

Tiiu Tamm,
Tiiu Tamm Inseneri-
büroo OÜ



Produktiivsust toetav valgustus 2.

Euroopas kehtiva sisetöökohtade valgustuse standardi EVS-EN 12464-1 kohaselt peab kontorites, raviastutustes, koolides jms kohtades silme ees olema silindriline valgustustihedus vähemalt 150 lx. Valgustusprojektides keskendutakse valdavalt tööpinnale jõudvale valgustustihedusele ning jäetakse silindriline valgustustihedus ja rägus üldse arvutamata. Kui melanoopilist valgustustihedust või **CS** väärtust saab mõõta vaid spetsiaalse mõõteriistaga, siis silindrilise valgustustiheduse mõõtmiseks piisab luksmeetrist. Samas ei taga 150-luksine silindriline valgustustihedus sugugi inimese päevarütmi



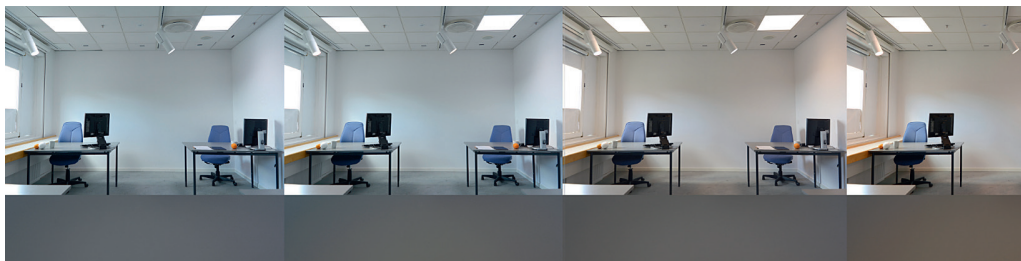
Seinapaigaldusega Coelux 45 SQ valgusti jätab mulje veidi kõrgemal asetsevast aknast, mille kõrgust võimendab lakke kinnituv peegliosa

toomist. *LRC* teadlaste uuringutest nähtub, et vastavalt Circadian Stimuluse mudelile võib näiteks 3500 K valgustuse korral, kui horisontaaltasandi valgustustihedus tööpinnal on 300 lx, kuid silme ees vertikaalne valgustustihedus 180 lx, anda **CS** väärtuseks alla 0,1 ehk siis valmistada inimest ööuneks ette selle asemel, et teda ärkvel hoida. **M-EDI** mõõtmisüsteemi kohaselt, et saaks luua töötajale piisava äratusvalguse **M-EDI** (D65) =250 lx, on vajalik silme ees saavutada 3000 K valguse värvsüsteemtemperatuuri juures fotoopiline valgustustihedus 542 lx **CRI** 80 või 516 lx **CRI** 90 korral. 4000 K värvsüsteemtemperatuuri juures peaks fotoopiline valgustustihedus olema vastavalt 422 lx (**CRI** 80) või 389 lx (**CRI** 90).

Järgmine sisevalgustuse standardi EVS-EN 12464-1 versioon toob välja ööpäevarütmi toetava valgustuse olulisuse, kuid ei käsitle selle saavutamiseks täpsemaid soovitusi. Siiski toob standard alternatiivina välja, et kui silindrilise valgustustiheduse ja horisontaalse valgustustiheduse suhe jääb vahemikku 0,3 kuni 0,6, on eeldus, et selles ruumis on valgustustingimused piisavad. Ometi tõestavad *LRC* teadlaste uuringud, et mitte alati. Seda enam paneb imestama Eesti arhitektide tumedate pindade lembus töö- ja koolikeskkonnas, kuhu projekteeritakse lahendusi, mis töötegemist ja õppimist ei toeta, vaid pigem pärsivad. Kahjuks omistatakse sellistele objektidele sageli ka Aasta Arhitektuuriauhindu.

