

Työympäristön laadukas valaistus

Sisältö:

Valaistus julkisessa rakentamisessa

- julkaistu Tekniikka ja Kunta -lehdessä 6/2004

Laadukas valaistus bioteknologiassa ja laaduntarkkailussa

- perustuu esitelmään Porin Korkeakouluyksikössä 23.5.2002

Laatuvaloa sairaaloihin

- julkaistu Sairaala-lehdessä 1/2005

Pyydä myös lehtiartikkeleita kotiympäristön laadukkaasta valaistuksesta.

Lisätietoja:

Ilkka Pekanheimo
Valaistussuunnittelija, EHL
AD-Lux Oy
Brahenskatu 12
20100 TURKU
puh. (02) 517 0300
gsm 0400 221 421
faksi (02) 517 0366

AD-Lux on erikoistunut työ- ja kotiympäristösi parantamiseen sekä tuomaan hyvää mieltä elämääsi. Internet-sivuillamme on paljon uutta tietoa kodin ja työympäristön parantajalle. Siellä on mm. n. 700 valokuvaa asuntomessutalojen valaistuksesta. Jokainen valaistusratkaisu on arvioitu erikseen. Suurimmassa osassa olisi parantamisen varaa.

Erikoisuudet: päivänvalovalistus, kirkasvalo, sarastusvalo, juomavedensuodatus, ergonomiset tuolit, ilmanpuhdistajat ja -jäähdyttäjät, valaistussuunnittelu. Klikkaa sivuillemme www.adlux.fi ja tutustu.



Pirteä päivänvalovalistus matkatoimistossa. Valaistus on raikas, samankaltainen kuin ikkunoista tuleva valo. Suomen Matkatoimisto.

Ilkka Pekanheimo, valaistussuunnittelija, AD-Lux Oy

Valaistus julkisessa rakentamisessa

Valaistuksen laadun parantaminen on edullisimpia keinoja parantaa työympäristöä. Se vaikuttaa positiivisesti työntekijän viihtyvyyteen ja työsuoritukseen jokaisena päivänä.

Julkisten rakennusten valaistukseen on ollut tapana valita sopivilta näyttävät valaisimet kiinnittämättä suuremmin huomiota valon laatuun. Nykyaikaiset T5-loistevalaisimet ovat vain pahentaneet tätä ongelmaa. Lähes kaikki hankitut lamput ovat olleet värisävyltään lämpimiä, 3000 - 4000 K. Tällaisessa valossa tarkkuustyö ei ole parhaimmillaan.

Nykyään siis valitaan ensiksi valaisimet eikä kiinnitetä huomiota, millainen valon laatu valaisimissa sattuu olemaan. Ja jos kiinnitettäisiin, saattaa urakoitsija viime tipassa vaihtaa lamppujen värisävyyn "vastaavaan", vaikka vastaavaa ei olisiakaan olemassa.

Tavoitteena tulisi olla ihmisläheinen valaistus, jossa ihmisen työviihtyvyys, väsymisen vähentäminen ja työteho ovat etusijalla. Valaistus suunnitellaan kuitenkin useimmiten urakoitsijan ehdoilla. Valaistus on valitettavasti se, josta pyritään säästämään mahdollisuuksien mukaan.

Nämä samat valaistusongelmat toistuvat rakennuksesta toiseen, koska ne on kerran tehty suunnittelijan tietokoneelle ja niitä ei haluta mennä muuttamaan.

Valon laatu

Kun valolähteeksi valitaan perinteisesti 4000 K:n loistelamppu, joskus jopa 3000 K:n lamppu, näöntarkkuus tuossa valossa ei ole parhaimmillaan. Mielestäni työntekijöille tulisi tarjota paras mahdollinen työympäristö. Lamppuvalinnassa kannattaa olla tarkka, sillä kaikkia lamppuja ei valmisteta laajaspektrisenä päivänvalolamppuna, jolla saavutettaisiin näköergonomisesti paras tulos. Ja kun tähän ei yleensä suoralta kädeltä uskota, tarjoo näiden erikoislamppujen maahantuoja mahdollisuuden ilmaiseen kokeiluun.

Valaistusratkaisussa tulisi olla mukana työsuojelun ja työterveyden asiantuntija sekä valobiologiaan erikoistunut lääkäri. Tällaisia vain ei juuri ole Suomessa.

AD-Luxin lähtökohta valaistuksessa ei ole valaisinlähtöinen vaan ensiksi tulisi määrätä sellainen valon laatu, joka halutaan jokaiseen valaisimeen.

Käytettäessä parasta mahdollista päivänvalolamppua voidaan päästä jopa 20 % suurempaan lukunopeuteen, joka tapauksessa silmien väsymistä pystytään vähentämään. Lähtökohta on siis ihmisessä, ei

huoneen tai valaisimen ulkonäössä. Toki huoneen ulkonäkö saadaan moitteettomaksi käytettäessä päivänvalolamppuja.

Uusimpien tutkimustulosten mukaan keinovalo, joka sisältää kaikki aallonpituudet eli värit, on tärkeää paitsi ihmisen hyvinvoinnille, myös näöntarkkuudelle ja työteholle. Yleensä vain valon määrä nähdään tärkeäksi. Valon laadulla on kuitenkin vielä suurempi merkitys.

Ihmisen näkökyky on parhaimmillaan ulkona päivänvalossa. Mitä lähemmäksi keinovalaistus saadaan päivänvaloa sekä valon laadun että määrän suhteen, sitä tarkemmin näemme, sitä virheettömämpi on näkösuoritus ja sitä vähäisempää on silmien väsyminen.

Valaistuksen laadun parantaminen on edullisimpia keinoja parantaa työympäristöä. Suurin hyöty tulee työtehon parantumisesta, työvirheiden vähentymisestä, laadun parantumisesta ja yrityksen tuottavuudesta ja menestyksestä.

Jos ravinnostamme puuttuu vitamiineja tai musiikissamme on riitasointuja, on ongelma verrattavissa valoon, josta puuttuu värejä tai niiden suhde on väärä. Valaistusta ei saa arvioida pelkästään valomäärän perusteella, lukseissa. Ei musiikkiakaan arvostella desibeleissä. Valoa pitää olla silti riittävästi.

