

Meetme 1.1 projekt nr 1.0101-0386/IN660
"Elektrotehnilise personali täiendkoolitussüsteemi
väljatöötamine"



ELEKTERVALGUSTUSE TÄIENDKOOLITUS

Metoodilised materjalid
Koostanud Tiiu Tamm

Tallinn
2006

SISSEJUHATUS

Käesolev metoodiline materjal on mõeldud õppejõule kasutamiseks elektervalgustuse täiendkoolituseks. Materjal haarab lühiülevaate õppematerjali sisust kommentaaridega momentidele, mida on vaja rõhutada loengutel või millele on vaja pöörata rohkem tähelepanu..

Loenguteemad:

1. Valguse ja värvide psühholoogiline mõju
2. Mida peaks projekteerija teadma lampidest. Vähem räägitud materjale.
3. Nõuded valgustitele.
4. EVS-EN 12464-1:2003.Valgus ja valgustus. Töökoha valgustus. Osa 1.
Sisetöökohad
5. Hoonete energiakulu direktiiv 2002/91/EC
6. Valgustuse digitaalne juhtimine.

Lisad

Väike juhis kaitselülitite valikuks liiteseadiste arvu järgi.
Hooldeteguri arvutamine

1. VALGUSE JA VÄRVIDE PSÜHHOLOOGILINE MÕJU

Värviteema on valgustusala professionaalidele oluline, kuna valgustus mõjutab otseselt värvide tajumist.

Värv ei ole vaadeldavate objektide omadus, vaid psühholoogiline võime eristada silma võrkkestale langeva kiirgusenergia erinevaid lainepikkusi. See on valgusallika spektraaljaotuse (värvijaotuse) ja objekti peegeldusomaduste kombinatsioon, mis tekitab spetsiifilise värviilmingu selle objekti jaoks. Valgusallika spektraaljaotuse või objekti muutudes, muutub ka värvitaju. Seda teemat peaksid valdama nii valgustusinsenerid kui ka arhitektid, sisekujundajad jt., kes tegelevad valgustite ja värvide valiku ja projekteerimisega.

Valguskiirgus mõjutab inimest mitte ainult silmade, vaid ka naha kaudu. Läbi silmade tuleb valgus mõjutab meie hormoone.

Pole olemas sellist kunstlikku valgust, mis oma hulga ja kvaliteedi poolest sobiks igale poole. Inimene vajab normaalseks eluks kõiki lainepikkusi.

Newton avastas 17. sajandil, et päikesevalguse suunamisel ("valge valgus") läbi klaasprisma hajus valguskiir vikerkaarevärviliseks, mida ta hakkas nimetama spektriks. Sama vikerkaarevärvilise valguskiire uuesti suunamisel läbi teise klaasprisma oli tulemuseks taas valge valgus. Newtoni järeldus eksperimentidest: spektri 7 värvi moodustavadki põhivärvid.

Newtoni eksperimentid näitasid, et objekti värv sõltub objektile langeva valguse loomulikkusest, objekti peegeldusest ja vaataja silma karakteristikast. Objekti värvi fenomeni võib nimetada ka valikuliseks neeldumiseks, mis on valguse lagunemise tulemus selle langemisel objekti pigmentidele, kus osa valgusest neeldub, osa peegeldub ja osa hajub. Seega, materjali omadused või pigmentatsioon mõjutavad värvi ilmumist või neeldumist.

1.1. Substraktiivne värvide segamise teooria

Brewster (1831), eksperimenteerides pigmentide ja värvainetega, avastas, et eksisteerib kolm värvi, mida omavahel vastavalt segades saab kätte Newtoni poolt tuvastatud seitse spektri värvi. Need 3 värvi, mida Brewster hakkas nimetama põhivärvideks (primaar), on kollane, fuksia ja türkiissinine. Brewsteri järgi substraktiivse värvide segamise teooria sekundaarvärvid: punane, sinine ja roheline, mis saadakse järgmiselt:

- kollase ja fuksia tulemusena punane
- fuksia ja türkiissinise seguna sinine ja
- türkiissinise ja kollase tulemusena roheline värv.

Komplementaarvärvid on värviringis üksteise vastas olevad vastandvärvid. Näiteks sinine on kollase komplementaarvärv jne. Kõigi kolme primaarvärv segamisel saab musta värvi

1.2. Aditiivne värvitoiming

Thomas Young (19. sajandil): valge valgus koosneb kolmest põhivärvist: punasest, rohelisest ja sinisest valgusest ning nende segamisel saab toota ülejäänud värvi valgust.

Helmholtz ja Maxwell kinnitasid seda teooriat.

Helmholtz: silmas asub kolm gruppi närvikiude, kusjuures iga grupp eraldi on tundlik ühe valguse primaarvärvi suhtes. Vahepealsed värvitoonid saadakse vähemalt kahe või kolme närvikiu grupi tegevuse tulemusena.

Helmholtzi ja Youngi teooria näitas Brewsteri teooria vastuolulisust kollase värvi tunnistamisel primaarvärviks. Toetudes Helmholtz-Youngi teorialele: valge valgus tekib kõikide närvikiudude gruppide võrdsel mõjutamisel.

Valguse sekundaarvärvid on peaaegu identsed pigmendi primaarvärvidega. Valge valgus saadakse kolme primaarvalguse summana ja must esindab valguse puudumist, kusjuures must pigment on kolme primaarvärvi lahutamine valgusest.

