

TYÖMAAVALAISTUSOPAS



AKI LUKKARINEN

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- pienenjännite järjestelmät yleisvalaistuksessa...	19
Valaisinten sijoittelu.....	21
Turvavalaisimet	21
Ohjaukset.....	22
Paikallisvalaistus ja työkohteiden valaistus.....	22

IV. Toteutusesimerkkejä, 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
Erityistä 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 ”Työmaavalauistuksen nykytila Suomessa ja ohjeita työmaavalauistukseen”⁽¹⁾ yhteydessä ja on tarkoitus toimia sekä opinnäytetyötä tiivistävänä teoksena, että mahdollisuutena pohdiskella aihetta laajemmin ja tietokirjamaiseen tyyliin.

Työmaa on valauistuksen 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 hutilointia 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 työtaturmia.

Tämän oppaan alkuun on koottu lyhyesti tietoutta työmaan valauistukseen liittyvästä lainsäädännöstä, standardeista ja ohjeistuksista. Osuuden on tarkoitus nostaa esiin, minkä laisia valauistuksia työmailta lakisääteisesti veloitetaan ja mitkä ovat viimeisimmät suositukset valauistuksen tasosta.

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

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⁾

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 kuljettamaa 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 Ulkovaistus (2003) ⁽¹²⁾,
- ST 59.10 Turvalaistus 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 työkohtevalaisimella 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 kirkaustasoon.

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

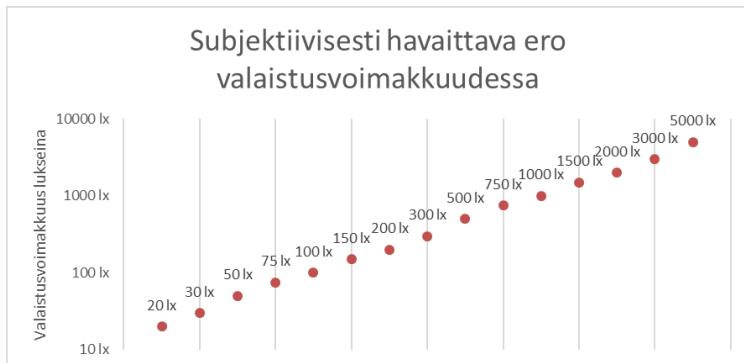
jatkuvaa, silmä väsyä. Silmällä ei kuitenkaan ole mekanismeja kehittyä kuten lihassoluilla, joten treenaaminen ei tässä tapauksessa auta, vaan voi aiheuttaa fysiologisia oireita kuten päänsärkyä.

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 sinisenvälisen valon määrä vaikuttaa muun muassa unenlaatuun, sekä työhyvinvointiin ja saattaa vähentää sairauspoissaoloja.

Nyrkkisääntönä voidaan pitää, että työmaavalaisuksen 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

vaikuttaa muun muassa siihen, miten helposti ja nopeasti pystymme havaitsemaan kohteita ja yksityiskohtia ympäristöstä. Led-valaistuksessa värinotoistoindeksi 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⁾.

Välkyntästä 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 L₉₀ B₅₀, 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 valaistussuosituksia. Osa-alueet ovat:

- Yleisvalaistus kulkuteille ja vartioitaville alueille, kuten esimerkiksi valvontakameran kohdealue ja varastointialueet.
- Ulkoalueiden työkohteiden valaistus, 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.

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.

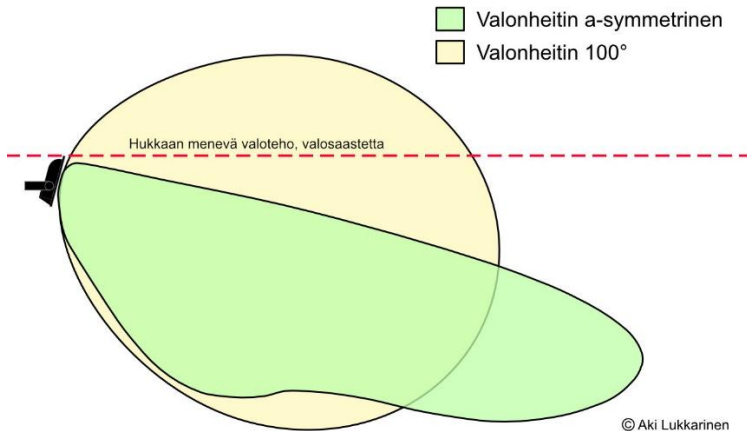
Lisäksi jos valaisimen asennuspaikka on avoin ja tuulinen, tulee ottaa huomioon myös valaisimen muoto. Suuri tuulipinta-ala aiheuttaa paljon räsäystä valaisimeen ja sen kiinnitykseen, jonka seurauksena valaisin voi vaurioitua, irrota tai kaataa telineen, johon se on kiinnitetty.

Valaisinten sijoittelu ja suuntaus

Työmaan ulkovalaistuksella valaistaan yleensä laajoja alueita, kuten varastointi alueita, 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 vaikeuttavat myös 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 myös luo alueesta turvallisemman tuntuisen ja työntekijät oletettavasti työskentelevät mieluummin turvallisen tuntisessa työympäristössä.