Silmä toimii parhaiten valossa, jossa on kaikki valon aallonpituudet edustettuina oikeissa suhteissa. Tällainen valo on mahdollisimman laajaspektrinen valo. Valon väriämpötilan tulisi olla lähellä 5500 K sekä värintoistoindeksi yli 95. Pitäisi päästä eroon perinteisestä, lämminsävyisestä 3 000 - 4 000 K:n väriämpötilasta. Tällaisella valolla saattaa olla väsyttävä vaikutus. Ns. päivänvalolamppujen väriämpötila on 5 500 - 6 500 K. Mitä korkeampi luku, sitä sinisempää on valo ja sitä epämiellyttävämpänä valo saatetaan kokea. Yksi syy, miksi päivänvalolamput eivät ole yleistyneet työpaikoilla on se, että on kokeiltu päivänvalolamppuina yleisimmin myytyjä 6500 K:n kolmihuippuisia loistelamppuja - ja petytty. Ei ole ollut mitään muuta vaatimusta, kuin että lamppuun on kirjoitettu "daylight" tai "natural daylight". Tällainen valo ei ole osoittautunut hyväksi työvaloksi, koska siitä puuttuu osa näöntarkkuudelle tärkeistä aallonpituuksista. Lisäksi valon puutteellisen spektrin takia saattaa aiheutua kiilloheijastuksia.

Valon väriämpötila ei kerro kaikkea valon laadusta. Valon spektri on tärkein valon laatuun vaikuttava asia. Täydellisen valon spektrin tulee olla jatkuva. Siinä pitää olla kaikkia valon aallonpituuksia (värejä) riittävästi ja oikeassa suhteessa.

Laajaspektrivalo (full spectrum) eroaa lähes samansävyisestä, jopa päivänvalona myytävästä valosta (full colour) siinä, että siinä on

jokaista väriä ihanteellinen määrä. Siinä nähdään paremmin, se ei väsytä silmiä kuten tavallinen valo, kiiltoheijastumat vähenevät, värit näkyvät niin täydellisesti kuin keinovalossa yleensä on mahdollista. Mitä täydellisempi lampun värijakautuma eli spektri on, sitä enemmän valosta voi nauttia ja sitä vähemmän silmät väsyvät ja sitä luotettavammaksi tulee esim. värin määritykset.

Miksi tarvitsemme päivänvaloa?

Turvallisuuteen ja terveyteen liittyvät vähimmäisvaatimukset työpaikoilla EU-direktiivin 89/654/EEC mukaan: "Työpaikkoihin on mahdollisuuksien mukaan päästävä riittävästi luonnonvaloa, ja ne on varustettava keinovaloin, joka on riittävä työntekijöiden turvallisuuden ja terveyden suojelemiseksi." Tämä määräys sitoo kaikkia EU-maita. Terveysongelmien esiintyminen on vähäisintä ikkunan lähellä.

Terveysongelmat lisääntyvät, mitä kauempana työpaikka sijaitsee ikkunasta. Jos työntekijöille annetaan parempaa valoa, he työskentelevät nopeammin ja tekevät vähemmän virheitä. Jos valon määrää vähennetään puoleen, se saattaa aiheuttaa jopa 28 %:n vähennyksen tuottavuuteen. Samalla työturvallisuus heikkenee. Se on huomattavasti kalliimpaa kuin se energian säästö, mikä saavutetaan.

Tutkimusten mukaan päivänvalolla valaistu työympäristö saattaa lisätä myymälöissä liikevaihtoa jopa 40 %. Samoin koululaisten oppisuoritusten on havaittu paranevan 10-20 %. Aito päivänvalo työympäristössä lisää tuottavuutta, mikäli valon häikäisy on eliminoitu. Kun keinovalona on täysspektrin päivävalo, saavutetaan lisää parannusta tuottavuudessa, liikevaihdossa ja työpäivätyössä. Tyypillinen nousu on 5-10 %. Tämä vastaa noin puoltapäivää vapaata kaikille työntekijöille joka viikko.

Sairaaloiden teho-osastoilla, lääkärin vastaanotoilla ja ambulansseissa tulisi valon laadun olla päivänvalon kaltaista valoa. Tavallisessa valossa ei ihon väri näy kunnolla. Lämminsävyisessä valossa ei esim. pystytä diagnosoimaan häikäisytystä. Lämminsävyinen valaistus väsyttää henkilökunnan silmiä ja heikentää tarkkaavaisuutta. Potilasturvallisuus kärsii.

Valon määrä

Valon terveydellisten ja muiden myönteisten vaikutusten saavuttaminen edellyttää melko voimakasta, 2000 - 3000 luksin valaistusta. Päivittäiseen työympäristöön voidaan suunnitella niin hyvä valaistus, että pimeän vuodenaajan haitallisilta vaikutuksilta vältyttäisiin ilman erityistä kirkasvaloa.

Työpaikan valaistustasoa tulisi voida säätää kellon ja vuodenaajan mukaan. Kesällä täyttä valaistusta tarvitaan vain ikkunattomissa tiloissa. Pimeänä vuodenaikana täysi valaistus voidaan pitää päällä aamulla heti töihin tultua n. tunnin verran ja illalla ennen töistä lähtöä tunnin ajan.

Valon määrän runsas kohottaminen aiheuttaa tietysti lisäkustannuksia. Jos työn tuottavuus kasvaa paremman valaistuksen ansiosta vain n. 0,7 % joko joutuisampana ja virheettömämpänä työntekijänä tai sairauspoissaolojen vähentämisenä, paremman valaistuksen lisäkustannukset saadaan takaisin.

Tutkimusten mukaan tuottavuus kasvaa useiden prosenttien verran, kun valaistusvoimakkuutta lisätään 500 luksista noin 1 600 luksiin. Vaativissa näkötehtävissä on saavutettu 8 - 9 % tuottavuuden nousu. Lisäksi virheet ovat vähentyneet parhaimmillaan jopa puoleen. Läkällä työntekijöillä valaistusvoimakkuuden lisääminen vaikuttaa enemmän tuottavuuden paranemiseen kuin nuorilla työntekijöillä. Kun valaistusta halutaan työtiloissa lisätä, valitaan värilämpötilaltaan korkeat (vähintään 5 000 K) lamput.

Silmien sopeutuminen valovoimakkuuksiin heikkenee iän myötä. Työympäristön valon määrän tulisi olla riittävä myös 60-vuotiaalle työntekijälle. Jos valaistus on mitoitettu 60-vuotiaalle, on se erinomainen myös nuorille ihmisille.

Näöntarkkuus

Ihmisen silmä on kehittynyt miljoonien vuosien aikana valossa, jossa värintoistokyky on täydellinen. Ihminen elää nykyään kuitenkin sisätiloissa, joissa valomäärä on joskus hyvinkin vähäinen ja värintoisto huono.

Kun käytetään laajaspektristä valoa, poistuu silmän tarve sopeutua uuteen valon väriin siirryttäessä ulkoa sisälle. Tästä seuraa silmien rasittumisen ja väsymisen väheneminen vaikeimmassakin näkösuorituksissa. Silmien rasittuminen ja väsyminen ovat yleisiä tavallisessa valaistuksessa, josta puuttuu suuri osa väreistä tai värit ovat virheellisesti suhteessa keskenään.