Looduses muutub valgus pidevalt sõltuvalt kellaaajast, aastaajast, ilmastikust ja muust. Loodusvalguse mõju inimese tervisele ja produktiivsusele püütakse ära kasutada ka siseruumides. Muutuva valge valgusega valgustid on juba pea kõikide valgustitootjate valikus olemas. Samuti on tänaseks saada pea kõikidel juhtimis-seadiste tootjatel erinevaid juhtimislahendusi, millega valgusvärvi ja -intensiivsust muuta kas vastavalt isiklikule soovile või ööpäevarütmi toetavalt. Põhjamaises Eestis ei ole muidugi võimalik tööpäeva hilissügisel pimedusega alustada, seetõttu geograafiline loodusvalguse jäljendamine töökohtadel ei ole õigustatud, küll aga näiteks haiglates ja hooldekodudes. Vastavasisuliselt uuringuid on Euroopaski teostatud aastaid tagasi ning saadud tulemused näitasid, et haigete paranemine ning tavaellu integreerumine olid tunduvalt kiiremad. See tähendaks ühiskonnale väiksemat mak-sukoormust haigete ravil või teistpidi võttes – vähendaks pikki järjekordi haiglatesse. Hooldekodude elanike suurem sotsiaalsus vähendaks ravimite vajadust ning personali kaadri volulavust.

Minu poole on viimasel ajal pöördunud küsimusega, kuidas muuta akendeta tööruum töötajatele meeldivaks ja produktiivsemaks. Muutuva valge valgusega ööpäevarütmi järgiv lahendus ei pruugi olla piisav. *The Employee Experience* uuris 1614 Põhja-Ameerika



Topelt dünaamilise valgustuse korral muutub valguse näiv värv ainult laes, suundvalgustuse värvsüsteemtemperatuur on pidevalt 3000 K, mis muudab ruumi märkamatuks

töötajat, kes valdavalt pidasid töökohal tähtsaimaks teguriks akent välisvaatega. Vajadus välisvaatega akna järele ületas isegi söögikoha, fitnesskeskuse, premiumparkide jms vajadusi. Loodusvalguse ja välisvaadete puudumine teeb töötajad 47 %-l väsinuks või 43 %-l väga väsinuks. Nad tunnevad end mornilt või lausa süngena. 78 % töötajast ütles, et loodusvalguse olemasolu kontoris tagab neile tööl heaolu ja 70 % ütles, et loodusvalgus tõstab nende sooritusvõimet. Cornelli ülikooli uuringute kohaselt täheldati päevavalgusega varustatud kontorites 51 % vähem silmade väsimist, 63 % vähem peavalusid ja 56 % vähem unisust.

87 % töötajatest, kelle tööpäev kestab kella 9–17-ni, kannatavad mingi sotsiaalse *jet lag* vormi käes. See termin tekkis ebaregulaarsest magamise mustrist. Lähiaastatel on oodata isegi olukorra halvenemist, sest põhiliselt kasutatavate leedide spekter stimuleerib mitterahuldavaid fotoretseptoreid. Sellist valgust kasutatakse enamikes kohtades, sh teatrites, baarides, meelelahutusasutustes jne. Ööpäevärütmiline valgustus võib aga positiivselt muuta käitumusmustrid, energiataset ning üldist enesetunnet.

Kuidas aga tuua päevavalgust ruumi, millel puuduvad aknad? Osad arhitektid on probleemi lahendanud hoone keskel oleva suure aatriumiga. Väiksemates hoonetes saab valgust siseruumidesse tuua ka valgustorude kaudu. Mida teha aga ammu valmis ehitatud hoonetega? Üheks selliseks lahenduseks oleks ka Eestis saada oleva 2009. aastal asutatud Itaalia firma Coelux poolt väljatöötatud nn võltsaken, mis loob tunde lõputust taevasinast, kust ei puudu ka kolmemõõtmeline päike. Kui esimesed Coeluxi nn aknad olid mõeldud kõik lakke paigaldamiseks, siis nüüd valmistatakse ka selliseid, mis seintesse paigaldamisel jätavad ehtsa akna mulje.