Sisekujunduspostulaadid:

- Mida kirkamaid värve kasutatakse, seda täpsemalt tuleb värvide suhteid uurida, sest tugev valgus toob esile kokkusobivusvead, nõrk valgus aga vähendab taju nii, et kokkusobivusvead võivad jääda isegi märkamatuks.
- Tasakaalu saavutamiseks peaksid sisekujundajad vältima kahe konkureeriva värvi kasutamist ühe suure pinnana. Üks värvidest peab teisele alluma.

1.3. Värvide psühholoogiline mõju.

Juba ammustest aegadest peale teatakse värvide psühholoogilist ja emotsionaalset mõju inimestele.

Värvivarjundid saadakse musta lisamisel ja on soojemad kui puhtad värvid. Värvitoonid saadakse valge lisamisega ja on külmemad kui puhtad värvid. Hall võib olla nii neutraalne, külm kui ka soe värv sõltuvalt sellest, kas ta on värvivarjund või –toon.

Värvimoonutus valmishitatud objektile võib olla tingitud vale valgusallika valikust või sellest, et värve on valitud vales valguses.

Tähtis on teada, et

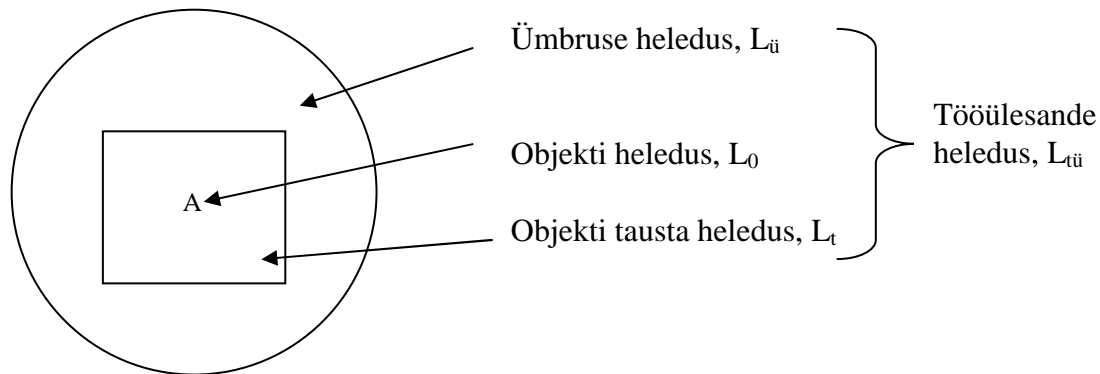
- värviline valgus teeb halliks vastasvärvi pinnad (värviringil).
- sellist pinna värvitooni, mida valgus ei sisalda, ei saa selle valgusega esile tuua.
- arvutiga tööl peaks arvuti taustapind (sein vms.) olema samas heledusklassis kui arvutis kasutatav tööprogramm.

1.4. Kontrast

Kontrast on nägemise põhialus. Kontrasti lävi on vaataja võime hinnata kahe pinna väikseid heleduserinevusi protsentides ajaühikus. Kontrasti lävi

$$C = \left| \frac{L_0 - L_t}{L_t} \right|$$

kus L_0 – testitava objekti heledus
 L_t – tausta heledus



Joonis 1.1. Objekti, tema tausta ja lähiümbruse heleduse hindamine

Kui ümbruse heledus on vaadeldava objekti heledusest palju suurem, siis vaadeldava objekti kontrast läheb kaotsi ja vaadeldav objekt muutub vaid siluetiks. Kui aga ümbruse heledus on vaadeldava objekti heledusest tunduvalt madalam, võib vaadeldava objekti kontrast liigset heledussuhet mitte tekitada, kuid tekitada diskomforti ja koos sellega vähendada nähtavust. Selleks, et näha normaalselt pinnadetaile, peab nägemisväljas asuv heledus olema kontrolli all. Parimad nägemistingimused saab, kui

$$1/10 \leq L_{\text{ü}} / L_{\text{t}} \leq 1,0$$

1.5. Valguse otsene ja kaudne mõju inimesele

1.5.1. Valgusallikate nähtamatu mõju

Standardid ja tehnilised abivahendid projekteerimiseks võimaldavad vältida valgustuspaigaldiste projekteerimisel tehtavaid vigu, kuid paraku ei anna ükski tehniline dokument meile teada, kuidas inimene end ühes või teises valgustuskeskkonnas tunneb. Seega, kehtivad valgustuskeskkonnas veel ka psühholoogilised ja füsioloogilised tegurid.

UV-kiirguse mõju.

Nähtava valguse mõju.

1.5.2. Valgustuse kaudne mõju

Valguse kaudne mõju põhjustab nii närvi- kui hormonaalsignaali teket, kuna silma valgustundlikele võrkkesta rakkudele langenud valgus kantakse impulssidena edasi närvi- ja endokriinsüsteemi.

Valgustuse värelus kuulub kaudsete mõjude hulka. Kaasaegsed kaarlahenduslambid värelevad sõltuvalt vahelduvvoolu sagedusest, lambi tüübist ja süüteseadisest. 50 Hz toitepinge sagedusel töötavad lambid (v.a. hõõglambid) põhjustavad 100 Hz värelusega väsimust, peavalu, vigu töös jne.

1.5.3. Valgustuse psühholoogilised aspektid

Käitumine. Seniajani ei ole päris täpselt veel aru saadud, kuidas toimib suhe värvide ja kesknärvisüsteemi aktiivsuse vahel.