Koulun atk-luokan epäsuora, häikäisemätön valaistus. Ei heijastuksia. Ei silmien väsymistä. Helsinki Business College.

Jos valon spektri on epätasapainossa, emme pysty näkemään kaikkia yksityiskohtia, mitä yritämme nähdä. Valo, jossa on liikaa jotakin väriä, häiritsee sekä tätä ylikorostettua väriä että myös toisia värejä. Hehkulamppu ja tavanomainen loistelamppu sisältävät ainoastaan osan valon spektristä. Näissä valoissa emme voi nähdä värejä ja kohteita tarkasti. Näkökyky on ei-tekninen termi, joka kuvaa, miten hyvin silmä näkee. Se käsittää kyvyn erottaa muotoja ja värejä ja tulkita värejä.

Loistelamput, jotka tuottavat suurimman valomääränsä keltavihreällä spektrin alueella, ovat kirkkaita, häikäiseviä valolähteitä, kuten kylmän- ja lämminvalkeat loistelamput. True-Light-päivänvalolamppu sen sijaan on ihanteellinen vähentämään häikäisyä sisävalaistuksessa samalla kun se parantaa näöntarkkuutta.

Näkökykyä tutkitaan Kalifornian yliopistossa, Lawrence Berkeley - tutkimuslaboratoriossa. Tri Sam Bermanin mukaan nykyinen tapa ilmoittaa valaistusarvot lumeneissa ja lukseissa on virheellinen. Se ei ole yhteensopiva silmän näkökyvyn kanssa. Mitä enemmän silmät vanhenevat, sitä enemmän hyödytään päivänvalosta ja sitä heikommin nähdään lämminsävyisessä valossa.

Häikäisyn estäminen

Häikäisy ja kiiltoheijastuminen ovat usein ongelmia työpaikoilla. Yksikään lamppu ei saisi häikäistä. Valaisimet tulee suunnata siten, että häikäisyä ei synny. Ns. down-light-valaisimista voidaan hyvin luopua työpaikoilla. He saattavat turhaan aiheuttaa häikäisyä. Lisäksi niistä ei ole useinkaan poistettu sähköjännitevälkyntää.

Sisustusväreistä

Jos käytetään lämminsävyistä, kellertävää valoa, muuttaa se esim. sinisen värin violetiksi ja punaisen oranssiksi. Kaikki värit vääristyvät. On siis turhaa valita värejä tarkkaan, jos aikoo käyttää hehkulamppuvalaistusta tai muuta kellertävää valaistusta koska valitut värit voivat olla hyvinkin yllätykselliset.

Suositteluvia värejä ovat suurina, vaaleina pintoina sininen, vihreä, ruskea, keltainen ja harmaa. Tummana värinä voi esiintyä myös vihreää, sinistä, mutta ei kovin suurina pintoina. Punaista, oranssia ja keltaista ei saisi esiintyä suurina, voimakkaina väripintoina. Purppuraa ei saisi käyttää lainkaan.

Jos on kyseessä ikkunaton tila, tulisi siinä olla aina vaalean taivaan sinistä väriä. Värien tulisi sointua keskenään ja yhteen sopivat vastakkaisvärit tulisi tarkistaa esim. RA-värihyrrän avulla (ks. Seppo Rihlana: Värit ja valaistus sisustussuunnittelussa).

Lopuksi

Kun perehdytään uusimpiin valaistustutkimuksiin, havaitaan, että tuottavuutta parantava ja silmien rasitusta vähentävä valaistus olisi ensiarvoisen tärkeää missä tahansa yrityksessä, jossa työntekijöiden panos yrityksen tuottavuuteen on ratkaiseva. Laadukkaan valaistuksen tulisi kuulua tällaisen yrityksen imagoon.

Mitä enemmän perehdytään valon vaikutuksiin ihmisen näkö- ja työsuorituksen, sitä vakuuttuneemmaksi tullaan, että ihmisen työskentelyvalon laadun tulisi saada määrätä lääketieteellisen peruskoulutuksen saanut henkilö tai valobiologi. Ennen hankintapäätöksiä on syytä kokeilla laajaspektristä valaistusta. Ero valaistuksessa huomataan välittömästi. Vaikutuksen työtehoon ja yleiseen hyvinvointiin kokee toki vasta kokeilun jatkuttua hieman pidempään.

Laadukas valaistus bioteknologiassa ja laaduntarkkailussa

Ilkka Pekanheimo, valaistuskonsultti. Perustuu esitelmään Porin Korkeakouluyksikössä 23.5.2002.

Tiivistelmä

Uusimpien tutkimustulosten mukaan keinovalo, joka sisältää kaikki aallonpituudet eli värit, on tärkeää paitsi ihmisen hyvinvoinnille, myös näöntarkkuudelle ja työteholle. Yleensä vain valon määrä nähdään tärkeäksi. Valon laadulla on kuitenkin vielä suurempi merkitys.

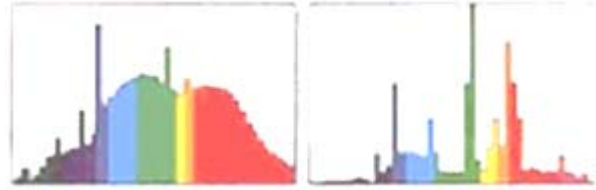
Ihmisen näkökyky on parhaimmillaan ulkona päivänvalossa. Mitä lähemmäksi keinovalaistus saadaan päivänvaloa sekä valon laadun että määrän suhteen, sitä tarkemmin näemme, sitä virheettömämpi on näkösuoritus ja sitä vähäisempää on silmien väsyminen.

Laboratorioiden valaistukseen on ollut tapana valita sopivilta näyttävät valaisimet kiinnittämättä suuremmin huomiota valon laatuun. Nykyaikaiset T5-loistevalaisimet ovat vain pahentaneet tätä ongelmaa. Lähes kaikki hankitut lamput ovat olleet värisävyiltään lämpimiä, 3000 - 4000 K. Tällaisessa valossa tarkkuustyö ei ole parhaimmillaan.

Eri aikoina hankituissa valaisimissa voi olla jopa erilainen valon koostumus, koska valaisinvalmistaja on vaihtanut lamppumerkkiä. Näin ei päästä parhaaseen lopputulokseen. Laboratorio työ on näöntarkkuutta vaativaa työtä. Siksi valon laatu tulisi määrätä sellaiseksi, että näkösuoritus on siinä parhaimmillaan. Vasta sen jälkeen valitaan valaisimet, joihin tällainen valo on mahdollista laittaa.

Artikkelissa käsitellään uusimpia valon laatuun, määrään, näöntarkkuuteen, sähköjännitevärinän poistamiseen ja terveyteen liittyviä tutkimuksia.

