehtäväalueen ulkopuolella olisi valoa. Näin pyritään saamaan työskentelyalueen näköympäristöstä sellainen, ettei näkökenttään pääse muodostumaan suuria luminanssieroja.

Valon värilämpötila

Valon värilämpötila on subjektiivinen kokemus siitä, millaisena valon sävy koetaan. Kokemukseen voi vaikuttaa muun muassa ympäristön valon määrä, mutta myös henkilön silmän ominaisuudet. Esimerkiksi ihmisen vanhentuessa silmän linssi saattaa kellastua, joka suodattaa valon sinisiä aallon pituuksia.

Valo koetaan yleensä lämpimänä, jos sen värilämpötila on alle 3 300 kelviniä, neutraalina jos sen värilämpötila on 3 300 – 5 300 kelvinin välillä, sekä kylmänä jos sen värilämpötila on yli 5 300 kelviniä. ⁽⁴⁾

Valon värilämpötilalla on todettu olevan muun muassa piristävä vaikutus ihmisen vireystilaan ⁽¹⁵⁾ ja helpottavan lounaan jälkeistä väsymystä ⁽¹⁶⁾. Väsyneenä ihmiset tekevät helpommin virheitä ja suoriutuvat tehtävistä hitaammin.

Pidempi aikaisena vaikutuksena aamulla saadun sinisenvalon määrä vaikuttaa muun muassa unenlaatuun, sekä työhyvinvointiin ja saattaa vähentää sairauspoissaoloja.

Nyrkkisääntönä voidaan pitää, että työmaavalaistuksen valon tulisi olla laajaspektristä, eli sisältää laajasti eri värejä. Lisäksi sen tulisi olla värilämpötilaltaan vähintään 4000 kelviniä ja mieluummin yli 5000 K.

Värintoisto

Valonlähteen säteilemä valo voi toistaa pinnoilta vain niitä valon aallonpituuksia, eli värejä, joita valonlähde säteilee. Värintoisto ilmaistaan yleisellä värintoistoindeksillä R_a ja se

11

vaikuttaa muun muassa siihen, miten helposti ja nopeasti pystymme havaitsemaan kohteita ja yksityiskohtia ympäristöstä. Led-valaistuksessa värintoistoindeksi on lähes aina yli 80, jota nykyisten standardien mukaan voidaan pitää riittävänä tasona työmaakäytössä.

Turvavärien, jotka ovat standardin ISO 3864-1 määrittämiä, tulee toistua aina oikein ⁽⁴⁾.

Häikäisy

Häikäisyn tunnetta aiheuttavat kirkkaat kohteet. Työmaalla häikäisyä voi aiheuttaa esimerkiksi työmaavalaisimet ja niiden osat, hitsauksen valokaaret ja liekit, työkoneet ja niiden valaisimet sekä rakennuksen aukoista tuleva päivänvalo, jos tila on muuten pimeä.

Työmaavalaisimien häikäisyä voi parhaiten estää sillä, että kiinnittää huomiota valaisimen UGR (Unified Glare Rating) -arvoon eli häikäisyindeksiin ⁽⁴⁾. Työmaavalaisimissa tosin harvoin mainitaan UGR -arvoa. Sitä kannattaa kuitenkin kysyä valmistajalta, jotta valaisinvalmistajat kiinnittävät jatkossa huomiota häikäisyyn.

Välkyntä ja stroboskooppi-ilmiö

Työmaalla välkyntää voivat aiheuttaa huonolaatuinen sähköverkko, virheelliset asennukset, sekä huonolaatuiset tai vioittuneet valaisinkomponentit. Välkyntä voi aiheuttaa fyysisiä oireita kuten päänsärkyä, sekä häiritä työskentelyä ja keskittymistä ⁽⁴⁾.

Välkynnästä voi aiheutua myös stroboskooppi-ilmiö, joka saa pyörivien tai edestakaisin liikkuvien koneiden tai niiden osien liikkeen näyttämään hidastetulta tai pysähtyneeltä. Se hankaloittaa kohteiden nopeuden arvioimista ja voi aiheuttaa vaaratilanteita työmaalla. ⁽⁴⁾

Valaistuksen alenema

Työmaalla valaisimien pinnalle kertyy nopeasti likaa, joka vaikuttaa suuresti valaisimesta ulostulevaan valotehoon. Valaisimet tulisi puhdistaa aika-ajoin. Vaihtoehtoisesti niissä voidaan käyttää suojapussia, joka vaihdetaan puhtaaseen tai puhdistetaan likaantumisen jälkeen.

Led-valaisimien valoteho laskee myös käytössä. Tämä merkataan valaisimiin yleensä niin, että valaisimelle annetaan käyttöikä tunteina, jonka jälkeen valon määrästä tulisi olla jäljellä L-arvolla ilmoitettu osuus uuden valaisimen ilmoitetusta valon määrästä, B-arvolla ilmoitetussa määrässä valaisimista.

Esimerkiksi jos valaisimessa on merkintä 20 000 h L₉₀B₅₀, tulee 50 % valaisimista olla 90 % valon määrästä jäljellä 20 000 käyttötunnin jälkeen. ⁽¹⁷⁾

Valaisimessa voi olla myös merkintä C, joka tarkoittaa valaisimen täyttä hajoamista, niin ettei led-moduuli tuota enää yhtään valoa. ⁽¹⁷⁾

Energiatehokkuus

Valaistus voi kuluttaa työmaalla paljon energiaa, koska valaisimia tarvitaan paljon ja ne voivat olla pitkiä aikoja päällä. Joskus turhaankin.

Valaistuksen energiatehokkuutta voidaan lisätä ohjaamalla valaistusta esimerkiksi kello-ohjauksilla, hämäräkytkimillä tai astronomisilla kelloilla.

III. Ohjeita työmaan valaistuksen suunnitteluun ja toteutukseen

Ulkovalaistus

Työmaan ulkovalaistuksen pääasiallinen tarkoitus on taata turvalliset työskentely- ja liikkumisolosuhteet työmaan alueella. Työmaan ulkovalaistus voidaan jakaa kolmeen osa-alueeseen, joilla kaikilla on käyttötarkoitukseen perustuvat valaistussuosituksen. Osa-alueet ovat:

- Yleisvalaistus kulkuteille ja vartioitaville alueille, kuten esimerkiksi valvontakameran kohdealue ja varastointialueet.
- Ulkoalueiden työkohdevalaistus, esimerkiksi purku- ja nostoalueet sekä erilaiset ulkotyöpisteet
- Paikallista lisävalaistusta vaativat ulkotyöt, kuten tarkkuutta vaativat julkisivu työt

Ulkovalaistuksen suunnittelussa kannattaa ottaa huomioon, että ulkona tarvitaan huomattavasti vähemmän valoa kuin sisällä. Valaistuksesta ei myöskään saisi syntyä liikaa häiriövaloa. Työmaa-alueita ei yleensä ole tarpeen valaista kokonaan, vaan alueet valaistaan tarvittavilta osin. Valaisimet tulee suunnata siten, etteivät ne aiheuta häiriötä luonnolle tai lähialueiden ja -rakennusten käyttäjille.

Ulkovalaisimien kotelointi, iskunkestävyys ja muoto

Ulkovalaisimia valittaessa tulee ottaa huomioon työmaan haastavat olosuhteet. Valaisimet ovat yleensä alttiina kaikille sääolosuhteille. Ulkovalaisimen IP-luokituksen tulee olla vähintään IPX4, jos se on alttiina sateelle. Kuitenkin työmaan haastaviin olosuhteisiin kannattaa harkita IP56 luokitusta. IP56 suojaus tarkoittaa, että valaisin on pölytiivis, ja että se kestää voimakkaan vesisuihkun kaikista suunnista.

14

Työmaalla valaisimet saattavat joutua myös iskujen, tärinän ja ilkvallan kohteeksi. Tästä syystä valaisimen IK-koodin on syytä olla vähintään IK08, jolloin kotelo on tehty kestäväksi vähintään 5 joulen isku. 5 joulea vastaa noin 1,7 kg iskuvasaran pudottamista 0,3 metrin korkeudelta. ⁽¹⁸⁾

IK09 koteloinnin tulee kestää 10 joulea, eli kaksi kertaa suurempi isku kuin IK08, ja IK10 koteloinnin 20 joulea ⁽¹⁸⁾.

IK-koodia voi havainnoida tilanteella, jossa 2 kg painava IK10 koteloidun valonheittimen tulisi kestää 1 metrin tiputus kohtalaisen terävän kiven päälle, kun vastaavan IK08 valaisimen vain noin 25 cm tiputuksesta.

Lisäksi jos valaisimen asennuspaikka on avoin ja tuulinen, tulee ottaa huomioon myös valaisimen muoto. Suuri tuulipinta-ala aiheuttaa paljon räsitystä valaisimeen ja sen kiinnitykseen, jonka seurauksena valaisin voi vaurioitua, irrota tai kaataa telineen, johon se on kiinnitetty.

