

Oppimista edistävä kouluvalaistus

Ilkka Pekanheimo, valaistussuunnittelija, EHL, AD-Lux Oy

Valaistus on tärkeä osa koulu- maailmaa. Hyvälaatuinen valaistus lisää lukunopeutta ja sitä kautta oppimista. Siitä seuraa parempia kouluarvosanoja. Jos valaistus on puutteellinen, se heikentää oppimiskykyä ja lisää häiritsevää käyttäytymistä.

Viime aikoina kouluissa on pyritty säästämään monissa asioissa. Kannattavin säästökohde unohtuu kuitenkin usein, nimittäin koulujen valaistus. Valaistusjärjestelmä on usein vanhanaikainen.

Valaistuksen osuus koulun koko energiankulutuksesta on noin 40 prosenttia. Näin se muodostaa yhden suurimmista menoeristä. Jos koulujen valaistus vaihdetaan uuteen, energiataloudellisempaan vaihtoehtoon, energiaa voidaan säästää jopa 75 prosenttia verrattuna vanhaan järjestelmään.

Mutta tämä ei vielä riitä. Samalla tulisi vaihtaa valon laatu sellaiseksi, joka vähentää silmien väsymistä, lisää vireystilaa, oppimiskykyä ja vähentää häiritsevää käyttäytymistä. Tällaista valoa antaa täyden spektrin päivänvalolamppu. Siitä on viime vuosina julkaistu mielenkiintoisia tutkimuksia ja sitä kannattaa kokeilla ennen valaistuspäätöksiä.

Tukholman yliopiston koulututkimus korostaa täyden spektrin päivänvalolamppujen tärkeyttä

Tukholman yliopiston stressintutkimuslaitoksen tutkimus osoittaa, kuinka tärkeää on vaihtaa loistevalaisimiin täysspektriset loisteputket tai energiansäästölamput.

Täysspektriset loistelamput voivat auttaa väsyneitä teini-ikäisiä kouluissa. Kun tutkijat vaihtoivat luokan valaistuksen, oppilaat sekä piristyivät että saivat paremman yöunen.

Tulokset ovat niin hyviä, että muutkin koulut ovat alkaneet kiinnostua



valaistuksesta, sanoo Arne Lowden, tutkija Tukholman yliopistosta. Pimeimpään talviaikaan vaihdettiin Tyresön Dalskolanissa kahden luokan kellertävää valoa antavat loistelamput valkoisemman sävyn ns. **täysspektrilamppuihin**. Kokeilu tehtiin koululaisten kotiluokissa, joissa lähes kaikki tunnit pidettiin.

Tutkimusviikkoina koululaisilta mitattiin mm. unta säätelevän melatoniinin tasoa. Koululaiset olivat pirteämpiä ja melatoniinitasot alenivat. He olivat myös aktiivisempia päivän mittaan. Illalla ennen nukkumaanmenoa he olivat aiempaa väsyneempiä. Liikemittarit paljastivat myös paremman ja aiempaa rauhallisemman yöunen.

– Heidän luokkansa olivat ehkä hieman keskimääräistä pimeämpiä ennen lamppujen vaihtoa, mutta tulokset kertovat, että laadukas valo koulussa on tarpeen kaikille oppilaille, sanoo Lowden.

Koululaisten on ennen kaikkea tarpeen tankata valoa aamuisin, kun ihminen on kaikkein valoherkin. Koulupäivät alkavat usein aamukahdeksalta eikä ulkoa saa tarpeellista aamuvaloa.

– Yläkoululaiset eivät myöskään viihdy välitunneilla ja nukkuvat lisäksi usein pitkään viikonloppuisin ja saavat liian vähän valoa.

Myös aikuiset tarvitsevat hyvää valoa. Huonon valon ja väsyneen

henkilökunnan yhteys on myös ilmeinen, huomauttaa Lowden.