1. Valon laatu



Spektri kertoo valon laadun. Vasemmalla laajaspektrinen valo, oikealla puutteellinen valo

Valaistuksen laadun parantaminen on edullisimpia keinoja parantaa työympäristöä. Suurin hyöty tulee työtehon parantumisesta, työvirheiden vähentymisestä, laadun parantumisesta ja yrityksen tuottavuudesta ja menestyksestä.

Jos ravinnostamme puuttuu vitamiineja tai musiikissamme on riitasointuja, on ongelma verrattavissa valoon, josta puuttuu värejä tai niiden suhde on väärä. Valaistusta ei saa arvioida pelkästään valomäärän perusteella, lukseissa. Ei musiikkiakaan arvostella desibeileissä. Valoa pitää olla silti riittävästi.

Silmä toimii parhaiten valossa, jossa on kaikki valon aallonpituudet edustettuina oikeissa suhteissa. Tällainen valo on mahdollisimman laajaspektrinen valo. Valon väriämpötilan tulisi olla lähellä 5500 K sekä värintoistoindeksin yli 95. Pitäisi päästä eroon perinteisestä, lämminsävyisestä 3 000 - 4 000 K:n väriämpötilasta. Tällaisella valolla saattaa olla väsyttävä vaikutus. Ns. päivänvalolamppujen väriämpötila on 5 500 - 6 500 K. Mitä korkeampi luku, sitä sinisempää on valo ja sitä epämiellyttävämpänä valo saatetaan kokea. Yksi syy, miksi päivänvalolamput eivät ole yleistyneet työpaikoilla on se, että on kokeiltu päivänvalolamppuina yleisimmin myytyjä 6500 K:n kolmihuippuisia loistelamppuja - ja petytty. Ei ole ollut mitään muuta vaatimusta, kuin että lamppuun on kirjoitettu "daylight" tai "natural daylight". Tällainen valo ei ole osoittautunut hyväksi työvaloksi, koska siitä puuttuu osa näöntarkkuudelle tärkeistä aallonpituuksista. Lisäksi valon puutteellisen spektrin takia saattaa aiheutua kiiltoheijastuksia.

Valon väriämpötila ei kerro kaikkea valon laadusta. Valon spektri on tärkein valon laatuun vaikuttava asia. Täydellisen valon spektrin tulee olla jatkuva. Siinä pitää olla kaikkia valon aallonpituuksia (värejä) riittävästi ja oikeassa suhteessa.

Laajaspektrivalo (full spectrum) eroaa lähes samansävyisestä, jopa päivänvalona myytävästä valosta (full colour) siinä, että siinä on jokaista väriä ihanteellinen määrä. Siinä nähdään paremmin, se ei väsytä silmiä kuten tavallinen valo, kiiltoheijastumat vähenevät, värit näkyvät niin täydellisesti kuin keinovalossa yleensä on mahdollista. Mitä täydellisempi lamput värijakautuma eli spektri on, sitä enemmän valosta voi nauttia ja sitä vähemmän silmät väsyvät ja sitä luotettavammaksi tulee esim. värin määrittämiseen perustuva laboratorio työ.

True-Light-valon tärkeydestä kertoo kokemuserään suuren suomalaisen sairaalan bakteriologi-

Kokeile laadukasta valaistusta,

- jossa silmäsi eivät väsy ja joka ei häikäise
- jossa värit näkyvät mahdollisimman aitoina
- joka jatkaa päivänvalon kaunista vaikutelmaa sisätiloihin
- jossa lukunopeus ja näöntarkkuus ovat parhaimmillaan
- Jossa pienetkin yksityiskohdat erottuvat hyvin
- jossa on helppo lukea kiiltävääkin paperia
- joka sopii hyvin myös epäsuoraan valaistustapaan
- josta on poistettu keskittymistä haittaava sähköjännitevärinä
- joka säästää energiaa ja joka ei ole palovaarallinen
- joka sopii yhtä hyvin kotiin kuin työpaikalle
- joka voi piristää ja saada sinut hyvälle mielelle.

AD-Luxin lamput ja valaisimet täyttävät vaativankin valaisijan ja sisustajan vaatimukset. Kokeile ilman ostovelvoitetta!

an laboratorista. True-Light-valossa nähtiin bakteerikasvua elatusalustalla, kun taas sairaalan normaalissa valaistuksessa sitä ei näkynyt. Virhediagnooseja oli näin saattanut tulla vuosien varrella.

Yksi parhaista laajaspektrilampuista on True-Light. Siinä pyritty mahdollisimman täydelliseen, oikeaan valoon. Sitä on käytetty ensi kerran jo lähes 30 vuotta sitten avaruusteknologiassa.

2. Valon terveysvaikutuksista

Viime vuosina tutkimus on tehnyt merkittäviä uusia aluevaltauksia, joissa suomalaisetkin tutkijat ovat olleet mukana. Tulokset ovat niin merkittäviä, että ne saattavat ennen pitkää muuttaa tähänastisia valaistustottumuksia.

Hyvä näkemiskyky on tietenkin jatkuvasti vaalittava valaistuksen käytön lähtökohta, mutta sen rinnalle on tullut toisia lähtökohtia, jotka samalla vaikuttavat myös entistä voimakkaammin näkökyvyn säilyttämiseen mahdollisimman hyvänä ikävuosienkin karttuessa.

Hyvää valaistusta koskevat säännöt ovat tähän asti perustuneet lähinnä siihen, että työpaikoilla tulee olla niin hyvä valaistus, ettei puutteellisen valaistuksen takia synny merkittävästi työvirheitä. Nyt sen sijaan on tutkittu valosäteilyn vaikutusta ihmisen kokonaisterveydentilaan. Normiston muuttamista harkitaan valon kokonaisvaikutuksista eikä ainoastaan näkemiseen liittyvistä tekijöistä lähtien. Valon määrä ja laatu ovat tällöin tulleet entistä määrätietoisemman tutkimuksen kohteeksi.