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⁾

ST-kortin 58.09 Ulkovaistus (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 keskus- 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 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

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 pienoisjännite LED-valaistusjärjestelmä ja sen osat.

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

- SELV-järjestelmä (safety extra low-voltage), eli suojattu pienoisjännite 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

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 liikkuja 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 turvavalaisintukseen kiinnittää erityistä huomiota.

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.

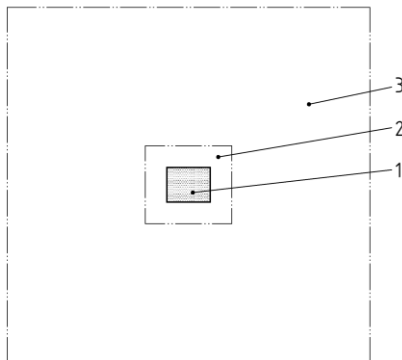
Sisävalaistus kannattaa kuitenkin ohjata päälle ja pois vähintään työskentelyaikojen mukaan, sillä se säästää jo huomattavasti energiaa ja rahaa.

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.

Taulukon arvoja voi myös itse testata työmaalla esimerkiksi lataamalla älypuheliin 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.



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)

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

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 hierto ja hionta, väliseinä- ja runkomuuraus			
Tarkkuutta vaativat sisätyöt	200	150	
loppusiivous, lattian pinnoitustyöt, LVI-laiteasennukset sekä putki- ja kanavaliitosten tekeminen, pinnoitusten esityöt, koneiden, laitteiden, työkalujen ja sähkölaitteiden huolto-, korjaus- ja puhdistustyöt			

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, raivaus- louhinta- ja maansiirtotyöt, perustuskaivannot ja niissä suoritettavat asennustyöt sekä työkoneiden valot			
Työmaatoimisto, sosiaalitulat 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 kirkkaudensäätö.		
räjähteiden lataus	Koska räjäytyksellä voi olla vakavat seuraukset virhetilanteissa ja valvottava alue on laaja, kannattaa räjäytys ja räjähteiden lataus tehdä päivänvalossa.		

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 sisätöitä

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 vältytään työalueella suurilta varjoilta. Kuvassa 8 voi nähdä myös, miten vain yhdestä suunnasta valaistu työkohte muodostaa suuren varjon seinään. Työntekijän silmien on jatkuvasti sopeuduttava uuteen valaistusvoimakkuuteen, joka väsyttää silmiä.



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 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-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.

Erityistä tarkkuutta vaativat sisätyöt

Erityistä 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.



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 valo tulee aina useammasta kuin yhdestä suunnasta ja etteivät etenkin valonheittimet aiheuta liiallista



häikäisyä tai häiriötä työmaalle tai varsinkaan sen ulkopuolelle.

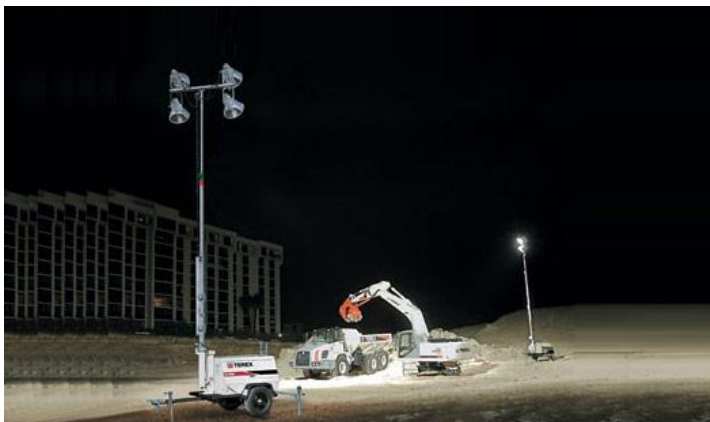
Ympärisäteilevillä led-työmaavalaisimilla valaistu katettu kulkutie työmaan sosiaalitiilojen yhteydessä (kuva: STT Info ⁽²⁴⁾)



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⁾)

Paikallista lisävalaistusta vaativat ulkotyöt

Paikallista lisävalaistusta voidaan tarvita esimerkiksi julkisivutöissä. Jos julkisivutyöt tehdään mastolavalta, sellainen on esitettynä 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 ympärisäteivillä 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 tornisairaala (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 visuaalisesti 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

alueen käyttäjiä häikäisemällä tai muuten epämiellyttävällä tavalla.

Ilkivalta

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

Myös valaistuksen ohjauksella voidaan ehkäistä ilkvallaa, 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 vuorokausirytmää, 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 suuri osa työmaista on nykyään aivan liian hämärää. Jos työntekijä viettää koko päivän huonossa valaistuksessa sisätiloissa päivästä toiseen, se heikentää hänen hyvinvointiaan ja vireytään.

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 Ulkovalaistus. 2003. Espoo: Sähköinfo Oy. Luettu 2.1.2019.
- [13] ST 58.10 Turvavalistus 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 kotelointien mekaanisen iskunkestävyyden lujuusluokat (IK-koodi). Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS. Luettu 2.1.2019.

Kuva lähteet

- [19] Aalto yliopisto. Kuva ladattu 2.5.2019.
<https://aaltocre.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>