Muljed, kuidas me tunneme end ühes või teises ruumis sõltuvad suurel määral muu hulgas ka sellest, kuidas ruum valgustatud on. Kui valgustustihedus ruumis ületab mitu korda soovitatud normi, võib valgustus selles ruumis muutuda töötajate jaoks painajalikuks.

Produktiivsus. Ammustest aegadest on tähele pandud, et need inimesed, kes istuvad akna all, teevad oma töös vähem vigu kui need, kes istuvad kaugemal ruumis. Aknaalustel töökohtadel istuvad inimesed on ka tasakaalukamad.

2. MIDA PEAKS PROJEKTEERIJAL TEADMA LAMPIDEST. VÄHEM RÄÄGITUD MATERJALE

Valgusallikad, mida kasutatakse tänapäeva arhitektuurses valgustuses, võib jagada kahte põhi gruppi:

- hõõglambid
- lahenduslambid, mis omakorda jagunevad madalrõhu- ja kõrgrõhulahenduslampideks..

Hõõglambid.

Keskonna temperatuur või niiskus hõõglambi tööd ei mõjuta. Järsud raputamised, vibratsioon, sagedased lülitused aga vähendavad seda. Tööiga.

Kaarahenduslambid.

Oluline teave, mida kiputakse unustama:

- sõltuvalt lambi tüübist vale tööasendi korral vähenevad lambi tööiga, valgusvoog ja muutub värvuskarakteristika.
- Pikk käivitusaeg. lambielektroodid peavad kaarahenduse toimumiseks piisavalt kuumenema (mõni min. kuni u. 10 min.). (Kõrgrõhulampide puhul pingel katkemisel või langemisel alla lubatava, kustub lamp. Enne uut süttimist peab lamp jahtuma. Taaskäivitamine 30 sek. kuni 15 min.)

Üldlevinuid põlemisasendi tähisteid, mis tulenevad ingliskeelsetest väljenditest:

BU: base up ONLY – AINULT sokliga ülespoole

BD: base down ONLY - AINULT sokliga allapoole

HOR: horizontal ONLY – AINULT horisontaalselt

U : universal – universaalne asend

VBU: vertical base up – vertikaalselt sokliga ülespoole

VBD: vertical base down – vertikaalselt sokliga allapoole

HBU: horizontal base up – horisontaalselt, sokkel ülespoole

HBD: horizontal base down – horisontaalselt, sokkel allapoole

P45: - lambi paigaldus horisontaalselt, kuid võib horisontaalist kummalegi poole kõikuda 45⁰

P60: - lambi paigaldus horisontaalselt, kuid võib horisontaalist kummalegi poole kõikuda 60⁰

H20: - lambi paigaldus vertikaalselt, kuid võib vertikaalist kummalegi poole kõikuda 20⁰

Madalrõhulahenduslambid jagunevad kaheks rühmaks.

1 – luminofoorlambid

2 – madalrõhunaatriumlambid

Madalrõhunaatriumlampe Eestis praktiliselt ei kasutata.

Madalrõhuluminofoorlambid.

Ra-indeksi ja värvustemperatuuri näitab tähistus peale kaldkriipsu.

...18W/830 näitab, et Ra>80 ja värvustemperatuur on 3000K

...58W/965 näitab, et Ra>90 ja värvustemperatuur on 6500 K.

Luminofoorlampide valgusviljakus. See on eriti oluline, kui kasutatakse järjest erineva võimsusega luminofoorlampe.

Luminofoorlampide tööiga. Sõltub liiteseadisest, lülituste tsüklist, Ra-indeksist, mingil määral ka lambi asendist jne.

Keskkonna temperatuuri mõju lambi valgusvoole

Tüüpiline viga projektides on, kui valgusarvutusi tehakse normaaltingimustest erineval temperatuuril. Normaaltingimusteks loetakse keskkonna temperatuuri 20 –30⁰ C lambi ümbruses. Madalatel temperatuuridel alaneb elavhõbeda aurude rõhk, kõrgematel temperatuuridel aga nihkub UV-lainepikkus nähtava valguse suunas, mis mõlemad omavad fosfori suhtes väiksemat efekti.

Külmakindlad lambid saadakse 26 mm lampide paigaldamisel teise klaaskolbi diameetriga 38 mm (32 mm), et temperatuuri isoleerida.

Niiskus

Niiskus ja niiske õhk (kui suhteline õhuniiskus ületab 65 %) mõjutavad lambi pinna elektrostaatiliselt laengut ebasoodsalt. Tekivad käivitusprobleemid.

Lambi valgusvoo vähenemine tööea jooksul.

Sõltub liiteseadisest, Ra-indeksist jne.

Kõrgrõhulahenduslambid

3 põhi gruppi:

- kõrgrõhuelavhõbelambid
- metallhalogeniidlambid
- kõrgrõhunaatriumlambid

Kõrgrõhuelavhõbelamp

Lambi karakteristika sõltuvalt tööpingest, valgusvoo alanemine tööea edenedes.

Metallhalogeniidlambid

Metallhalogeniidlamp on põhimõtteliselt elavhõbelamp, mille kaarlahendustorus on lisaks elavhõbedale, argoonile, neonile ja krüptonile lisatud metalli halogeniidsooli (jodiide). Põhilisandiks on elavhõbe-, naatrium- ja skandiumjodiidid. Teisteks lisanditeks on thallium-, indium- ja tseesiumjodiidid.

Oluline on lambi valikul jälgida lambi tööasendit, sest metallhalogeniidlamp on kõige tundlikum lamp vale tööasendi suhtes. Vale tööasend mõjutab lambi tööiga ja värvsustemperatuuri.