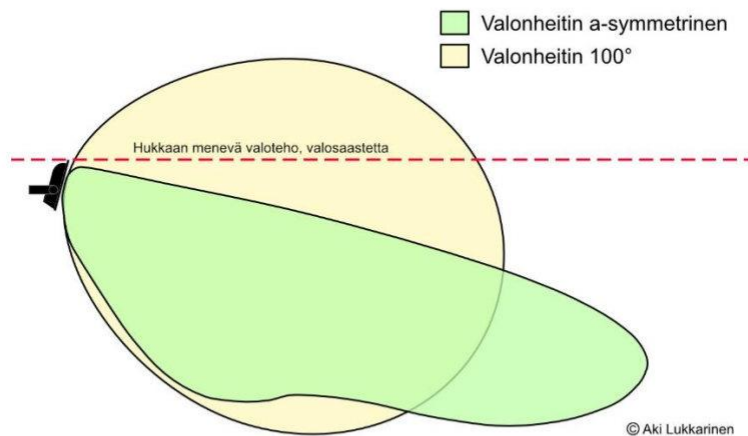
Valaisinten sijoittelu ja suuntaus

Työmaan ulkovalaistuksella valaistetaan yleensä laajoja alueita, kuten varastointi alueita, nostopaikkoja, elementtien purku- ja säilytyspaikkoja sekä kulkuteitä. Alueet, joissa tehdään nostotai konetöitä ja, joissa näkeminen on turvallisuuden kannalta tärkeää, on syytä valaista eri suunnista. Tällä varmistetaan, ettei alueelle muodostu suuria varjoja, joista voi syntyä vaaratilanteita. Suuret varjot vaikeuttavat myös liikkeen havaitsemista sekä etäisyyksien arvioimista.

Valaistuksen väriämpötila kannattaa ulkotyöskentelyssä olla neutraali, vähintään 4000 K. Se pitää työntekijät vireämpänä ja on hieman energiatehokkaampaa tuottaa led-valaisimilla. Hyvä aluevalaistus myös luo alueesta turvallisemman tuntuksen ja työntekijät oletettavasti työskentelevät mieluummin turvallisessa työympäristössä.

15

Koska valaistavat alueet ovat yleensä laajoja, tulisi valaisinvalintoihin kiinnittää erityistä huomiota. Asymmetrinen eli epäsymmetrinen valonjako on ulkotiloihin ja laajoille alueille hyvä, koska sillä saadaan paremmin kohdistettua valo valaistavalle alueelle. Silloin valoteho saadaan lähes kokonaan hyötykäyttöön. Koska oikein suunnattuna asymmetriset valonheittimet eivät säteile yhtä paljon häiriövaloa ja valosaastetta kuin laajakeilaiset valonheittimet, ne eivät häiritse yhtä paljon muita lähialueiden ja kiinteistöjen käyttäjiä. Laajakeilaisen valonheittimen valon avautumiskulma voi olla esimerkiksi 100 astetta.



Asymmetrinen eli epäsymmetrinen valonjako aiheuttaa vähemmän valosaastetta ja valaisee halutun alueen paremmin ja tehokkaammin kuin symmetrinen valonjako.

Varsinkin suuritehoiset heittimet tulee suunnata siten, etteivät ne häikäise työntekijöitä, eivätkä häiritse lähialueiden ja niiden kiinteistöjen käyttäjiä.

Valosaaste ja häiriövalo

Ulkovalaistuksesta syntyy aina valosaastetta. Valaistus tulisi suunnata siten, että siitä suuntautuisi mahdollisimman vähän valoa valaisimen asennuspisteen yläpuolelle. Tästä käytetään nimitystä yläpuolisen valon suhde eli ULR (Upward light ratio)⁽¹²⁾.

Häiriövaloa on kaikki, mikä voi häiritä luontoa tai lähialueiden ja kiinteistöjen käyttäjiä. *ST-kortissa 58.09 Ulkovalaistus*⁽¹²⁾ häiriövaloa on arvioitu sillä, paljonko valaistusvoimakkuus lähikiinteistöjen ikkunoissa saa olla ilta- ja yöaikaan sekä kuinka intensiivinen valovirta johonkin kohteeseen, esimerkiksi jalankulkijaan kohdistuu työmaalta. Näitä on kuitenkin hankala mitata, varsinkin kun otetaan työmaan lyhytkestoinen ja muuttuva luonne huomioon. Valaisimet tulee kuitenkin suunnata siten, että muut lähialueiden käyttäjät ja luonto on otettu huomioon. Erityistä huomiota tulee kiinnittää alueilla, jossa ympäristön häiriövalo on muuten vähäistä (seuraavan taulukon sarakkeet E1 ja E2).⁽¹²⁾

17

ST-kortin 58.09 Ulkovalaistus (2003) mukaan häiriövalo tulee rajata seuraavan taulukon mukaisesti ⁽¹²⁾.

Alue	E1	E2	E3	E4
Ympäristö	luonnontilainen	maalaismainen	esikaupunki	kaupunki
Valaistusympäristö	pimeää	vähäistä alueellista valaistusta	keskitasoisista alueellista valaistusta	voimakasta alueellista valaistusta
Esimerkiksi	kansallispuisto	maaseudun teollisuus- tai asuinalueet	esikaupunkialueen teollisuus- tai asuinalueet	kaupunkien keskukset tai kauppalueet
Yläpuolisen valon suhde (ULR %)	0 %	5 %	15 %	25 %
Valaistusvoimakkuus ikkunoissa ilta-aikaan	2 lx	5 lx	10 lx	25 lx
Valaistusvoimakkuus ikkunoissa yöllä	1 lx	1 lx	2 lx	5 lx
Valovirta kohteeseen	2 500 cd	7 500 cd	10 000 cd	25 000 cd

Seuraavassa taulukossa on esitetty esimerkki laskelmia, miten valonheittimen asennuskulma vaikuttaa valosaasteen.

Valaisimen asennuskulma 0° = valon suuntaus kohti suoraan alaspäin	Yläpuolisen valon suhde (ULR %) 100°	Yläpuolisen valon suhde (ULR %) 100° Asymmetrinen valonjako (huom. asymmetrisen valaisimen valonjako on valaisinkohtainen)		
90°	50 %	23,5 %		
80°	40 %	14,5 %		
70°	30,5 %	8,5 %		
60°	21,5 %	5 %		
50°	14 %	3 %		
40°	8 %	2 %		
30°	4 %	1 %		
20°	1,5 %	0,5 %		
10°	0 %	0 %		
0°	0 %	0 %		
Ei tulisi käyttää missään olosuhteissa	E4	E3	E2	E1

Ulkovalaistuksen ohjaukset

Ulkovalaistusta kannattaa ohjata energiatehokkuuden ja työmaan lähiympäristön viihtyvyyden parantamiseksi, sekä häiriövalon ja valosaasteen minimoimiseksi. Ohjaustapoina voidaan käyttää muun muassa liiketunnistin-, hämärä-, kello- tai astronomista kellokytkintä. Astronominen kellokytkin ohjaa valaisimia auringon nousun ja laskun mukaan.

Valaistus kannattaa ohjata päälle hämärän tullessa ja pois päältä, kun työt työmaalla lopetetaan. Osa valaisimista voidaan kuitenkin jättää päälle tai asettaa liiketunnistimien taakse, jotta

19

esimerkiksi valvontakameroille saadaan tarpeeksi valaistusta. Myös pelastusviranomaisten on nähtävä liikkua alueella tarpeen vaatiessa.

Valaistus kannattaa ohjata keskitetysti valaistuksenohjauskeskuksilta. Niistä valaisimet voidaan ohjata astronomisella kellokytkimellä päälle ja pois päivänvalon rytmin mukaan sekä rajata yöaikana valaistus kokonaan pois. Jotta valvontakameroille saadaan riittävästi valoa ja mahdolliset alueelle kuulumattomat henkilöt säikäytettyä pois, voidaan liiketunnistimella pakottaa kaikki valot yö- ja ilta-aikaan päälle.

Sisävalaistus

Työmaan sisävalaistuksen tarkoituksena on luoda työmaalle turvalliset ja tarkoituksenmukaiset työskentely olosuhteet näkemisen osalta. Valaistuksella toteutetaan myös edellytykset turvalliselle poistumiselle hätätilanteissa. Lisäksi valaistuksella on vaikutusta työhyvinvointiin ja oikeanlaisella valaistuksella saadaan lisättyä ihmisen tekemän työn laatua ja tuottavuutta.

Työmaan sisävalaistus voidaan jakaa viiteen osa-alueeseen:

- yleisvalaistus alueille, joilla tehdään sisätöitä,
- runkovaiheen työpistevalaistus,
- paikallista lisävalaistusta vaativat runkotyöt,
- tarkkuutta vaativat sisätyöt ja
- erityistä tarkkuutta vaativat sisätyöt.

SELV- pienoisjännite järjestelmät yleisvalaistuksessa

Pienoisjännitteellinen led-valaistusjärjestelmä koostuu muuntajasta, jonka toisiopuolelle asennetaan valaisin verkostoa esimerkiksi parikaapelilla. Verkon rakentamisessa voidaan hyödyntää valmiita määrämittäisiä kaapeleita pistoliittimillä tai

käyttää kaapelia ja haaroitusliitintä eli niin sanottua rosvoliitintä. Muuntajista ja kaapeli pituuksista riippuen, voidaan yhden muuntajan taakse kytkeä noin 25 valaisinta per piiri.