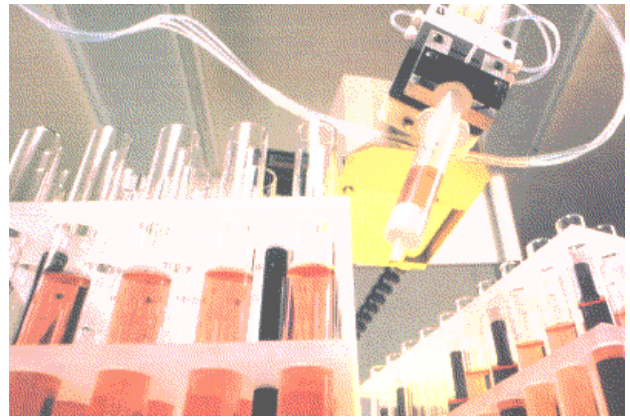
Tampereen yliopistolla v. 2001 valmistunut tutkimustulos True-Light-laajaspektrivalolla on mielenkiintoinen. Se liittyy D-vitamiinin muodostukseen. Monissa tutkimuksissa on viime aikoina todettu, että talvella D-vitamiinin saanti on Suomessa riittämätöntä. Turvallisin keino sen annosteluun on valo. True-Light-valo on tällä hetkellä ainoa yleiskäyttöön tarkoitettu lamppu, joka on tarkoituksella tehty sellaiseksi, että D-vitamiinin muodostus on mahdollista, jos vain valomäärä on riittävä. Tampereen yliopiston tutkija, prof. Tuohimaa ehdottaakin, että True-Light-lamppuja voitaisiin käyttää tukihoidona D-vitamiinin lisäämisessä. Tämän tutkimustuloksen tulisi olla työympäristöstä ja työntekijöiden hyvinvoinnista vastaavien tiedossa.

3. Valon määrä

Valon terveydellisten ja muiden myönteisten vaikutusten saavuttaminen edellyttää melko voimakasta, 2000 - 3500 luksin valaistusta. Päivittäiseen työympäristöön voidaan suunnitella niin hyvä valaistus, että pimeän vuodenajan haitallisilta vaikutuksilta vältyttäisiin ilman erityistä kirkasvaloa.

3500 luksin valomäärä voidaan saavuttaa laajaspektristä lampua käyttäen siten, että vältytään häikäisyltä. Voihan valon voimakkuus ulkotöissäkin olla esim. 5000 - 10000 luksia, jopa enemmän. Kukaan ulkotyöläisistä ei valita näin voimakasta valomäärää - päin vastoin.

Työpaikan valaistustasoa tulisi voida säätää kellon ja vuodenajan mukaan. Kesällä täyttä valaistusta tarvitaan vain ikkunattomissa tiloissa. Pimeänä vuodenaikana täysi valaistus voidaan pitää päällä aamulla heti töihin tultua n. tunnin verran ja illalla ennen töistä lähtöä tunnin ajan.



Valon määrän runsas kohottaminen aiheuttaa tietysti lisäkustannuksia. Jos työn tuottavuus kasvaa paremman valaistuksen ansiosta vain n. 0,7 % joko joutuisampana ja virheettömämpänä työntekijänä tai sairauspoissaolojen vähenemisenä, paremman valaistuksen lisäkustannukset saadaan takaisin.

Tutkimusten mukaan tuottavuus kasvaa useiden prosenttien verran, kun valaistusvoimakkuutta lisätään 500 luksista noin 1 600 luksiin. Vaativissa näkötehtävissä on saavutettu 8 - 9 % tuottavuuden nousu. Lisäksi virheet ovat vähentyneet parhaimmillaan jopa puoleen. Lääkeillä työntekijöillä valaistusvoimakkuuden lisääminen vaikuttaa enemmän tuottavuuden paranemiseen kuin nuorilla työntekijöillä. Kun valaistusta halutaan työtiloissa lisätä, valitaan värilämpötilaltaan korkeat (vähintään 5 000 K) lamput. Näitä asioita on käsitelty VTT:n sähkö- ja automaatiotekniikan laboratoriossa tehdyssä tutkimuksessa.

4. Näöntarkkuus

Ihmisen silmä on kehittynyt miljoonien vuosien aikana valossa, jossa värinostokyky on täydellinen. Ihminen elää nykyään kuitenkin sisätiloissa, joissa valomäärä on joskus hyvinkin vähäinen ja värinosto huono.

Kun käytetään laajaspektristä valoa, poistuu silmän tarve sopeutua uuteen valon väriin siirryttäessä ulkoa sisälle. Tästä seuraa silmien rasittumisen ja väsymisen väheneminen vaikeimmissakin näkösuorituksissa. Silmien rasittuminen ja väsyminen ovat yleisiä tavallisessa valaistuksessa, josta puuttuu suuri osa väreistä tai värit ovat virheellisessä suhteessa keskenään.

Jos valon spektri on epätasapainossa, emme pysty näkemään kaikkia yksityiskohtia, mitä yritämme nähdä. Valo, jossa on liikaa jotakin väriä, häiritsee sekä tätä ylikorostettua väriä että myös toisia värejä. Hehkulamppu ja tavanomainen loistelamppu sisältävät ainoastaan osan valon spektristä. Näissä valoissa emme voi nähdä värejä ja kohteita tarkasti. Näkökyky on ei-tekninen termi, joka kuvaa, miten hyvin silmä näkee. Se käsittää kyvyn erottaa muotoja ja värejä ja tulkita värejä.

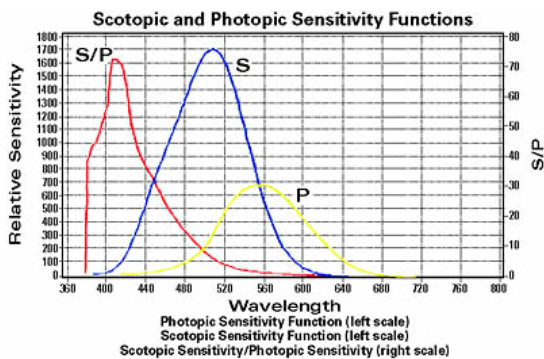
Loistelamput, jotka tuottavat suurimman valomääränsä keltavihreällä spektrin alueella, ovat kirkkaita, häikäiseviä valolähteitä, kuten kylmän- ja lämminvalkeat loistelamput. True-Light sen sijaan on ihanteellinen vähentämään häikäisyä sisävalaistuksessa samalla kun se parantaa näöntarkkuutta.

Näkökykyä tutkitaan Kalifornian yliopistossa, Lawrence Berkeley -tutkimuslaboratoriossa. Tri Sam Bermanin mukaan nykyinen tapa ilmoittaa valaistus-

arvot lumeneissa ja lukseissa on virheellinen. Se ei ole yhteensopiva silmän näkökyvyn kanssa.

Kun kandelasta tuli valovoiman yksikkö vuonna 1924, hehkulamppu oli ainoa sähkövalon lähde. Kandelasta johdettiin sitten muut valotekniset yksiköt, mm. lumen, luksi ja luminanssi. Määrittelyssä otettiin huomioon vain 99,98 % näkökentästä. Mm. silmän sauvasolujen alue jäi kokonaan vaille mitään huomiota. Valoteknisillä yksiköillä ei ole näin mitään tekemistä ihmisen näkökyvyn kanssa. Nämä ovat kuitenkin vielä nykyäänkin määräävinä tekijöinä valaisinteollisuudessa valaistuksen mittareina.