Lambi valgusviljakus, värvsustemperatuur ja tööasend sõltuvad tootjast. Sama Ra-indeksi korral on lambi värvsustemperatuur erinev tootjate lõikes, aga samuti sõltub ka lambi tööasendist, vanusest, toitepingest, lambi võimsusest jne.

Lampide tööiga on samuti tootjate osas erinev, mistõttu parimad andmed saab tootja käest.

Valgusvoo alanemine sõltuvalt tööeas on elavhõbelambi omast tunduvalt väiksem. Sõltub tootjast, süteseadisest, lambi võimsusest jne.

Lambi karakteristika sõltuvalt tööpingest.

Tähelepanu tuleb pöörata metallhalogeniidlampide Ra-indeksite ja spektraaljaotuste erinevusele, kui samas ruumis kasutatakse erinevate tootjate lampe.

Topeltkolviga metallhalogeniidlampid

Kuna metallhalogeniidlamp jätkab peale kolvi purunemist tööd, tuleb jälgida tootja juhiseid, kas lampe võib kasutada avatud valgustites või mitte. Enamasti nõuab metallhalogeniidlamp kinnist valgustit. Lahtises valgustis võib teda kasutada vaid siis, kui tal on tähis P (*ingl. k. Protected, kaitstud*) tähis. P lisatakse topeltkolviga lampidele. Kui esimesed topeltkolviga lampid olid kallimad ja andsid vähem valgust, siis täna ei ole enam vahet ei hinnas ega valgusvoos.

Naatriumlampid.

Lambi valgusviljakus sõltub lambitootjast, süüteseadisest, põlemisasendist ja lambi võimsusest.

Lambi tööiga sõltub lambi võimsusest, süüteseadise voolutugevusest ja lambi tootjast.

3. NÕUDED VALGUSTITELE

3.1. Märgistus

Standard EVS-EN 60598-1:2005 kirjeldab valgustitele esitatavaid üldnõudeid ja testkatseid, mida valgustid peavad läbima. Erinõuded on toodud standardites EVS-EN 60598-2-1:2001 kuni EVS-EN 60598-2-25:2001.

Üldnõuete standardi punkt 0.3 ütleb, et valgustid peavad olema disainitud ja konstrueeritud selliselt, et normaaltingimustes oleks nende kasutamine ohutu nii inimestele kui ka keskkonnale.

Väljaarvatud erijuhtudel, tuleb valgusteid testida keskkonnatemperatuuril 10°C kuni 30°C (p. 0.4.2).

Kõik valgustis kasutatavad komponendid (lambihoidjad, lülitid, muundajad, ballastid, paindkaablid, jätkujuhtmed, pistikud jne), millel puudub vastav IEC standard, peavad vastama valgusti osana valgustite standardi nõuetele (p. 0.5.3).

Valgustile lubatud maksimaalne keskkonnatemperatuuri määr (t_a) tähendab tootja poolt valgustile ettenähtud kõrgeimat keskkonnatemperatuuri, mille korral valgusti töötab normaaltingimustes ja mille lühiajaline ületamine 10°C võrra ei mõjuta valgusti tööd.

Valgusti ballastile, kondensaatorile või käivitusseadmele märgitud temperatuur t_c tähendab maksimaalselt lubatavat temperatuuri, mis võib seda komponenti normaaltingimustes või maksimaalse tööpinge korral ümbritseda.

Liiteseadisele märgitud muutuv temperatuur t_w eeldab 50/60 Hz liiteseadise kõrgeimat temperatuuri määra 10 aastase pideva kasutusega tööea korral.

Standardi seksioon 3 kirjeldab valgustite märgistamist, mille selgelt ja vastupidavalt kandmine valgustile on kohustuslik.

Lampide vahetuse ajal peab kas valgusti välisküljel või lampide vahetuse ajaks eemaldataval osal olema nähtav järgmine märgistus:

- Lampide arv ja võimsuspiir (kõrgrõhulampidega valgustite eemaldatava liiteseadise korral võib olla ka märke, et vt. liiteseadiselt).
- Eriteave lampide kohta, näiteks kõrgrõhunaatriumlambi korral starter lambis jne.
- Külmkülgus (cool beam) keelatud, s.t. kuna külmkülguspeegeldi suunab kuumuse taha, võib see kahjustada valgustit
- Valgusti on mõeldud kasutamiseks peegellampidega.
- Kaitseklaasi kasutamise vajadus.
- Hoiatus süttimise kohta, kui näiteks kahekannaliste kõrgrõhulampide asendamiseks tuleb eelnevalt eemaldada süüteseadis.
- Märge selles kohta, kui halogeenlampvalgustis võib kasutada ainult kaitseklaasiga lampe.

Valgusti installatsiooni käigus peab olema nähtav järgmine informatsioon:

- Originaalmärkis tootja kohta.
- Pinge voltides, v.a. halogeenlambid (märgitakse kui piirpinge erineb 250 V).
- Valgustit ümbritseva töökeskkonna temperatuur kui see erineb 25°C -st.
- Valgusti kaitseklass II või III.
- Valgusti kaitseaste IP.

- Tootja mudeli number (kood).
- Paigaldusjuhised pinna suhtes (kas lubatud paigaldada otse kergesti süttivale pinnale või tuleb teatud paksusega tihend pinna ja valgusti vahele paigaldada).
- Ühendusklemmiist peab olema märgistatud faasi, neutraali ja maandusmärgiga.
- Jadamisi ühendatavate valgustite korral lubatud valgustite maksimaalne arv ja/või maksimaalne voolutugevus.