Kuvassa on esitetty pienisjännite LED-valaistusjärjestelmä ja sen osat.

Pienisjännite järjestelmässä on monia hyviä puolia verrattuna 230V vastaaviin toteutuksiin:

- SELV-järjestelmä (safety extra low-voltage), eli suojattu pienisjännite järjestelmä, on turvallinen, eikä sen rakentamiseen ja muokkaamiseen vaadita sähköasentajaa, koska järjestelmä on perus- ja vikasuojattu. Asentajan tulisi kuitenkin olla opastettu ja omata riittävä asiantuntemus järjestelmän turvalliseen asentamiseen.
- Valaistusjärjestelmä on helposti muokattavissa.
- Valaisimista ei saa otettua virtaa 230 V laitteisiin, joka parantaa valaistusjärjestelmän toimintavarmuutta.
- Valaisimet tarvitsevat toimiakseen erillisen muuntajan, jolloin niiden varastaminen on vähemmän houkuttelevaa.

Järjestelmää suunniteltaessa ja asennettaessa on otettava huomioon, että pienemmällä jännitteellä jännitteen alenema

21

aiheuttaa nopeammin ongelmia verkon toiminnassa. MBerg 48 V -led-työmaavalaisimia voi valmistajan mukaan asentaa yhteen piiriin 15-22 kappaletta valaisimien asennustiheydestä riippuen. MBergin muuntajissa on kaksi tai kolme piiriä.

Valaisimien asennus väli	Valaisimien enimmäismäärä piirissä	Linjan pituus muuntajalta viimeiselle valaisimelle
6 metriä	22 kappaletta	132 metriä
8 metriä	19 kappaletta	152 metriä
12 metriä	15 kappaletta	180 metriä

MBerg 48 V led-valaisinten suositeltu enimmäismäärä piirissä

Valaisinten sijoittelu

Sisätilojen yleisvalaistus tulee sijoittaa siten, että kulkuteillä on turvallista liikkua ja kuljettaa tavaraa. Kulkutiet tulisi valaista tarpeeksi tiheällä valaisin välillä, ettei niille muodostu suuria katvealueita.

Portaikot tulee valaista jokaiselta tasolta, koska jos valo tulee ainoastaan yhdestä suunnasta syvyyden ja portaiden hahmottaminen vaikeutuu. Tästä voi seurata vaaratilanteita ja työtapaturmia.

Valaisimen asennuskorkeuden tulisi olla sellainen, että valo jakaantuu riittävän tasaisesti lattiapinnalle. Pinnalle tulisi kuitenkin saavuttaa riittävä valaistusvoimakkuus. Yleensä valaisinten asennuskorkeus on noin 2,5 – 5 metriä johtuen rakennusten kerroskorkeudesta.

Turvavalaisimet

Turvavalojen tarkoitus on taata työmaalta turvallinen poistuminen sähkökatkon tai hätätilanteen sattuessa. Etenkin paikoissa, joihin ei pääse ollenkaan luonnonvaloa ja ovat sokkeloisia, kuten kellareissa, tulee turvavalalaistukseen kiinnittää erityistä huomiota.

22

Kulkuväylien katvealueessa tulee olla vähintään 1 luksin valaistusvoimakkuus ⁽¹³⁾. Lisäksi poistumisteitä tulisi korostaa esimerkiksi sijoittamalla turvavalaisin siten, että se valaisee poistumistiellä olevaa ovea. Pienjännitteisten turvavalaisimien akun kesto on yleensä noin 30 minuuttia. Turvavalaisimia sijoittaessa kannattaa myös pitää mielessä, että niiden valon määrä saattaa laskea, kun ne siirtyvät akkukäytölle

Turvavalaistusta kannattaa testata aika-ajoin ja varmistaa, että poistuminen on mahdollista turvallisesti myös yleisvalaistuksen sammussa.

Ohjaukset

Sisävalaistusta voidaan ohjata erillisellä ohjauskeskuksella tai suoraan muuntajasta. Sen ohjaaminen on toistaiseksi yksinkertaisempaa kuin ulkovalaistuksen, sillä sisällä tarvitaan valoa myös päivällä ja yksittäisten valopisteiden ohjaaminen on vielä hankalaa. Valaisimia ohjataan usein ryhmittäin.

Sisävalaistus kannattaa kuitenkin ohjata päälle ja pois vähintään työskentelyaikojen mukaan, sillä se säästää jo huomattavasti energiaa ja rahaa.

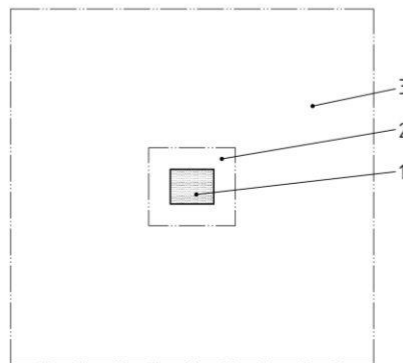
Paikallisvalaistus ja työkohteiden valaistus

Seuraaviin taulukoihin on koottu valaistusvoimakkuuksia, jotka ovat toteutettavissa työmaaolosuhteissa tällä hetkellä. Taulukko ei kuitenkaan tarkoita sitä, että näin mataliin valaistusvoimakkuuksiin tulisi tyytyä. Monissa taulukoiden kohdissa parempi valaistus on jo nyt saavutettavissa kohtalaisen helposti, jos työmaalla riittää tahtotilaa ja osaamista panostaa työmaavalaistukseen. Taulukon arvoja voi kuitenkin pitää lähtötasona, jonka pohjalta voi esimerkiksi kokeilla työmaavalaistuksen mallintamista valaistuslaskentaohjelmilla.

23

Taulukon arvoja voi myös itse testata työmaalla esimerkiksi lataamalla älypuhelimeen suuntaa-antavan valaistusvoimakkuusmittaussovelluksen tai lainaamalla kalibroitua valaistusvoimakkuusmittaria esimerkiksi Suomen valotekniseltä seuralta.

Taulukossa esiintyvät työkohteen välitön lähiympäristö tarkoittaa 0,5 metriä leveää vyöhykettä työalueen ympärillä ja tausta-alue tarkoittaa 3 metriä leveää aluetta työkohteen välittömän lähiympäristön ympärillä.



Selitte

- 1 työalue
- 2 välitön lähiympäristö (vähintään 0,5 m leveä vyöhyke näkökentässä työalueen ympärillä)
- 3 tausta-alue (vähintään 3 m leveä välitöntä lähiympäristöä ympäröivä alue tilan asettamissa rajoissa)

Työalueen ympärillä olevien välittömän lähiympäristön ja tausta-alueen vähimmäismitat ⁽⁴⁾

Sisävalaistukset	Valaistusvoimakkuus (lx)		
	Työkohteessa	Välitön lähiympäristö	Tausta-alue
Yleisvalaistus alueille, joilla tehdään sisätoita	50	50	25
kulkutiet, logistiikka, apu- ja varastointityöt, työmaasiivous, telinetyöt, purkutyöt, kaapelireittien teko ja kaapelien veto sekä vesi- ja lämpöeristeiden asentaminen			
Runkovaiheen erillinen työpistevalaistus	75	50	25
runkoelementtien asennus, raudoitukset, betonivalut, piikkaukset ja poraukset, injektointi ja ruiskubetonointi, muut betonityöt, kuten pintojen puhdistus, muottityöt, kulkuteiden, suojakaiteiden ja -kattojen tekeminen, runkotyöt			
Paikallista lisävalaistusta vaativat runko- tai sisätyöt	100	75	50
elementtien saumaus, kevytbetoniharkkojen muuraus ja liimaus, erikoisraudoitukset, rappaus, pinnan hierto ja hionta, väliseinä- ja runkomuuraus			
Tarkkuutta vaativat sisätyöt	200	150	
loppusiivous, lattian pinnoitustyöt, LVI-laitteasennukset sekä putki- ja kanavaliitosten tekeminen, pinnoitusten esityöt, koneiden, laitteiden, työkalujen ja sähkölaitteiden huolto-, korjaus- ja puhdistustyöt			

25

Erityistä tarkkuutta vaativat sisätyöt	500	300	100
työpiirustusten lukeminen työmaalla, pintalaatoitus- ja vaativat muuraustyöt, sähkö- ja datakytkennät, asennuspenkkityöt, maalaus-, hionta- ja lattianpäällystystyöt, kiinteässä työpisteessä tehtävät kuten konesahaus, sirkkelöinti ja hitsaus sekä sisustus-, kalustus- ja viimeistelytyöt			

Ulkovalaistukset	Valaistusvoimakkuus (lx)		
	Työkohteessa	Välitön lähiympäristö	Tausta-alue
Yleisvalaistavat ulkoalueet	5	-	-
purkutyöt, telinetyöt, logistiikka, apu- ja varastointityöt sekä työmaasuunnitelman mukaiset kulkutiet			
Ulkoalueen työvalaistus	50	20	-
nosto- ja purkupaikat, elementtien säilytys ja muut ulkotyöpisteet			
Paikallista lisävalaistusta vaativat ulkotyöt	200	100	
julkisivutyöt			