Silmässä on kahdenlaisia valoherkkiä soluja, tappeja ja sauvoja. Tappien avulla näemme värit ja muut yksityiskohdat. Sauvasolujen luultiin aikaisemmin toimivan ainoastaan hämärässä. Bermanin mukaan ne alkavatkin jo toimia nykyisille työympäristöille tyypillisissä, melko alhaisissa valomäärissä.

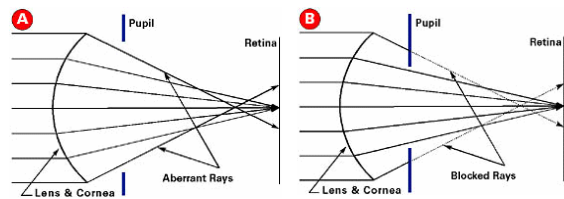


Kuvassa s = skotooppinen (korkeampi pylväs) p = fotooppinen

Tappisolut ovat herkimmillään valon spektrin aallonpituudella 555 nanometriä (keltavihreä) kun taas sauvat ovat herkimmillään 507 nanometrin kohdalla. Valaistusmittarit ovat kalibroituja pelkästään tappien herkkyyssä mukaisesti. Tappisolujen herkkyyssäyrää valon spektrillä kutsutaan fotooppiseksi. Valaistus- ja lampussuunnittelijat ovatkin jo vuosikymmeniä pitäneet virheellisesti tuota 555 nanometrin lukua tärkeänä näöntarkkuutta ajatellen. Osittain varmaan siitä johtuu, että nykyinen sisävalomme on niin keltavoittoista. On myös kuviteltu virheellisesti, että mitä enemmän valoa on, sitä paremmin näemme. Sauvasolujen herkkyyssäyrää valon spektrillä kutsutaan skotooppiseksi (sinivihreä). Sitä ei ole kuitenkaan otettu huomioon sisävalaistusta määrättäessä.

Silmässä on n. 120 miljoonaa sauvasolua ja vain 6-7 miljoonaa tappisolua. Sauvat näkevät skotooppisen valon ja tapit näkevät fotooppisen valon. Koska sauvojen ja tappien suhde on 18:1, skotooppisesti rikas lamppu antaa sellaista valoa, joka on hyödyllisempää ihmisen silmän näkökykyä ajatellen.

Tiedetään, että valon määrän lisääminen yleisesti ottaen aiheuttaa pupillin pienentymistä. Kuitenkin skotooppisesti suuntautunut valo, jonka spektrissä on enemmän sinivoittoista valoa, pienentää pupillia vielä enemmän, vaikka valomäärä olisi sama. Mitä pienempi on pupilli, sitä tarkemmin me näemme.



Silmän pupilli on pienempi skotooppisessa valossa (kuva B) kuin fotooppisessa valossa (kuva A).

Mitä pienempi pupilli, sitä tarkemmin näemme laboratoriotyössä.

Tutkijat ovat havainneet, että kun tavanomainen, kellertävä valo korvataan skotooppisella valolla, saavutetaan sama näkö tarkkuus, mutta alhaisemmalla valomäärällä. Bermanin tutkimuksissa suorituskyky oli merkittävästi parempi silloin, kun pupilli oli pienempi. Tällöin tarvitaan myös vähemmän kontrastia. Havaittiin myös, että lukunopeus ja -tarkkuus oli parempi, kun pupilli oli pienempi.

Tutkimustulosten perusteella voidaan todeta, että silmän skotooppinen herkkyys on määräävässä asemassa sekä näkösuorituksessa että koetussa valon kirkkaudessa. Kun tämä otetaan huomioon, tullaan säästämään huomattavasti energiaa, kun siirrytään kellertävästä valosta skotooppiseen suuntaan. Tällöin myös valon laatu paranee.

Steve Fotios (Manchesterin yliopisto, Englanti) on havainnut, että nykyiset valaistusmittarit aliarvioivat skotooppista valoa peräti 32 %:lla. Tämä tutkimus esitettiin ensimmäisessä kansainvälisen valaistusjärjestön, CIE:n järjestämässä valon laadun kongressissa Ottawassa Kanadassa v. 1998. Käsite valon laadusta on siis melko uusi, koska ko. valaistusjärjestö kiinnitti siihen erityistä huomiota vasta v. 1998.

5. Sähköjännitevärinän poisto

On kauan epäilty, että silmille näkymätön loistelamppuvalon värinä aiheuttaisi stressiä työympäristössä, jossa päivänvalo ei ole vallitsevana valonlähteenä. Epäilyt ovat nyt osoittautuneet todeksi.

Dosentti Rikard Küller Lundin teknillisen korkeakoulun arkkitehtuurin ympäristöpsykologiselta osastolta on v. 1998 saanut valmiiksi laajan tutkimuksensa, jossa hän tutki järjestelmällisesti, miten perinteisten loistevalaisinten värinälinen valo ja korkeataajuisilla elektronisilla liitäntälaitteilla varustettujen valaisinten värinätön valo vaikuttaa keskushermoston stressitasoon.

Normaalisti loistelampun 50 - 100 Hz:n värinää ei nähdä. Kuitenkin keskushermostomme havaitsee 100 Hz:n ja jopa huomattavasti korkeammankin värinän. Koska värinää ei nähdä, ei siihen voi myöskään tietoisesti reagoida eikä sitä vastaan näin voi suojaautua.

Valon värinän haittavaikutuksia on tutkittu aikaisemminkin. V. 1989 Wilkins vertasi kahta toimistotyöntekijäryhmää. Ryhmät työskentelivät vuorotellen normaalien, värisevien loistevalaisimien valossa ja korkeataajuisilla elektronisilla liitäntälaitteilla varustettujen, värinättömien loistevalaisimien valossa. Kun siirryttiin värinättömään valoon, valitukset päänsäryistä ja silmien rasittumisesta vähenivät yli 50 %.

Küllerin tutkimuksen koehenkilöt eivät havainneet, kummassa koetilanteessa käytettiin värisevää ja kummassa värinätöntä valoa. Värinätön valo tuntui kuitenkin miellyttävämmältä. Koehenkilöt jaettiin kahteen ryhmään sen perusteella, mikä oli heidän värinän havaitsemiskyntensä. Niiden keskuudessa, jotka olivat vähemmän herkkiä värinälle, ei havaittu mitattavia eroja. Sitä vastoin toisessa ryhmässä, jotka olivat herkempiä värinälle ja jotka siis näkivät korkeampijaksoisen värinän, oli selviä eroja.