2020. aasta oktoobris valmis Aalborgi ülikoolis Koppenhaagenis professor Ellen Katherine Hanseni verivärske uuring, mis algas 2017. aastal. Uuringut toetasid sellised ettevõtted nagu Tridonic, Fagerhult, iGuzzini ja Zumtobel. Uuring sai alguse sellest, et läbi hoone fassaadi langeb ruumidesse mitmedimensiooniline valgus, mis oma mustrilt ja värvilt muutub. Teadlaste rühma huvitas, kas ja kuidas fassaadivalgustus mõjutab inimeste tööd ja heaolu. Uuringu tulemusena töötati välja lahendus, kus ruumi üldvalgustusena kasutati muutuva valge valgusega mikroprismaatilise hajutiga valgusteid ning igale töökohale lisati aknapoolsele küljele üks 3000 K värvsüsteemtemperatuuriga suundvalgusti. Kui laevalgustuse ülesandeks oli tagada vähemalt 300 lx töökohadel ning valgusvärvi muuta vastavalt kellajaale, siis

suundvalgustid tagasid töökohal puuduva 200 lx ning löid oma kollase spektriga omakorda just kui dünaamilise valguse efekti üldvalgustusse nii nagu seda loovad sinine taevast ja seal paistev päike. Hakati sellist lahendust kutsuma topeltdünaamiliseks valgustuseks (ingl *Double Dynamic*

Lighting – DDL). Teadlased ise iseloomustavad oma loodud valguskeskkonda kui kvaliteetse ja dünaamilise päevavalguse süleluse, mis viitab inimese etteennustamatule multitaajale, kaasates loomuliku valguse voolavuse ning valguse modelleerimisoskuse läbi valguse ja varjude mängu. Kolmedimensiooniliste valgusefektid kaudu luuakse lõppkasutajatele isiklik töökoha valgustus. Lõplik uuringutulemus kujunes välja nelja töötajaga peale neljakuist testperioodi. Lõpparuandes toodi välja, et eelpool kirjeldatud lahendus löi töökeskkonnas positiivse atmosfääri, nägemismugavuse ja parema kohustuste täitmise võrreldes staatilise valgusega. Töötajate endi hinnangul ei märganud nad valgust ennast, kuid tundsid, et valgustus oli väga loomulik. Kuna testperiood oli liiga lühike, ei olnud võimalik suhet motivatsiooni uurida, kuid üks katsealustest tõi välja motivatsioonitõusu võimalikkuse pikemas perspektiivis. Testimised antud lahenduse kohta jätkuvad ning järgmistes katsefaasides uuritakse juba valguse füsioloogilist ja psühholoogilist mõju, muu hulgas ka töötajate ööpäevärütmile ja produktiivsusele. Kuigi avalikkusele esitatud uuringutulemusi käsitlevad materjalid ei sisalda valgustuse spektri ja valgustustiheduse väärtusi vertikaaltasandil silme ees, õnnestus järelepärimise teel ka nende andmetele ligi pääseda. Kõikide katsetes kasutatud valgustite *CRI* oli sõltuvalt valgusvärvist 96 või 97, sealjuures suurimat probleemi valmistava sügavpunase värvi R9 väärtus oli sõltuvalt valgusvärvist ja päevafaasist 84,2 kuni 98,6. Sealjuures oli sügavpunase väikseim väärtus just keskpäeval. Silme ees olev vertikaalne valgustustihedus mõõdeti sõltuvalt töötaja asukohast ruumis hommikustel tundidel 406 kuni 655 lx valge üldvalguse korral ja 412 kuni 643 lx sooja üldvalgustuse korral. Mõlemal juhul – nii valge kui kollase üldvalgustuse korral on täidetud ka *m-EDI* nõuded. *m-EDI* (D65) = 250 lx võrdsustatakse *CRI* 95 ja 5000 K korral 314,47 luksiga. Kuigi valgustuse värvsüsteemtemperatuur silme ees oli sõltuvalt üldvalgustuse värvsüsteemtemperatuurist ja töötaja asukohast ruumis vahemikus 4676 kuni 6404 K, mõjutas suundvalgustuse 3000 K valguse värvsüsteemtemperatuur silme ees oleva valguse värvsüsteemtemperatuuri ühel ja samal töökohal suhteliselt vähe – alla 200 K. Seega põhiline valgustus saadi siiski üldvalgustusest ning suundvalgustite mõte seisnes ilmselt vaid nn päikeselaikude ruumi „püüdmisses“.

Kõiki eelpool toodud teadmisi ühendades peaks olema võimalik luua väga häid valguskeskkondi, mis töötajate produktiivsust ka tõstavad.