Muut valaistukset	Valaistusvoimakkuus (lx)		
	Työkohteessa	Välitön lähiympäristö	Tausta-alue
Konetyöt	Työkoneissa on syytä olla lisävalaistus joka suuntaan.		
nosturin työalue, perustuskaivannot ja työkoneiden valot	raivaus-	louhinta-	ja maansiirtotyöt, suorittavat asennustyöt sekä
Työmaatoimisto, sosiaalitalat ja muuta			
näyttöpäätetyöpiste	500	300	100
sosiaali-, ruokailu ja neuvottelutilat	200	150	
työmaalla liikkuminen	Työmaalla, joissa on valaisemattomia alueita, tulisi kaikilla valaisemattomalla alueella työskentelevillä olla laadukas varusteisiin kiinnitettävä valaisin. Esimerkiksi otsalamppu ja suojakypärä johon valaisimen saa hyvin kiinni.		
suunnitelmien tarkastelu digitaaliselta laitteelta	Laitteen näytössä tulisi olla automaattinen kirkkautensäätö.		
räjähteiden lataus	Koska räjäytyksellä voi olla vakavat seuraukset virhetilanteissa ja valvottava alue on laaja, kannattaa räjäytys ja räjähteiden lataus tehdä päivänvalossa.		

27

IV. Toteutusesimerkkejä, joilla voidaan saavuttaa hyvä työkohtainen valaistus

Tässä kappaleessa on annettu esimerkkejä siitä, miten eri tilanteissa voidaan pyrkiä hyvään ja tarkoituksenmukaiseen valaistukseen. Mitä pidempikestoinen työsuorite on, sitä laadukkaampi valaistus työpisteelle tulisi järjestää. Esimerkeissä on käytetty yleisesti työmaalla käytössä olevia valaisimia.

Yleisvalaistus alueille, joilla tehdään sisätoita

Yleisvalaistus voidaan toteuttaa sisätiloissa siten, että ensiksi pohjakuvista määritellään alueet, joilla yleisvalaistus tarvitaan. Sen jälkeen sijoitetaan led-työmaavalaisimia noin 6 metrin rasterilla alueille, jos valaisin saadaan ripustettua noin 3 - 4 metrin korkeuteen. Lopuksi tulisi suunnitella miten valaisimien sähkönsyöttö toteutetaan.



MBerg 48 V LED-työmaavalaisin
(Muokattu. Alkuperäinen kuva: El & Site ⁽²⁰⁾)

Seuraavassa kuvassa valaistus on asennettu arviolta noin 6 metrin rasterilla. Näin päästään DiaLUX Evo -valaistuksenlaskentaohjelmalla tehdyn laskelman mukaan puhtailla ja uusilla valaisimilla noin 50 luksin valaistusvoimakkuuteen lattiatasolla. Tähän kannattaa kiinnittää huomiota, koska valaistusvoimakkuus tippuu laskelmien mukaan noin 25 luksiin jos valaisinten asennusväli on 8 metriä. Lisäksi kannattaa ottaa huomioon, että valaisimet likaantuvat nopeasti työmaiden pölyisässä ympäristössä, ja että niiden valoteho heikkenee käyttöajan myötä.



Työmaavalaistus toteutettuna noin 6 metrin rasterilla (kuva: El & Site ⁽²⁰⁾)

Runkovaiheen erillinen työpistevalaistus

Runkovaiheen erillinen työpistevalaistus tapahtuu käytännössä vähintään kahdella liikuteltavalla valaisimella. Hyviä valaisimia tähän tarkoitukseen ovat pienet led-heittimet, jotka on kiinnitetty liikuteltavaan telineeseen. Seuraavassa kuvassa näkyvä valaisin on DeWaltin akkukäyttöinen DCL079 malli. Telineen avulla valaisimet nostetaan mahdollisimman ylös ja suunnataan hieman alaviistoon, jolloin valaisin ei häikäise niin paljon. Valaisimet asetetaan osoittamaan työaluetta kahdesta eri suunnasta, jotta vältetään työalueella suurilta varjoilta. Kuvassa 8 voi nähdä myös, miten vain yhdestä suunnasta valaistua työkohde muodostaa suuren varjon seinään. Työntekijän silmien on jatkuvasti sopeuduttava uuteen valaistusvoimakkuuteen, joka väsyttää silmiä.

29



DeWaltin akkukäyttöinen DCL079 led-työvalo
(kuva: K-Rauta ⁽²²⁾)

Jos ympäröivä alue on muuten hämärä, valaisimet tulisi sijoittaa kohtalaisen kauas työskentelypisteestä, jotta valoa saadaan myös muuhun ympäristöön. On myös huomioitava, että led-heittimet häikäisevät helposti, ja sen takia niitä tulisi käyttää ainoana valonlähteenä vain silloin kun työpiste muuttuu jatkuvasti, eikä muuta valaistusta alueelle ole vielä järjestetty.

Paikallista lisävalaistusta vaativat runko- tai sisätyöt

Kun yleisvalaistus on tehty alueille, joilla tehdään sisätyötä, on joitakin työtehtäviä varten syytä järjestää vielä lisävalaistusta. Tällöin yleisvalaistus luo tilaan jo hieman valoa, jolloin voidaan käyttää led-työvalaisimia apuna työkohteen valaisussa. Olennaista on, ettei käytetä katselukorkeudelle sijoitettuja tehokkaita led-valonheittäjiä, vaan mieluummin useampia pieniä, esimerkiksi edellisen kuvan kaltaisia led-heittäjiä tai ympärisäteileviä led-työmaavaloja. Mitä tehokkaampi valaisin on sitä enemmän se yleensä aiheuttaa häikäisyä. Valoa tulee tässäkin tapauksessa saada työpisteeseen useammasta suunnasta, kuitenkin vähintään kahdesta.

Tarkkuutta vaativat sisätyöt

Tarkkuutta vaativissa sisätyöissä voidaan parannettu yleisvalaistus toteuttaa samalla tavalla kuin paikallista lisävalaistusta vaativissa runko- tai sisätyöissä, mutta lisäksi työntekijä voi itse valaista työpistettään esimerkiksi otsalampulla. Tällöin otsalampun osoittamassa kohdassa voi olla paljonkin valoa, ilman että se tuntuu muusta ympäristöstä poikkeavalta. Jos työskentelyalue on laajempi, on mahdollista yhdistää työpisteeseen valaisussa heittäjiä ja ympärisäteileviä valaisimia. Sillä pyritään varmistamaan, ettei näköympäristöön muodostu liian suuria luminanssieroja.

Eriyistä tarkkuutta vaativat sisätyöt

Eriyistä tarkkuutta vaativat sisätyöt ovat yksinkertaisinta tehdä tai ainakin viimeistellä sen jälkeen, kun rakennuksen omavalistus saadaan toimintaan. Silloin myös esimerkiksi loppusiivous nähdään tehdä suurin piirtein niissä olosuhteissa, joissa tiloja luovutuksen jälkeen käytetään. Seuraavassa kuvassa näkyy Aalto yliopiston Väre rakennuksen työmaa loppusiivousvaiheessa.

31



Rakenteilla olevan kiinteistön oma valaistus on saatu jo toimintaan, jolloin lopulliset tarkistukset ja siivoukset voidaan tehdä lähes niissä olosuhteissa, joissa rakennus tullaan luovuttamaan (kuva: Aalto yliopisto ⁽¹⁹⁾)

Yleisvalaistavat ulkoalueet

Ulkoalueiden valaistustarve on sisävalaistusta huomattavasti pienempi. Kulkuteitä ja valvottavia alueita voidaan valaista ympärisäteilevillä led-työmaavalaisimilla (kuva 10) tai tehokkaammilla led-valonheittimillä (kuva 11). Tärkeintä olisi varmistaa, että valoa tulee aina useammasta kuin yhdestä suunnasta ja etteivät etenkin valonheittimet aiheuta liiallista



häikäisyä tai häiriötä työmaalle tai varsinkaan sen ulkopuolelle.

Ympärisäteilevillä led-työmaavalaisimilla valaistu katettu kulkutie työmaan sosiaalityöyhteisöjen yhteydessä (kuva: STT Info ⁽²⁴⁾)



Liikutettava valomasto Trime X-Chain 4x150W LED (kuva: Trime ⁽²⁶⁾)

Ulkoalueen työvalaistus

Ulkoalueen työvalaistuksessa tulee huomioida, että valoa on työskentelyalueella riittävästi, ja että sitä tulee useammasta eri suunnasta. Parhaiten työvalaistus saadaan aikaan, kun valon heittimet saadaan asennettua tarpeeksi korkealle, ja käytetään tarpeeksi tehokkaita asymmetrisiä led-valonheittäjiä. Nosto- ja purkupaikat sekä erilaiset konetyöpisteet tulisi valaista seuraavan kuvan mukaisella tavalla.