Peale installatsiooni peab olema nähtav märgistus, mis näitab:

- valgusti minimaalset paigalduskaugust objektidest.
- Vandaalikindlust, kui see valgustile antud on.

Lisainformatsioon, mida kantakse valgusti etiketile, on:

- lubatav keskkonnatemperatuur, IP jms, kui valgusti erineb oma baasvalgustist millegi poolest.
- -töösagedus Hz.
- Komponentidele lubatavad maksimaalsed temperatuurid.
- Õhendusskeem.
- Valgusti kasutamine ainult sisetingimustes.
- Jne.

Kindlasti peab valgustile olema kantud testmärgistus, mida ei saa eemaldada.

ENEC märgistus (European Norms of Electrical Certification) on valgustite ja nende lisatarvete testimis- ja sertifitseerimismärk. Seda märgistust kasutab 25 erinevat sõltumatut testimisfirmat, millest igal on oma identifitseerimisnumber ja logo.

ENEC märgistus näitab toote vastavust EN standarditele ja see antakse kas konkreetsetele valmistajatele või konkreetsetele toodetele, millel on olemas harmoniseeritud euroopa standard ja mille nimi on ENEC - lepingus ära mainitud. Enne ENEC märgi omistamist teostatakse ühes sertifitseeritud testimislaboris tüüptestid, kuid lisaks peab valmistaja tegema oma toodetele perioodilisi teste.

Valgustid peavad olema ka

- roostekindlad,
- korrosioonikindlad,
- kindlad keemilise keskkonna suhtes (näiteks akrüül, PVC ja polüstüreenmaterjalid on vastupidavad enamikele, kuid mitte kõikidele anorgaanilistele hapetele ja leelistele),
- kuna valgusallikad toodavad IR-kiirguse alas soojust, siis on oluline, et see soojus ei vähendaks materjalide vastupidavust (määratud lampide standardiga),
- eriotstarbeliste valgustite korral tuleb hakata arvestama ka näiteks valgussaaste nõudeid jne

3.2. Keskkonnaolud

Erinevad plastikmaterjalide lagunemise põhjused valgustites on liiga kõrge töötemperatuur, liiga kõrge tööpinge, UV-kiirgus, agresiivne materjal vms.

3.3. Plahvatusohtlikud ruumid

Valgustite paigaldamisel plahvatusohtlikku keskkonda ei piisa ainult kaitseestmest. Valgusti peab olema plahvatusohutu ehitusega. Valgusti valikul sellisesse keskkonda tuleb arvestada plahvatusohutsooni klassi, plahvatusohtliku aine kategooriat ja temperatuuriklassi või süttimistemperatuuri ning ümbruse temperatuuri.

Euroopa maades hakkas alates 1. juulist 2003.a. kehtima ATEX direktiiv 94/9/EC, mis reguleerib uuesti plahvatusohtlikes keskkondades kasutatavate seadmete märgistused ning on kohustuslik kõikides Euroopa Liiduga ühinenud maades.

3.4. Puhasruumid

Puhasruum (cleanroom) on kontrollitava keskkonnaga ruum, mida kasutatakse millegi tootmiseks. See on ruum, milles lenduvate tolmuosakeste kontsentratsioon ei ületa ruuminõuetele antud limiite.

Puhasruumide standardi ISO 14644-1 kohaselt on lubatud osakeste arv ja suurus 1 m³ ruumis määratud vastava tabeliga.

3.5. Valgustites kasutatavatest liiteseadistest madalrõhuluminofoorlampide korral

EL direktiiv 2000/55, standard EN 50294

Eestis: Energia tõhususe seadus (RK, RTI, 17.12.2003, 78, 525, Vabariigi Presidendi 9. detsembri 2003. a otsus nr 481) ja

MKM, RTL, 23.01.2004, 7, 100 Luminofoorlampide liiteseadiste energiatõhususele ja tehnilisele dokumentatsioonile esitatavad nõuded ning nende nõuetele vastavuse hindamise ja tõendamise kord. *Majandus- ja kommunikatsiooniministri 15. jaanuari 2004. a määrus nr 17, mis kehtestati «Seadmete energiatõhususe seaduse» (RT I 2003, 78, 525) § 3 lõike 3, § 6 lõike 2 ja § 7 lõike 3 alusel.*

Mida peaks teadme elektroonsete liiteseadiste kasutusele võtmisel

Tähtsad on temperatuurid nii valgustis kui tema ümber. Isegi ühekordne lubatud maksimaalse temperatuuri ületamine võib vähendada liiteseadise tööiga.

Oluline on mitte ületada lubatud keskkonna temperatuuri ja niiskust (märgitud liiteseadisele), Paigaldusjuhiseid, pingekõikumise piire.

Võrku tuleb kaitsta impulsspingete eest (ka sisemiste).

Ehitataval objektil on mõistlik elektroonsete liiteseadistega valgusteid ehitustööde ajal mitte töös hoida. Eriti kehtib see ajutiste elektriühenduste korral.

Liini kaitseautomaatide sobivus

Drosseli ja starteri puhul on lampide süttimine ajas nihutatud, elektroonse liiteseadisega süttivad kõik lambid korraga.

Võrgupinge tipphetkel süttides tekitavad kõrgsagedusmuundurite kondensaatorid lühiajalise, kuid kõrge vooluimpulsi.