Aivosähkökäyrässä on useita eri taajuusalueita. Niistä ns. alfa-rytmi on mielenkiintoisin. Se on tunnusomaista aivoille, jotka ovat lepotilassa. Kun sitten jotakin tapahtuu, esim. äänimerkki tai voimakkaasti vilkkuva valo, vähenee alfa-rytmin taajuus voimakkaasti. Voidaan sanoa, että mitä enemmän aivot ovat rasittuneita ulkopuolisten ärsykkeiden vaikutuksesta, sitä pienempi on alfa-rytmi.

Osoittautui, että värinälle herkemällä ryhmällä alfa-rytmi oli huomattavasti alhaisempi silloin, kun loistevalo värisi (kuvan 1 oikea pylvä). Se osoitti, että aivot rasittuivat enemmän, vaikka värinää ei nähtykään. Aivosähkökäyrässä ei kuitenkaan havaittu merkittävää eroa vielä 15 minuutin kuluttua. Vasta 3 tunnin kuluttua ero alkoi olla selvä.



Kuva 1

Kuva 1. Aivosähkökäyrän alfa-rytmi on alhaisempi värisevässä valossa.

Kuva 2

Kuva 2. Oikoluku on hieman nopeampaa värisevässä, stressaavassa valossa

Kuva 3

Kuva 3. Nopeammasta lukemisesta on vain haittaa: virheiden määrä on yli kaksinkertainen värisevässä valossa.

Värisevä valo johtaa yleiseen keskushermoston rasitukseen. Se ilmenee sekä alfa-rytmin vähene misenä että nopeutuneena, mutta huonontuneena suorituksena. Koeryhmässä oli n. 40 % sellaisia, joilla tämä ilmeni. Tämän mukaan suuri joukko ihmisistä on herkkiä loistelamppuvärinälle.

Valon värinän vaikutus keskushermostoon on yleisempää henkilöillä, joilla on nuori, terve hermostojärjestelmä. Siksi herkkyttä värinälle ei voida sanoa puutteeksi tai vammaksi. Tulos antaa myös erityistä painoa vaatimuksille, että perinteiset kuristimet tulee vaihtaa korkeataajuisiin (20 - 40 Khz) elektronisiin liitäntälaitteisiin. Tällainen valo ei häiritse aivotyöskentelyä ja keskittymistä kuten perinteinen, värisevä valo saattaa tehdä.

Nykyaikainen elektroniikka säästää myös energiaa n. 25 %, vähentää huoltokustannuksia, pidentää lampun polttoaikaa jopa 50 % ja sammuttaa vialliset lamput. Se aiheuttaa vähemmän häiriöitä, mm. magneettikenttä alenee ratkaisevasti. Valaistuksesta syntyy vähemmän lämpöä, valon määrä alenee hitaammin. Lamput syttyvät vilkkumatta. Saadaan enemmän valoa samalla rahalla.

Useimmat T5-lampuilla varustetut valaisimet sisältävät jo onneksi värinänpoistavan elektronisen liitäntälaitteen.

6. Yhteenveto

Kun perehdytään uusimpiin valaistustutkimuksiin, havaitaan, että tuottavuutta parantava ja silmien rasitusta vähentävä valaistus olisi ensiarvoisen tärkeää laboratorioissa ja missä tahansa yrityksessä, jossa työntekijöiden panos yrityksen tuottavuuteen on ratkaiseva. Laadukkaan valaistuksen tulisi kuulua tällaisen yrityksen imagoon.

Mitä enemmän perehdytään valon vaikutuksiin ihmisen näkö- ja työsuoritukseen, sitä vakuuttuneemmaksi tullaan, että ihmisen työskentelyvalon laadun tulisi saada määrätä lääketieteellisen peruskoulutuksen saanut henkilö tai valobiologi. Ennen hankintapäätöksiä on syytä kokeilla laajaspektristä valaistusta. Ero valaistuksessa huomataan välittömästi. Vaikutuksen työtehoon ja yleiseen hyvinvointiin kokee toki vasta kokeilun jatkuttua hieman pidempään.

Valaistuksen laadun parantaminen on edullisimpia keinoja parantaa työympäristöä. Se vaikuttaa positiivisesti työntekijän viihtyvyyteen ja työsuoritukseen jokaisena työpäivänä.

Viitteet

1. Valon laatu

Liberman, Jacob: Light, Medicine of the Future, Bear and Co. 1991
Pekanheimo, Ilkka: Luonnonvalon vaikutukset hyvinvointiimme. Turku 1995.

2. Valon terveysvaikutukset

P. Tuohimaa A. Lyakhovitch, N. Aksenov, P. Pennanen, H. Syväjä, Y.R. Lou, M. Ahonen, T. Hasan, P. Pasanen, M. Bläuer, T. Manninen, S. Miettinen, P. Vilja, T. Ylikomi: Vitamin D and Prostate Cancer. Journal of Steroid Biochemistry & Molecular Biology 76 (2001) 125-134.

Rihlama, Seppo: Valaistus ja värit sisustus suunnittelussa. Karisto Oy, Hämeenlinna 2000.

Downing, Damien M.B., B.S., Lic.Ac: Daylight Robbery - The Importance of Sunlight to Health. Arrow Books 1998.

3. Valon määrä

Veikko Ahponen: Päivänvalon luokkaa olevien keinovalaistusten toteuttamismahdollisuudet. VTT:n sähkö- ja automaatiotekniikan laboratorio, Työsuojelurahaston tutkimus 91268, 1992.

4. Näöntarkkuus

Berman, S.M: The Reengineering of Lighting Photometry. Publications of the Lighting Research Group, Lawrence Berkeley Laboratory, California, 1995.

Berman, S.M: Physiological Response to Environmental Design: Improving Lighting Quality & Energy Efficiency With Light Spectrum, Speech at the Eighth Symposium on Healthcare Design - Journal of Healthcare Design, 1996.

Berman, S.M.; Fein, G.; Jewitt, D.L.; Benson, B.R.; Law, T.M. and Myers, A.W: Luminance Controlled Pupil Size Affects Word Reading Accuracy. J.IES Vol. 25, Vol. 23, No. 1, Winter 1996.

S.A. Fotios & G.J. Levermore: The perception of electric light sources of different colours properties. Lighting Research & Technology 29(3) 161-171 (1997)

5. Sähköjännitevärinän poisto

Rikard Küller and Thornbjörn Laike: The impact of flicker from fluorescent lighting on well-being, performance and physiological arousal. Environmental Psychology Unit, School of Architecture, Lund Institute of Technology, Sweden. Ergonomics, 1998, vol. 41, No 4, 433-447.

Stressad på jobbet. Lysröret kan vara boven. Ljuskultur 3/98 s. 10-15.

Lisätietoja ja tutkimustuloksia: www.adlux.fi, "Työympäristön parantajan tietopaketti", High-tech-yritykset. Laaja kirjallisuusluettelo nähtävänä AD-Lux Oy:n Internet-sivuilla.