Konetyöpiste, joka on valaistu kahdesta suunnasta liikuteltavilla suuritehoisilla valomastoilla (Kuva: LightTowerparts ⁽²³⁾)

33

Paikallista lisävalaistusta vaativat ulkotyöt

Paikallista lisävalaistusta voidaan tarvita esimerkiksi julkisivutöissä. Jos julkisivutyöt tehdään mastolavalta, sellainen on esitettyä seuraavassa kuvassa, on hyvän valaistuksen asentaminen mastolavalle järkevin vaihtoehto. Valaistus liikkuu mastolavan mukana aina tarvittavaan kohtaan ja valo on mahdollista asentaa pesemään työskentelyaluetta ilman, että se häikäisee. Tässä kannattaa hyödyntää häikäisysuojia, jos sellaisia on valaisinmalliin saatavilla. Lisäksi mastolavalle kannattaa järjestää muunlainen yleisvalaistus, esimerkiksi ympärisäteilevillä led-työmaavalaisimilla.



Mastolava Scancelimber SC4000 julkisivutöissä (Kuva: HRK konevuokraamot ⁽²¹⁾)

Telineitä käytettäessä koko teline tulisi valaista hyvin, jotta telineillä on turvallista liikkua. Koska valaisimet näkyvät usein myös julkisivussa valaistus tehdään yleensä ristiin limittämällä, jolloin ulospäin näkyvä valaistus on tasaisemman näköinen. Lisäksi työpisteissä kannattaa käyttää työalueen valaisemiseen lisävalaistusta.



Telinevalaistus Meilahden tornisairaalasta (Kuva: Telinekataja ⁽²⁵⁾)

V. Muuta

Työmaan maisemointi

Keskeisellä paikalla olevilla työmailla voi olla tarpeellista maisemoida työmaata ympäröivien alueiden käyttäjien ja yritysten häiriön minimoimiseksi. Työmaan maisemoinnissa on tehokasta käyttää valaistusta, koska sillä saadaan parhaimmillaan huomio kiinnittymään rakennustyömaan sijasta johonkin visualisesti miellyttävämpään kohteeseen.

Ledinauhut ja epäsuora valo ovat etenkin ilta-aikaan tehokkaita katseen vangitsijoita. Esimerkiksi kohteen havainnekuvasta tehtyä tulostetta voidaan valaista epäsuoralla valolla, joka luo kuvaan syvyys tunnelmaa ja kiinnittää huomion. Tässä tulee kuitenkin ottaa huomioon, että valaistus ei saa häiritä muita

35

alueen käyttäjiä häikäisemällä tai muuten epämiellyttävällä tavalla.

Ilkivalta

Varsinkin työmaan ulkopuolelle sijoitetuissa valaisimissa tulee ottaa huomioon ilkivallan mahdollisuus. Nykyään laadukkaat led-valaisimet ovat itsessään aika kestäviä. Ne kannattaa kuitenkin sijoittaa siten, että niihin on hankala päästä käsiksi. Etenkin sellaisilla alueilla, joissa ilkivallan mahdollisuus on suuri.

Myös valaistuksen ohjauksella voidaan ehkäistä ilkivaltaa, muun muassa hyödyntämällä liiketunnistimia.

Työmaa valaistus tulevaisuudessa

On toivottavaa, että työmaavalaisimia ja valaistus järjestelmiä kehitetään niin, että työmaille saataisiin riittävästi valoa ja että sen spektri ja ohjaus olisi ihmisen vuorokausirytmiiä, vireyttä ja työhyvinvointia tukevaa. Työmaavalaisimia tulisi kehittää myös siten, että työmaille saataisiin kohdevalaisimia, joista voidaan ilmoittaa häikäisyarvot eli UGR-arvot ja jotka eivät häikäise.

Led-valaistus tuo mahdollisesti myös aivan uudenlaisia valaisimia markkinoille. Jo tällä hetkellä esimerkiksi ledinauhojen käyttöä työmaavalauksessa on kokeiltu joissain kohteissa.

Myös valaistus tietoutta olisi hyvä saada leviämään laajemmin työmaille, sillä suuriosa työmaista on nykyään aivan liian hämäriä. Jos työntekijä viettää koko päivän huonossa valaistuksessa sisätiloissa päivästä toiseen, se heikentää hänen hyvinvointiaan ja vireyttään.

36

Hankkeiden rakenteellista muutosta tulisi tutkia lisää sellaisesta näkökulmasta, miten työmaatoimijat saataisiin kiinnittämään huomiota energiatehokkaampaan rakentamiseen. Tällä hetkellä työmailla näyttäisi olevan rakenteellinen ongelma siinä, että työmaan käyttämän energian maksaa yleensä tilaaja eikä pääurakoitsija. Tilaaja voisi esimerkiksi määritellä yksittäisiä ehtoja sille, miten energiankulutusta tulisi rakennusprojektin aikana säästää. Tällainen ehto voisi olla muun muassa valaistuksen ohjauksien edellyttäminen, sillä sen tuomat säästöt voisivat olla yllättävänkin suuria.

LÄHTEET

- [1] Lukkarinen, A. 2019. Työmaavalaistuksen nykytila Suomessa ja ohjeita työmaavalaistukseen. Tampereen ammattikorkeakoulu
- [2] Työturvallisuuslaki. 2002. Helsinki: Edita Publishing Oy. Luettu: 11.3.2019
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>
- [3] Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta. 2009. Helsinki: Edita Publishing Oy. Luettu: 11.3.2019
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>
- [4] SFS-EN 12464-1. 2011. Valo ja valaistus. Työkohteiden valaistus. Osa 1: Sisätilojen työkohteiden valaistus. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS. Luettu 12.5.2018.
- [5] SFS-EN 12464-2. 2014. Light and lighting. Lighting of work places. Part 2: Outdoor work places. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS. Luettu 13.3.2018.
- [6] SFS-EN 1838. 2014. Valaistussovellukset. Turvavalistus. Luettu 14.3.2019.
- [7] ST 51.35 Rakennustyömaan sähköverkon suunnittelu. 2009. Espoo: Sähköinfo Oy. Vaatii käyttöoikeuden:
- [8] ST 53.28 Pienoisjännitejärjestelmät SELV, PELV ja FELV. 2016. Espoo: Sähköinfo Oy.
- [9] ST 58.02 Valaistuksen toteutus standardin SFS-EN 12464-1 mukaisesti. 2017. Espoo: Sähköinfo Oy.
- [10] ST 58.04 Ohjeita valaistuksen suunnitteluun ja toteutukseen. 2017. Espoo: Sähköinfo Oy.
- [11] ST 58.08 Valonlähteet. 2018. Espoo: Sähköinfo Oy. Luettu 11.3.2019.

- [12] ST 58.09 Ulkovaalaistus. 2003. Espoo: Sähköinfo Oy. Luettu 2.1.2019.
- [13] ST 58.10 Turvavaalaistus ja poistumisopasteet. Suunnittelu. 2018. Espoo: Sähköinfo Oy. Luettu 11.3.2019.
- [14] ST Käsikirja 36 Poistumisvalaistus. 2019. Espoo: Sähköinfo Oy.
- [15] Vick, A., Schlangen, L., Lang, D., Novotny, P., Plischke, H., Smolders, K., Beersma, D., Wulff, K., Foster, R., Cajochen, C., Nikunen, H., Tähkämö, L., Bhusal, P. & Aaltonen, L. 2013. Lighting for Health and Well-Being in Education, Work Places, Nursing Homes, Domestic Applications, and Smart Cities. SSL-erate Consortium.
- [16] Rautkylä, E., Puolakka, M., Tetri, E. & Halonen, L. 2010. Effects of Correlated Colour Temperature and Timing of Light Exposure on Daytime Alertness in Lecture Environments. Aalto University.
https://www.researchgate.net/publication/252573127_Effects_of_Correlated_Colour_Temperature_and_Timing_of_Light_Exposure_on_Daytime_Alertness_in_Lecture_Environments
- [17] Led-valaisimien elinikä - Fagerhult. Habo, Sweden: AB Fagerhult. Luettu: 17.3.2019.
<https://www.fagerhult.com/fi/osaamiskeskus/LED/Led-valaisimien-elinika/>
- [18] SFS-EN 62262. 2011. Sähkölaitteiden koteloitien mekaanisen iskunkestävyyden lujuusluokat (IK-koodi). Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS. Luettu 2.1.2019.