Liiteseadiste tootjad annavad oma kataloogides või interneti lehekülgedel soovitusliku liiteseadiste arvu sõltuvalt rühma automaadi suuruselt ja klassist (lisa toodud vastav kontsentreeritud tabel Tridonicu kodulehelt).

4. EVS-EN 12464-1:2003. VALGUS JA VALGUSTUS. TÖÖKOHA VALGUSTUS. OSA 1. SISETÖÖKOHAD.

Milleks on valgustusstandard vajalik.

Terminoloogia (nägemisülesanne, tööpiirkond, tööpiirkonna lähiümbruspiirkond, valgustustiheduse hooldeväärtus, valgusti kaitsenurk, valgustustiheduse ühtlus).

Valgustuse projekteerimiskriteeriumid

Hea valgustuse saavutamiseks on oluline, et peale nõutava valgustustiheduse rahuldataks ka teisi inimesilma kvalitatiivseid ja kvantitatiivseid vajadusi, milleks on nägemismugavus, nägemisvõime ja ohutus.

Valguskeskkond on määratud põhinäitajatega (heledusjaotus, valgustustihedus, rägus, valguse suund, värviesitus ja valguse näiv värv, valguse väreelus (*flicker*) ja päevavalgus).

Nägemisvälja heledusjaotus määrab silmade adaptatsiooniseisundi, mis omakorda mõjutab nähtavust. Hästi tasakaalustatud adaptatsioonihedus on vajalik selleks, et suurendada nägemisteravust, kontrastitundlikkust ja silmade töövõimet. Nägemisvälja heledusjaotus mõjutab ka nägemismugavust. Selle tõttu tuleb vältida nii liiga väikseid või suuri heledusi, kui ka liiga väikseid või suuri heleduskontraste.

Tähtsad on kõigi pindade heledused; viimased sõltuvad pindade peegeldusteguritest ja valgustustihedustest.

Valgustustihedus ja selle jaotus nii töö- kui ka ümbruspiirkonnas mõjutavad suurel määral inimese nägemisülesande käsitamise ja täitmise kiirust, ohutust ja mugavust.

Standardis toodud väärtused kehtivad normaalsete nägemisolude korral ja arvestavad psühhofüsioloogilisi aspekte, nägemisülesandega määratud nõudeid, nägemisergonoomikat, praktilisi kogemusi, ohutust ja majanduslikkust.

Kui nägemisolud erinevad normaalselt eeldatavatest, võib valgustustiheduse väärtust täpsustada enamalt allpool esitatud skaala ühe astme võrra.

20, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 500, 750, 1000, 1500, 2000, 3000 ja 5000 lx.

Lähiümbruspiirkonna valgustustihedus peab vastama tööpiirkonna valgustustihedusele ja tagama nägemisvälja hästi tasakaalustatud heledusjaotuse, sest suured valgustustiheduse erinevused tööpiirkonna ümbruses võivad põhjustada nägemisstressi ja diskomforti.

Tööpiirkond peab olema valgustatud nii ühtlaselt kui võimalik. Oluline on valgustustiheduse ühtlus tööpiirkonnas, aga ka lähiümbruspiirkonnas. Liigheledate laikude vältimiseks tuleb soovitada, et tööpiirkonna suurima ja keskmise valgustustiheduse suhe ei oleks suurem kui 1,4.

Rägus on aisting, mida kutsuvad esile nägemisvälja heledad alad; see võib avalduda kas diskomfort- või pimestusrägusena. Et vältida vigu, väsimust ja õnnetusi, on tähtis, et rägus oleks piiratud. Eriti hoolikalt tuleb rägust vältida, kui nägemissuund on rõhttasandist ülespoole.

Sisevalgustuspaigaldistes tuleb valgustite otsest diskomforträgust hinnata Rahvusvahelise Valgustuskomisjoni (Commission Internationale de l'Éclairage, CIE) ühtse rägusteguri UGR (Unified Glare Rating) tabelmeetodi abil. Kõik eeldused, millel põhineb teguri UGR arvutus,

peavad olema esitatud arvutusdokumentatsioonis. Valgustuspaigaldises ei tohi *UGR* väärtus olla suurem kui standardis antud.

Suure heledusega peegeldused nägemisülesande täitmise alas mõjutavad nähtavust enamasti kahjulikul viisil. Loorpeegeldusi ja peegeldusräigust saab vältida või vähendada valgustite ja tööpaikade sobiva paigutusega, pinnaviimistlusega (mattide pindadega), valgustite heleduse piiramisega, valgustite heledate osade mõõtmete suurendamisega, heledate lagede ja seintega.

Nägemisülesande valgustamine suundvalgusega võib mõjutada ka nähtavust.

Varjumoodustus on haju- ja suundvalguse sobivas vahekorras kasutamine. See on peaaegu kõigi siseruumide valguskvaliteedi oluline tunnus. Kuid valgustus ei tohi aga olla liiga tugevalt suunatud ega tekitada teravaid varje. Ta ei tohi olla ka liiga hajutatud, sest siis läheks varjumoodustusefekt üleni kaduma ja tekiks väga tuim valguskliima.

Kindlast suunast tulev valgus võib esile tõsta nägemisülesande selliseid peensusi, mis nende nähtavust parandavad ja töö sooritamist hõlbustavad. Tuleb aga vältida loorpeegeldusi ja peegeldusräigust.

Värvi aspektid.