AD-Lux Oy, Brahenkatu 12, 20100 TURKU

(02) 517 0300, (02) 517 0366,

ilkka.pekanheimo@adlux.fi

www.adlux.fi

Laatuvaloa sairaaloihin!

Ilkka Pekanheimo, valaistussuunnittelija

Kirjoittaja on tehnyt valaistusarviointeja sairaaloista ja hänen mukaansa parantamisen varaa olisi paljon.

Sairaaloihin on tapana valita sopivilta näyttävät valaisimet kiinnittämättä suuremmin huomiota valon laatuun. Nykyaikaiset T5-loistevalaisimet ovat vain pahentaneet tätä ongelmaa. Lähes kaikki hankitut lamput ovat olleet värisävyiltään lämpimiä, 3000 - 4000 K. Tällaisessa valossa tarkkuustyö ei ole parhaimmillaan, värit eivät näy aitoina ja potilasturvallisuus heikkenee.

Tavoitteena sairaalassa tulisi olla ensisijaisesti potilasturvallisuus sekä ihmisläheinen valaistus, jossa ihmisen työviihtyvyys, väsymisen vähentäminen ja työteho ovat etusijalla. Valaistus on valitettavasti se, jossa säästetään jopa potilasturvallisuuden kustannuksella.

Valon laatu

Kun valolähteeksi valitaan perinteisesti 4000 K:n lämminsävyinen loistelamppu, joskus jopa 3000 K:n lamppu, näöntarkkuus tuossa valossa ei ole parhaimmillaan.

Uusimpien tutkimustulosten mukaan keinovalo, joka sisältää kaikki aallonpituudet eli värit, on tärkeää paitsi ihmisen hyvinvoinnille, myös näöntarkkuudelle ja työteholle. Yleensä vain valon määrä nähdään tärkeäksi. Valon laadulla on kuitenkin vielä suurempi merkitys. Laajaspektristä päivänvalovalaistusta tulisi kokeilla ennen valaistuspäätöksiä, jotka sitovat kymmeniksi vuosiksi.

Jos ravinnostamme puuttuu vitamiineja tai musii-kissamme on riitasointuja, on ongelma verrattavissa valoon, josta puuttuu värejä tai niiden suhde on väärä. Valaistusta ei saa arvioida pelkästään valomäärän perusteella, lukseissa. Ei musiikkiakaan arvostella desibeleissä. Valoa pitää olla silti riittävästi.

Silmä toimii parhaiten valossa, jossa on kaikki valon aallonpituudet edustettuina oikeissa suhteissa. Tällainen valo on mahdollisimman laajaspektrinen valo. Valon väriämpötilan tulisi olla lähellä 5500 K sekä värintoistoindeksin yli 95. Pitäisi päästä eroon perinteisestä, lämminsävyisestä 3 000 - 4 000 K:n väriämpötilasta. Tällaisella valolla saattaa olla väsyttävä vaikutus. Ei riitä, että lampussa lukee "daylight", myös sen spektrin tulee vastata päivänvaloa.

Päivänvalo parasta

Turvallisuuteen ja terveyteen liittyvät vähimmäisvaatimukset työpaikoilla EU-direktiivin 89/654/EEC mukaan: *"Työpaikkoihin on mahdollisuuksien mukaan päästävä riittävästi luonnonvaloa, ja ne on varustettava keinovaloin, joka on riittävä työntekijöiden turvallisuuden ja terveyden suojelemiseksi."*

Tämä määräys sitoo kaikkia EU-maita. Terveysongelmien esiintyminen on vähäisintä ikkunan lähellä. Terveysongelmat lisääntyvät, mitä kauempana työpaikka sijaitsee ikkunasta. Jos työntekijöille annetaan

parempaa valoa, he työskentelevät nopeammin ja tekevät vähemmän virheitä.

Aito päivänvalo työympäristössä lisää tuottavuutta, mikäli valon häikäisy on eliminoitu. Kun keinovalona on täysspektrinen päivänvalo, saavutetaan parannusta tuottavuudessa ja terveydentilassa. Tyypillinen nousu on 5-10 %. Tämä vastaa noin puoltapäivää vapaata kaikille työntekijöille joka viikko.

Varsinkin sairaaloiden teho-osastoilla, lääkärin vastaanotoilla ja ambulansseissa tulisi valon laadun olla päivänvalon kaltaista valoa. Lämminsävyisessä valossa on hyvin vaikea diagnosoida esim. häikäisystä. Ihon väri ei näy oikein. On jo tapauksia, joissa häikäisytyöpotilaan kuoleman epäillään johtuneen valon laadun ala-arvoisuudesta. Kuolinsyynä häikäisy on tässä tapauksessa virheellinen, sen tulisi olla väärästä valaistuksesta johtuva virhediagnoosi. Kuka on vastuussa?

Silmien sopeutuminen valovoimakkuuksiin heikkenee iän myötä. Työympäristön valon määrän tulisi olla riittävä myös 60-vuotiaalle työntekijälle. Jos valaistus on mitoitettu 60-vuotiaalle, on se erinomainen myös nuorille ihmisille.

Häikäisyn estäminen

Häikäisy ja kiilloheijastuminen ovat usein ongelmia työpaikoilla. Valaisimet tulee suunnata siten, että häikäisyä ei synny. Ns. down-light-valaisimista voidaan hyvin luopua sairaaloissa, myös sairaaloiden käytävissä. Kun potilaita kuljetetaan sängyissä pitkin käytävää, ei ole asiallista häikäistä potilasta jokaisen lampun kohdalla. Epäsuora valaistus pitkin käytävän katonrajaa on miellyttävien vaihtoehto ja usein myös edullisin.

Mitä enemmän perehdytään valon vaikutuksiin ihmisen näkö- ja työsuoritukseen, sitä vakuuttuneemmaksi tullaan, että ihmisen työskentelyvalon laadun tulisi saada määrätä lääketieteellisen peruskoulutuksen saanut henkilö tai valobiologi. Ennen hankintapäätöksiä on syytä kokeilla laajaspektristä valaistusta. Ero valaistuksessa huomataan välittömästi. Vaikutuksen työtehoon ja yleiseen hyvinvointiin kokee toki vasta kokeilun jatkuttua hieman pidempään.

Mitä enemmän silmät vanhenevat, sitä heikommin nähdään kellertävässä, kuten hehkulampun valossa ja sitä paremmin nähdään päivänvalossa.

AD-Lux Oy:n internet-sivuilla www.adlux.fi on runsaasti esimerkkejä työympäristön valaistuksesta, myös sairaaloiden valaistuksesta. Tämä artikkeli on siellä myös laajemmassa muodossa.

Julkaistu Sairaala-lehdessä 1/2005