39

Kuva lähteet

- [19] Aalto yliopisto. Kuva ladattu 2.5.2019.
<https://aalto.fi/tyomaan-viikkotiedote-vko-17-2018/>
- [20] El & Site. Kuvat ladattu 2.5.2019.
<https://www.elsite.fi/tuotteet/valo/mberg-48v-led-tyomaavalaisin/>
- [21] HRK konevuokraamot. Kuva ladattu 2.5.2019.
<https://www.hrk.fi/tuotteet/780000>
- [22] K-Rauta. Kuva ladattu 2.5.2019. <https://www.k-rauta.fi/rautakauppa/led-ty%C3%B6valo-dewalt-kolmijalkainen-dcl079-18v-runko>
- [23] LightTowerparts. Kuva ladattu 2.5.2019.
<http://www.lighttowerparts.com/images/flash.jpg>
- [24] STT Info. Kuva ladattu 2.5.2019.
<https://www.sttinfo.fi/tiedote/suomalainen-valaisinkeksinto-nappasi-kultaa-kansainvalisessa-kilpailussa?publisherId=47473605&releaseId=47473619>
- [25] Telinekataja. Kuva ladattu 2.5.2019. https://telinekataja.fi/wp-content/uploads/2017/08/MBerg_LED-valaisinesite.pdf
- [26] Trime. Kuva ladattu 2.5.2019.
<http://www.trime.it/index.php/en/services/spare-parts>

Liite 2. Työmaavalaistuksen taso Suomessa -kyselyn tulokset

1 (9)

Aikaleima;Kohteen sijainti;Rakennettava kohde;Kohteen paikkakunta;Minkä tyyppiset valaisimet työmaan sisätiloissa on?;Mikä on valaisimien asennus tiheys;Näkeekö työmaalla mielestäsi riittävän hyvin?;Miten työpistevalaistus on työmaalla hoidettu?;Onko työmaan ulko-alueiden valaistus riittävä turvalliseen työskentelyyn? ;Onko työmaan valaistuksissa mitään ohjauksia?

2018/03/04 8:57:31 ip. UTC+3;Lappi;Asuntorakentaminen;Rovaniemi ;LED-Valaisin 230 V;5 - 8 metriä;Työmaalla näkee paikoitellen hyvin tehdä rakennustöitä;Pääurakoitsija tarjoaa valaisimia työpisteen valaisemiseen;Kyllä, kulkutiet on erittäin hyvin valaistu ja työskentely alueet valaistaan hyvin useista suunnista;Kellokytkin

2018/03/05 9:57:46 ap. UTC+3;Uusimaa;Asuntorakentaminen;Helsinki;LED-Valaisin 48 V;Porrashuoneessa 2kpl ja autohallissa 36kpl (1000m2);Kyllä, työmaalla näkee erittäin hyvin tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Kyllä, kulkutiet on erittäin hyvin valaistu ja työskentely alueet valaistaan hyvin useista suunnista;Päälle/pois -kytkin

2018/03/05 10:05:03 ap. UTC+3;Uusimaa;Asuntorakentaminen;Espoo;LED-Valaisin 230 V;5 - 8 metriä;Työmaalla näkee paikoitellen hyvin tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Kulkutiet on valaistu ja työskentely alueet valaistaan välttävästi;Ei ole

2018/03/05 10:09:59 ap. UTC+3;Uusimaa;Infra;Helsinki, Kalasatama;Natriumvalaisin 400;yli 8 metriä;Työmaalla näkee paikoitellen hyvin tehdä rakennustöitä;Pääurakoitsija tarjoaa valaisimia työpisteen valaisemiseen;Ulko-alueita valaistaan heittimillä;Hämäräkytkin

2018/03/05 10:13:53 ap. UTC+3;Uusimaa;Asuntorakentaminen;Helsinki;Pienloisteputkivalaisin (Poiju);5 - 8 metriä;Työmaalla on paikoitellen liian hämärää tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Ulko-alueita valaistaan heittimillä;Päälle/pois -kytkin

2018/03/05 10:31:17 ap. UTC+3;Pirkanmaa;Asuntorakentaminen;Tampere;LED-Valaisin 230 V;5 - 8 metriä;Kyllä, työmaalla näkee erittäin hyvin tehdä rakennustöitä;Pääurakoitsija tarjoaa valaisimia työpisteen valaisemiseen;Kulkutiet on valaistu ja työskentely alueet valaistaan välttävästi;Kellokytkin

2018/03/05 10:47:19 ap. UTC+3;Uusimaa;Infra;Helsinki;ei ole sisätiloja;valomastot ja siirrettäviä kohde valaisimia;Kyllä, työmaalla näkee erittäin hyvin tehdä rakennustöitä;Pääurakoitsija tarjoaa valaisimia työpisteen valaisemiseen;Kyllä, kulkutiet on erittäin hyvin valaistu ja työskentely alueet valaistaan hyvin useista suunnista;Kellokytkin

2018/03/05 10:54:32 ap. UTC+3;Uusimaa;Asuntorakentaminen;HELSINKI;LED-Valaisin 230 V;1 - 5 metriä;Kyllä, työmaalla näkee erittäin hyvin tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Kulkutiet on valaistu ja työskentely alueet valaistaan välttävästi;Kellokytkin

2018/03/05 11:32:22 ap. UTC+3;Pohjois-Karjala;Toimitilarakentaminen;Lieksa;LED-Valaisin 48 V;5 - 8 metriä;Kyllä, työmaalla näkee erittäin hyvin tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Kyllä, kulkutiet on erittäin hyvin valaistu ja työskentely alueet valaistaan hyvin useista suunnista;Ei ole

2018/03/05 11:43:23 ap. UTC+3;Uusimaa;Toimitilarakentaminen;Helsinki;LED-Valaisin 48 V;;Kyllä, työmaalla näkee erittäin hyvin tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Kyllä, kulkutiet on erittäin hyvin valaistu ja työskentely alueet valaistaan hyvin useista suunnista;Päälle/pois -kytkin

2018/03/05 11:53:50 ap. UTC+3;Pirkanmaa;Toimitilarakentaminen;Pirkkala;LED-Valaisin 230 V;5 - 8 metriä;Työmaalla on paikoitellen liian hämärää tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Kulkutiet on valaistu ja työskentely alueet valaistaan välttävästi;Ei ole

2018/03/05 12:03:39 ip. UTC+3;Uusimaa;Asuntorakentaminen;Järvenpää;Loisteputkivalaisin;1 - 5 metriä;Työmaalla näkee paikoitellen hyvin tehdä rakennustöitä;Urakoitsija vastaa omista työpisteistään, mutta pääurakoitsijalta saa tarvittaessa valaisimia.;Kulkutiet on valaistu ja työskentely alueet valaistaan välttävästi;Kellokytkin

2018/03/05 12:06:11 ip. UTC+3;Pohjois-Pohjanmaa;Asuntorakentaminen;Oulu;LED-Valaisin 48 V;5 - 8 metriä;Kyllä, työmaalla näkee erittäin hyvin tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Kyllä, kulkutiet on erittäin hyvin valaistu ja työskentely alueet valaistaan hyvin useista suunnista;Ei ole

2018/03/05 12:21:30 ip. UTC+3;Uusimaa;Asuntorakentaminen;Helsinki;LED-Valaisin 230 V;5 - 8 metriä;Kyllä, työmaalla näkee erittäin hyvin tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Kulkutiet on valaistu ja työskentely alueet valaistaan välttävästi;Kellokytkin

2018/03/05 12:31:11 ip. UTC+3;Uusimaa;Asuntorakentaminen;Espoo;Loisteputkivalaisin;5 - 8 metriä;Työmaalla näkee paikoitellen hyvin tehdä rakennustöitä;Pääurakoitsija

tarjoaa valaisimia työpisteen valaisemiseen;Ulko-alueita valaistaan heittimillä;Langaton kaukosäädin

2018/03/05 12:45:15 ip. UTC+3;Keski-Suomi;Asuntorakentaminen;Jyväskylä;LED-Valaisin 230 V;1 - 5 metriä;Kyllä, työmaalla näkee erittäin hyvin tehdä rakennustöitä;Pääurakoitsija tarjoaa valaisimia työpisteen valaisemiseen;Kulkutiet on valaistu ja työskentely alueet valaistaan välttävästi;Päälle/pois -kytkin

2018/03/05 12:46:32 ip. UTC+3;Päijät-Häme;Asuntorakentaminen;Lahti;Loisteputkivalaisin;1 - 5 metriä;Työmaalla näkee paikoitellen hyvin tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Kulkutiet on valaistu ja työskentely alueet valaistaan välttävästi;Päälle/pois -kytkin

2018/03/05 12:47:58 ip. UTC+3;Päijät-Häme;Asuntorakentaminen;Lahti;Loisteputkivalaisin;5 - 8 metriä;Työmaalla on paikoitellen liian hämärää tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Kyllä, kulkutiet on erittäin hyvin valaistu ja työskentely alueet valaistaan hyvin useista suunnista;Kellokytkin

2018/03/05 12:48:44 ip. UTC+3;Uusimaa;Asuntorakentaminen;Helsinki;LED-Valaisin 48 V;En osaa sanoa;Työmaalla näkee paikoitellen hyvin tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Kyllä, kulkutiet on erittäin hyvin valaistu ja työskentely alueet valaistaan hyvin useista suunnista;Päälle/pois -kytkin

2018/03/05 12:51:02 ip. UTC+3;Uusimaa;Asuntorakentaminen;Helsinki, Pasila;Loisteputkivalaisin;5 - 8 metriä;Työmaalla näkee paikoitellen hyvin tehdä rakennustöitä;Pääurakoitsija tarjoaa valaisimia työpisteen valaisemiseen;Kyllä, kulkutiet on erittäin hyvin valaistu ja työskentely alueet valaistaan hyvin useista suunnista;En tiedä