Ligikaudu valget valgust andva lambi värvikvaliteeti iseloomustavad kaks tunnust: lambi enda valguse näiv värv ja lambi värviesitusomadused, mis mõjutavad lambi poolt valgustatavate esemete ja inimeste värviilmingut.

Valguse värv

Lambi valgusvärv on määratud lambist kiirguva valguse värvitooniga. Viimast saab kirjeldada lähima värvsüsteemtemperatuuri (T_{CP}) kaudu.

Valguse värvi valik on peaaesjalikult psühholoogia ja esteetika küsimus ning sõltub sellest, mida lugeda loomulikuks. Valik sõltub valgustustihedusest, ruumi ja mööbli värvidest, ümbruskliimast ja kasutusala.

Värviesitus

Valgusallika värviesitusomaduste objektiivseks kirjeldamiseks on kasutusele võetud *värviesituse üldindeks* R_a , mille suurim võimalik väärtus on 100. Värviesituse kvaliteedi vähenemisel indeks R_a väheneb.

Lampe, mille värviesitusindeks on alla 80, ei tohiks kasutada neis ruumides, milles inimesed kestvalt töötavad või viibivad.

Värelus ja stroboskoopnähtus

Valguse värelus põhjustab ärritust ja võib esile kutsuda haiguslikke füsioloogilisi nähtusi (nt peavalu).

Stroboskoopnähtus võib esile kutsuda ohtlikke olukordi, kuna selle tõttu võidakse masinaosade pöörlevat või kulgliikumist näha valesti.

Valgustussüsteemid tuleb projekteerida selliselt, et valguse värelus ja stroboskoopnähtus oleksid välditud.

Hooldetegur

Valgustuspaigaldise projekteerimisel tuleb arvestada hooldetegurit, mis on määratud kasutatavate valgustusvahenditega, ruumi keskkonnaoludega ja kindla hoolduskavaga.

Soovitavad valgustustasemed on iga ülesande jaoks esitatud valgustustiheduse hooldeväärtustena. Hooldetegur sõltub lampide, liiteseadiste, valgustite ja ümbruse hooldeomadustest ning hoolduse korraldusest. CIE poolt välja töötatud arvestuslik tabel projekteerijatele on toodud materjali lisas.

Projekteerija peab nii hooldeteguri väärtuse kui ka selle määramise aluseks olnud eeldused projektis ära näitama, valima ruumi kasutusotstarbele vastavad valgustusseadmed, koostama üksikasjalise hoolduskava, milles on näidatud nii lampide vahetamise kui ka valgustite ja ruumi puhastamise sagedus ning puhastamisviis.

Energiakaalutlused

Valgustuspaigaldis peab täitma kindla ruumipiirkonna valgustusnõuded ilma energia ülemäärase kuluta. Energiakulu vähendamise eesmärgil ei tohi halvendada valgustuspaigaldisele esitatavate nägemisnõuete täitmist. Täpsemalt käsitleda teemat järgmises peatükis.

Kuvaritöökohtade valgustus

Kuvaritööpaikade valgustus peab vastama kõigile ülesannetele, mida nendel tööpaikadel täidetakse, nt kuvari ja trükiteksti lugemisele, kirjutamisele, klaviatuuri kasutamisele. Kuvari ja mõnikord ka klaviatuuri kasutamist võivad mõjutada peegeldused, mis põhjustavad pimestus- ja diskomforträägust. Seetõttu tuleb valgustid valida ja paigutada selliselt, et nad ei saaks tekitada liiga heledaid peegeldusi.

Projekteerija peab kindlaks tegema häireid esilekutsuva paigalduspiirkonna ja valima seadmed ja nende paigutuse selliselt, et häirivaid peegeldusi ei tekiks.

Allasuunatud valgusvooga valgustite lubatav heledus käsitleb nende valgustite lubatavat heledust, mis võiksid peegelduda normaalse vaatlussuuna jaoks ettenähtud kuvari ekraanilt. Standardis on esitatud valgustite lubatav keskmine heledus püstsuunast mõõdetava nurga all 65° või enam, radiaalselt ümber valgusti, mis on ette nähtud kuvaritööpaiga valgustamiseks kuvari ekraani püstasendi või kuni 15° suuruse kalde korral. Mõnedel eritööpaikadel, nt muudetava kaldega, puutele reageeriva kuvari kasutamisel, tuleb heleduse piiramise nõudeid rakendada alates väiksematest püstsuunast mõõdetavatest nurkadest (nt alates nurgast 55°). Ülalnimetatud nurka, millest alates heleduse piiramise nõudeid rakendatakse (ingl cut-off angle), võib eesti keeles nimetada ahendatud avarusnurgaks.

Kontrollitoimingud

Valgustustiheduse kontrollmõõtmine..

Mingiks tööks vajalikku valgustustihedust tuleb kontrollida selle töö tööpinnal.

Valgustustiheduse kontrollmõõtmisel tuleb tähelepanu pöörata kalibreeritud mõõteriistade kasutamisele, lampide ja valgustite vastavusele nende kohta avaldatud andmetega, projekteerimisel peegeldustegurite jne kohta tehtud eelduste vastavusele tegeliku olukorraga.

Valgustuspaigaldis peab vastama projekteerimisel eeldatud väärtustele.

5. HOONETE ENERGIAKULU DIREKTIIV 2002/91/EC

Energia efektiivsem kasutamine vähendab süsihappe eraldumist keskkonda. Kyoto protokollile tulemusena on EL-s antud välja terve hulk direktiive, mis kohustavad järgima energia mõistlikku kasutamist. Vastavalt Kyoto protokollile peab vähendama kasvuhoonegaaside teket 2012 a.-ks 8%.

EL direktiiv 2002/91/EC "Hoonete energiakulu" nõuab kõikidele hoonetele energiakulu sertifikaati. Kõikides EL liikmesriikides tuli 2006 a. jooksul võtta vastav seadusandlus ka vastu. Uus Euroopa standard EN 15193 Ehitiste energiakulu - nõuded valgustuseks kuluva energiale - osa 1: Valgustusenergia arvestus" on hetkel veel arutelul. (2006.a. det.).

Ehitusseadus, mis jõustus 15.05.2002. a. seadusega (RTI 2002,47,297) ja millele on hiljem tehtud täiendusi (viimane neist 27.09.2006, RTI 2006, 43,326, jõustumisega 22.10.2006, osaliselt 1.01.2008 ja 1.01.2009) käsitleb hoone energiakulu küsimusi üldiselt, kuna Eesti oludele vastav astmestik tuleb alles välja töötada.

LENI (The Lighting Energy Numeric Indicator) kuulub hoone energiakulu arvestusse standardi prEN 15193-1 järgi ja tähendab valgusenergia kulu ruutmeetri kohta aastas.

Lisaks eelnevale peab valgustus vastama ka **ELI**-le (Ergonomic Lighting Indicator), mis koosneb viiest kriteeriumist:

- A:** nägemissooritus
- B:** välisilme
- C:** nägemismugavus
- D:** emotsioon
- E:** isikupära

6. VALGUSTUSE JUHTIMINE

Miks on vaja valgustust juhtida?

- et hoida kokku elektrienergiat
- luua konkreetseks tööks või miljööks vajalikud valgustustingimused

Digitaalsignaali abil valgustuse juhtimine

DSI (digitaalne 8-bitine signaal) võimaldab anda 255 erinevat juhtimiskäsklust, mis kasutajale väljenduvad valgustustasemes.

Konstantse valgustuse hoidmine. Päevavalgusandurid.

DALI - juhtimine

DALI - **D**igital **A**dressable **L**ighting **I**nterface - on digitaalsel juhtimisel põhinev intelligentne valgustuse juhtimissüsteem, mis annab igale valgustile oma aadressi ning võimaldab neist igäüht juhtida vastavalt vajadusele, kasutades juhtimiseks vaid eraldi kahesuunalist digitaalsignaali edastavat juhet.

DALI töötati välja firmas Helvar algselt DBI (Digital Ballast Interface) nime all.

Täna on DALI standard Euroopa liiteseadiste standardis "EN60929 Annex E" all ning erinevate tootjate tooted peavad omavahel ühilduma, s.t. suhtlema DALI - protokollis.

Valgustustase defineeritakse DALI - teadetes kasutades 8 - bitist numbrit, kus väärtus 0 tähendab, et valgusti ei ole sisse lülitatud, 1 - valgustuse taset 0,1 % jne.

DALI tööpinge on 9,5 - 22,4 V, süsteemi vool max. 250 mA, andmete edastamise kiirus 1200 Baud. Kaabli maksimaalne pikkus kuni 300 m ($1,5 \text{ m}^2$). Nii valgustite toitekaabliteks kui juhtimisliinideks kasutada tugevvoolu juhtmestikku! Ühes kaablis võivad olla nii valgustite toite- kui juhtimisahelad.

Dali ülevaade

- Juhtimisahel ei vaja polaarsust (2 - juhtme süsteem)
- Võib kasutada olemasolevat juhtmestikku
- Puuduvad interferentsist tulenevad häired
- Igat seadist saab eraldi kontrollida-juhtida (aadressid)
- Grupid defineeritakse rakenduse paigalduse käigus
- DALI-liiteseadised võivad samal ajal olla erinevate gruppide liikmeteks
- Informatsioon erinevate valgustusstsenariumide ja gruppide kohta on salvestatud liiteseadistesse
- Informatsioon lampide seisundist (Lamp on sees/väljas, jooksev timmimistase, lambi tõrge)
- Detailne informatsioon timmimiskiirusest ja milline stsenaarium on ette nähtud süsteemi tõrke korral.
- Kõik liiteseadised saavad informatsiooni üheaegselt (stsenariumid, grupid, tasemed)
- Suurem timmimisvahemik - 0,1% kuni 100 %.
- DALI DSI seadiseid kasutades saab ühte süsteemi lülitada kuni $64 \times 25 = 1600$ valgustit, kuid sel juhul on adresseeritavateks ühikuteks DALI DSI-d, mis omakorda annavad käskluse nende järel olevatele valgustitele. Lisades igale DALI DSI kanalile ka 1 kordisti, võib süsteemi ühendada kuni $64 \times 50 = 3200$ valgustit.

Erinevatel tootjatel on DALI süsteemi seadised tähistatud erinevalt, kuid kõikides valgustites on sees excel one4all liiteseadised, mis suhtlevad DALI - protokollis.

RGB valgustus – värvilise valgustuse juhtimine.

Mida peaks kindlasti teadma RGB valgustuse paigaldusel, kui seda tehakse luminofoorlampidega. (Dünaamiliseks valgustuse juhtimiseks sobivad T8 lambid paremini kui T5 lambid, lülitustsüklite arv mõjutab lambi ja liiteseadise tööiga, mitu liiteseadist ühes valgustis võib vale ühenduse korral esile kutsuda raadiohäireid, mis omakorda põhjustab värelust, jõnksulist timmimist või isegi liiteseadise väljalüülimist, interferents).