2018/03/05 12:57:29 ip. UTC+3;Varsinais-Suomi;Asuntorakentaminen;Turku;7 kpl Natrium + kulkuteillä halogeeneja / led-valaisimia.;5 - 8 metriä;Työmaalla näkee paikoitellen hyvin tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Kyllä, kulkutiet on erittäin hyvin valaistu ja työskentely alueet valaistaan hyvin useista suunnista;Liiketunnistin

2018/03/05 12:57:34 ip. UTC+3;Uusimaa;Asuntorakentaminen;Helsinki;Loisteputkivalaisin;5 - 8 metriä;Työmaalla näkee paikoitellen hyvin tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Ulko-alueita valaistaan heittimillä;Ei ole

2018/03/05 1:00:29 ip. UTC+3;Varsinais-Suomi;Asuntorakentaminen;Naantali;Loisteputkivalaisin;1 - 5 metriä;Kyllä, työmaalla näkee erittäin hyvin tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Kyllä, kulkutiet on erittäin hyvin valaistu ja työskentely alueet valaistaan hyvin useista suunnista;Kellokytkin

2018/03/05 1:02:34 ip. UTC+3;Pohjois-Karjala;Asuntorakentaminen;Joensuu;LED-Valaisin 230 V;5 - 8 metriä;Työmaalla näkee paikoitellen hyvin tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Kyllä, kulkutiet on erittäin hyvin valaistu ja työskentely alueet valaistaan hyvin useista suunnista;Kellokytkin

2018/03/05 1:14:51 ip. UTC+3;Pohjois-Savo;Asuntorakentaminen;KUOPIO;Ei vielä mitään kun runko on alkuvaiheessa;;Kyllä, työmaalla näkee erittäin hyvin tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Kyllä, kulkutiet on erittäin hyvin valaistu ja työskentely alueet valaistaan hyvin useista suunnista;Ei ole

2018/03/05 1:21:56 ip. UTC+3;Pirkanmaa;Asuntorakentaminen;Tampere;Loisteputkivalaisin;1 - 5 metriä;Kyllä, työmaalla näkee erittäin hyvin tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Kyllä, kulkutiet on erittäin hyvin valaistu ja työskentely alueet valaistaan hyvin useista suunnista;Ei ole

2018/03/05 1:23:03 ip. UTC+3;Uusimaa;Asuntorakentaminen;Porvoo;LED-Valaisin 230 V;5 - 8 metriä;Työmaalla on paikoitellen liian hämärää tehdä rakennustöitä;Pääurakoitsija tarjoaa valaisimia työpisteen valaisemiseen;Ulko-alueita valaistaan heittimillä;Valaistuksen ohjauskeskus

2018/03/05 1:40:56 ip. UTC+3;Pohjois-Pohjanmaa;Asuntorakentaminen;Oulu;LED-Valaisin 48 V;1 - 5 metriä;Työmaalla näkee paikoitellen hyvin tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Ulko-alueita valaistaan heittimillä;Ei ole

2018/03/05 1:45:49 ip. UTC+3;Uusimaa;Asuntorakentaminen;Espoo;LED-Valaisin 48 V;1 - 5 metriä;Työmaalla on paikoitellen liian hämärää tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Ulko-alueita valaistaan heittimillä;Ei ole

2018/03/05 1:53:43 ip. UTC+3;Uusimaa;Asuntorakentaminen;Vantaa;LED-Valaisin 230 V;1 tai 2 per asunto, työkohde valaistus kuuluu urakoitsijalle.;Työmaalla on paikoitellen liian hämärää tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Kyllä, kulkutiet on erittäin hyvin valaistu ja työskentely alueet valaistaan hyvin useista suunnista;Kellokytkin

2018/03/05 2:06:44 ip. UTC+3;Uusimaa;Koulu;Porvoo Voolahti;LED-Valaisin 230 V;5 - 8 metriä;Työmaalla näkee paikoitellen hyvin tehdä rakennustöitä;;Kulkutiet on valaistu ja työskentely alueet valaistaan välttävästi;Ei ole

2018/03/05 3:19:21 ip. UTC+3;Uusimaa;Asuntorakentaminen;Espoo;LED-Valaisin 230 V;5 - 8 metriä;Työmaalla näkee paikoitellen hyvin tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Ulko-alueita valaistaan heittimillä;Päälle/pois -kytkin

5 (9)

2018/03/05 4:04:57 ip. UTC+3;Pohjois-Savo;Toimitilarakentaminen;Kuopio;LED-Valaisin 48 V;5 - 8 metriä;Kyllä, työmaalla näkee erittäin hyvin tehdä rakennustöitä;Pääura-koitsija tarjoaa valaisimia työpisteen valaisemiseen;Kyllä, kulkutiet on erittäin hyvin valaistu ja työskentely alueet valaistaan hyvin useista suunnista;Ei ole

2018/03/06 7:47:47 ap. UTC+3;Keski-Suomi;Asuntorakentaminen;Jyväskylä;LED-Valaisin 230 V;1 - 5 metriä;Työmaalla näkee paikoitellen hyvin tehdä rakennustöitä;Ura-koitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Ulko-alueita valaistaan heittimillä;Päälle/pois -kytkin

2018/03/06 8:33:57 ap. UTC+3;Uusimaa;Asuntorakentaminen;Järvenpää;LED-Valaisin 48 V;1 - 5 metriä;Kyllä, työmaalla näkee erittäin hyvin tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Kyllä, kulkutiet on erittäin hyvin valaistu ja työskentely alueet valaistaan hyvin useista suunnista;Päälle/pois -kytkin

2018/03/06 8:53:06 ap. UTC+3;Uusimaa;Asuntorakentaminen; espoo;Pienloisteputkivalaisin (Poiju);5 - 8 metriä;Työmaalla näkee paikoitellen hyvin tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Kyllä, kulkutiet on erittäin hyvin valaistu ja työskentely alueet valaistaan hyvin useista suunnista;Ei ole

2018/03/06 9:05:29 ap. UTC+3;Uusimaa;Infra;Porvoo;Loisteputkivalaisin;1 - 5 metriä;Työmaalla näkee paikoitellen hyvin tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Kulkutiet on valaistu ja työskentely alueet valaistaan välttävästi;Ei ole

2018/03/06 10:10:21 ap. UTC+3;Varsinais-Suomi;Infra;Vantaa;Loisteputkivalaisin;5 - 8 metriä;Työmaalla näkee paikoitellen hyvin tehdä rakennustöitä;Pääurakoitsija tarjoaa valaisimia työpisteen valaisemiseen;Kulkutiet on valaistu ja työskentely alueet valaistaan välttävästi;Ei ole

2018/03/06 11:34:51 ap. UTC+3;Pirkanmaa;Asuntorakentaminen;Tampere;Urakoitsijoilla oma kohdevalaistus. Luhtitalokohde;1 - 5 metriä;Kyllä, työmaalla näkee erittäin hyvin tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Kyllä, kulkutiet on erittäin hyvin valaistu ja työskentely alueet valaistaan hyvin useista suunnista;Ei ole

2018/03/06 1:08:41 ip. UTC+3;Keski-Suomi;Asuntorakentaminen;Jyväskylä;LED-Valaisin 230 V;1 - 5 metriä;Kyllä, työmaalla näkee erittäin hyvin tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Ulko-alueita valaistaan heittimillä;Ei ole

2018/03/06 1:20:14 ip. UTC+3;Uusimaa;Asuntorakentaminen;Vantaa;LED-Valaisin 230 V;1 - 5 metriä;Työmaalla näkee paikoitellen hyvin tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Kyllä, kulkutiet on erittäin hyvin valaistu ja työskentely alueet valaistaan hyvin useista suunnista;Ei ole

2018/03/06 1:38:48 ip. UTC+3;Uusimaa;Toimitilarakentaminen;Porvoo;LED-Valaisin 230 V;1 - 5 metriä;Kyllä, työmaalla näkee erittäin hyvin tehdä rakennustöitä;Pääurakoitsija tarjoaa valaisimia työpisteen valaisemiseen;Kyllä, kulkutiet on erittäin hyvin valaistu ja työskentely alueet valaistaan hyvin useista suunnista;Ei ole

2018/03/06 3:02:39 ip. UTC+3;Pohjois-Karjala;Asuntorakentaminen;Joensuu;LED-Valaisin 230 V;1 - 5 metriä;Kyllä, työmaalla näkee erittäin hyvin tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Kyllä, kulkutiet on erittäin hyvin valaistu ja työskentely alueet valaistaan hyvin useista suunnista;Kellokytkin

2018/03/06 3:52:12 ip. UTC+3;Pohjois-Pohjanmaa;sairaalan purku vaihe;Oulu;valomasto;yli 8 metriä;Kyllä, työmaalla näkee erittäin hyvin tehdä rakennustöitä;Pääurakoitsija tarjoaa valaisimia työpisteen valaisemiseen;Kulkutiet on valaistu ja työskentely alueet valaistaan välttävästi;Kellokytkin

2018/03/06 10:11:28 ip. UTC+3;Uusimaa;Toimitilarakentaminen;Hyvinkää;LED-Valaisin 230 V;1 - 5 metriä;Kyllä, työmaalla näkee erittäin hyvin tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Kyllä, kulkutiet on erittäin hyvin valaistu ja työskentely alueet valaistaan hyvin useista suunnista;Kellokytkin

2018/03/07 9:10:44 ap. UTC+3;Pohjois-Savo;Asuntorakentaminen;Siilinjärvi;Pienloisteputkivalaisin (Poiju);5 - 8 metriä;Työmaalla näkee paikoitellen hyvin tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Kulkutiet on valaistu ja työskentely alueet valaistaan välttävästi;Ei ole

2018/03/07 9:12:06 ap. UTC+3;Pohjois-Pohjanmaa;Asuntorakentaminen;kempele;LED-Valaisin 230 V;Työmaan piha alueella monimetallivalaisimet, sisällä led-valaisimet jokainen ottaa omaan työpisteeseen. Lisäksi omilla miehillä tehokkaat otsavalaisimet(led-lenser);Kyllä, työmaalla näkee erittäin hyvin tehdä rakennustöitä;Sekä että riippuu sopimuksesta;Kyllä, kulkutiet on erittäin hyvin valaistu ja työskentely alueet valaistaan hyvin useista suunnista;Ei ole

2018/03/07 9:12:28 ap. UTC+3;Varsinais-Suomi;Palvelutalo;;LED-Valaisin 48 V;1 - 5 metriä;Työmaalla on paikoitellen liian hämärää tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Ulko-alueita valaistaan heittimillä;Ei ole

2018/03/07 9:19:03 ap. UTC+3;Uusimaa;Asuntorakentaminen;Espoo;Pienloisteputkivalaisin (Poiju);5 - 8 metriä;Kyllä, työmaalla näkee erittäin hyvin tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Kulkutiet on valaistu ja työskentely alueet valaistaan välttävästi;Ei ole

2018/03/07 9:23:48 ap. UTC+3;Keski-Suomi;Asuntorakentaminen;Äänekoski;LED-Valaisin 48 V;Käytävät 2kpl ja asunnot 1kpl/as;Työmaalla näkee paikoitellen hyvin tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Ulko-alueita valaistaan heittimillä;Kellokytkin

2018/03/07 9:31:06 ap. UTC+3;Uusimaa;Asuntorakentaminen;Järvenpää;Pienloisteputkivalaisin (Poiju);1 - 5 metriä;Työmaalla näkee paikoitellen hyvin tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Kyllä, kulkutiet on erittäin hyvin valaistu ja työskentely alueet valaistaan hyvin useista suunnista;Ei ole

2018/03/07 10:07:49 ap. UTC+3;Pohjois-Savo;Asuntorakentaminen;Kuopio;Loisteputkivalaisin;1 - 5 metriä;Kyllä, työmaalla näkee erittäin hyvin tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Ulko-alueita valaistaan heittimillä;Ei ole

2018/03/07 10:09:21 ap. UTC+3;Etelä-Savo;Hoivakoti;Mikkeli;LED-Valaisin 230 V;1 - 5 metriä;Työmaalla on paikoitellen liian hämärää tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Ulko-alueita valaistaan heittimillä;Ei ole

2018/03/07 11:17:37 ap. UTC+3;Pohjois-Pohjanmaa;Asuntorakentaminen;Oulu;Pienloistevalaisimien lisäksi led valaisimia ;Pääsääntöisesti yksi yleisvalo / asunto. Lisäksi työpistevalot työntekijöillä.;Työmaalla näkee paikoitellen hyvin tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Kyllä, kulkutiet on erittäin hyvin valaistu ja työskentely alueet valaistaan hyvin useista suunnista;Kellokytkin

2018/03/07 11:42:44 ap. UTC+3;Uusimaa;Asuntorakentaminen;Sipoo;LED-Valaisin 230 V;1 - 5 metriä;Kyllä, työmaalla näkee erittäin hyvin tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Ulko-alueita valaistaan heittimillä;Päälle/pois - kytkin

2018/03/07 11:53:14 ap. UTC+3;Pohjois-Pohjanmaa;Asuntorakentaminen;Oulu;LED-Valaisin 48 V;5 - 8 metriä;Työmaalla näkee paikoitellen hyvin tehdä rakennustöitä;Pääurakoitsija tarjoaa valaisimia työpisteen valaisemiseen;Kyllä, kulkutiet on erittäin hyvin valaistu ja työskentely alueet valaistaan hyvin useista suunnista;Ei ole

2018/03/07 1:28:41 ip. UTC+3;Pirkanmaa;Asuntorakentaminen;Tampere;LED-Valaisin 230 V;yli 8 metriä;Ei, työmaalla ei näe riittävän hyvin tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat

vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Ulko-alueiden valaistusta ei ole juuri mietitty;Päälle/pois -kytkin

2018/03/07 1:39:06 ip. UTC+3;Lappi;Hoivarakentaminen;Ranua;LED-Valaisin 230 V;yli 8 metriä;Työmaalla näkee paikoitellen hyvin tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Kyllä, kulkutiet on erittäin hyvin valaistu ja työskentely alueet valaistaan hyvin useista suunnista;Ei ole

2018/03/07 1:48:50 ip. UTC+3;Pirkanmaa;Asuntorakentaminen;Tampere;Loisteputkivalaisin;1 - 5 metriä;Kyllä, työmaalla näkee erittäin hyvin tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Vain kulkutiet ja varastoalueet on valaistuja. Työpisteille järjestetään valaistus tarvittaessa.;Ei ole

2018/03/07 2:12:11 ip. UTC+3;Keski-Suomi;Asuntorakentaminen;Jyväskylä;LED-Valaisin 48 V;1 - 5 metriä;Kyllä, työmaalla näkee erittäin hyvin tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Kulkutiet on valaistu ja työskentely alueet valaistaan välttävästi;Päälle/pois -kytkin

2018/03/07 7:57:56 ip. UTC+3;Pohjois-Savo;Asuntorakentaminen;Kuopio;LED-Valaisin 48 V;1 - 5 metriä;Työmaalla näkee paikoitellen hyvin tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Ulko-alueita valaistaan heittimillä;Päälle/pois -kytkin

2018/03/09 8:45:43 ap. UTC+3;Pirkanmaa;Asuntorakentaminen;Valkeakoski;LED-Valaisin 230 V;1 - 5 metriä;Kyllä, työmaalla näkee erittäin hyvin tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Kulkutiet on valaistu, ulkona ei työskennellä;Päälle/pois -kytkin

2018/03/09 8:56:43 ap. UTC+3;Keski-Suomi;Toimitilarakentaminen;Laukaa;LED-Valaisin 230 V;pisin nauha 100m, lyhin nauha 20m;Kyllä, työmaalla näkee erittäin hyvin tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Kulkutiet on valaistu ja työskentely alueet valaistaan välttävästi;Päälle/pois -kytkin

2018/03/09 10:06:03 ap. UTC+3;Keski-Suomi;Toimitilarakentaminen;Laukaa;LED-Valaisin 230 V;5 - 8 metriä;Työmaalla näkee paikoitellen hyvin tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Kulkutiet on valaistu ja työskentely alueet valaistaan välttävästi;Kellokytkin

2018/03/11 6:27:09 ip. UTC+3;Lappi;Toimitilarakentaminen;Rovaniemi ;LED-Valaisin 230 V;5 - 8 metriä;Työmaalla on paikoitellen liian hämärää tehdä rakennustöitä;Pääura-koitsija tarjoaa valaisimia työpisteen valaisemiseen;Kulkutiet on valaistu ja työskentely alueet valaistaan välttävästi;Ei ole

2018/03/12 2:00:51 ip. UTC+3;Pohjois-Savo;Toimitilarakentaminen;;Pienloisteputkivalaisin (Poiju);5 - 8 metriä;Työmaalla on paikoitellen liian hämärää tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Ulko-alueita valaistaan heittimillä;Ei ole

2018/03/12 4:19:41 ip. UTC+3;Uusimaa;Asuntorakentaminen;Vantaa;LED-Valaisin 230 V;1 - 5 metriä;Työmaalla näkee paikoitellen hyvin tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Ulko-alueita valaistaan heittimillä;Ei ole

2018/03/14 9:45:34 ap. UTC+3;Pohjois-Pohjanmaa;Asuntorakentaminen;;LED-Valaisin 48 V;5 - 8 metriä;Työmaalla näkee paikoitellen hyvin tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Kulkitiet on valaistu ja työskentely alueet valaistaan välttävästi;Ei ole

2018/03/15 12:14:01 ip. UTC+3;Pohjois-Savo;Asuntorakentaminen;Kuopio;Loisteputkivalaisin;5 - 8 metriä;Työmaalla näkee paikoitellen hyvin tehdä rakennustöitä;Pääurakoitsija tarjoaa valaisimia työpisteen valaisemiseen;Kulkitiet on valaistu ja työskentely alueet valaistaan välttävästi;Liiketunnistin

2018/03/27 7:05:29 ap. UTC+3;Uusimaa;Asuntorakentaminen;Sipoo;Loisteputkivalaisin;5 - 8 metriä;Työmaalla näkee paikoitellen hyvin tehdä rakennustöitä;Urakoitsijat vastaavat itse työpisteen valaisemisesta;Ulko-alueita valaistaan heittimillä;Ei ole