Dalskolanissa on nyt uusi luokka muuttanut koeluokkaan. Valo on luokassa keskipäivän päivänvalon kaltaista. Oppilas Johan Bergman on huomannut eron uuden ja vanhan luokkahuoneen välillä:

– Aiemmin olin niin väsynyt, että melkein vain istuin ja nukuin tunneilla. Nyt tuntuu paljon pirteämmältä, hän sanoo.

– Eron huomaa parhaiten vaihdettaessa luokkia. Muut luokkahuoneet tuntuvat pimeiltä ja masentavilta, varsinkin talvella, kun ulkonakin on pimeää, sanoo oppilas Elin Försborgen.

– Myös tavalliset ihmiset ovat yhä kiinnostuneempia valosta. Kirkasvalolaitteiden myynti kasvaa, sanoo Lowden, jolla on kirkasvalolaite työpöydällään. Aamuinen annos kirkasvaloa piristää, hän sanoo.

Tarvitaan enemmän tutkimustietoa. Sisävalaistuksella on yhä suurempi merkitys elämäämme. Tutkimuksissa on havaittu, kuinka univaikeudet ja väsymys ovat tulleet yhä tavallisemmiksi ja niihin voidaan vaikuttaa oikeanlaisella valolla, kommentoi Lowden.

Tätä tutkimustulosta, jonka Dagens Nyheter julkaisi 3.4.2008, on syytä soveltaa kaikkialla, missä ihmiset työskentelevät tai oleskelevat keinovalossa. **(1 – viittaus lähteisiin.)**

Muita koulututkimuksia

Päivänvalossa kasvaneet lapset ovat harvemmin likinäköisiä ja heille määrätään vähemmän silmälaseja.

Tämä käy ilmi australialais- ja ruotsalaisetutkimuksista. Paras valo on tietysti aito päivänvalo ulkona, mutta sen puutteesta keinotekoisesta täyden spektrin päivänvalosta saattaa myös olla hyötyä. Siksi suositelen, että kodit ja koulut valaistaisiin normaalia voimakkaammalla päivänvalon kaltaisella valolla ja lapsia

kannustettaisiin oleskelemaan entistä enemmän ulkona aidossa päivänvalossa. Mitä kauemmin lapsi oleskelee ulkona päivänvalossa, sitä parempi näkökyky hänelle kehittyy. **(2)**

Kanadalainen tutkimus käsitti neljä koululuokkaa. Ne valaistiin osaksi täysspektrisillä ja osaksi kylmänvalkeilla loisteputkilla. Täysspektrivalo tuntui koehenkilöistä kirkkaammalta, voimakkaammalta ja stimuloivammalta, kun taas tavallinen valaistus koettiin lämpimämpänä mutta väsyttävänä. Juuri oppimisen kannalta onkin tärkeää, että valaistus tuntuu piristävältä, lämmin loisteputkivalo on selvästi väsyttävämpää. **(3)**

Hollwich työtovereineen tutkivat opiskelijoita, jotka työskentelivät kahdessa erityyppisessä valaistuksessa; ensin 14 päivää kylmänvalkeiden loistelamppujen valaistuksessa, sitten 14 päivää päivänvaloloistelam-pun alla. Valaistusvoimakkuus oli kummassakin tapauksessa korkea, n. 3 500 luksia. Ensimmäisessä jaksossa ACTH-hormonin ja kortisolin erittyminen nousi voimakkaasti, mikä tulkittiin stressin merkiksi. Toisessa jaksossa (päivänvalo) arvot laskivat normaalille tasolle. **(4)**

On myös havaittu, että opiskelijoiden näkemiseen liittyvä väsyminen oli pienempää ja näöntarkkuus parempi täysspektrisessä valaistuksessa kuin kylmänvalkeassa loisteputkivalaistuksessa. Päivänvalossa opiskelleet olivat merkittävästi pirteämpiä opiskelijakson lopussa kuin perinteisessä loistevalossa olleet, jotka olivat ilmeisen väsyneitä. **(5)**

Oppilaiden hermostuneisuuden ja rauhattomuuden on myös havaittu olevan vähäisempää luokkahuoneissa, jotka oli valaistu täysspektrivalolla verrattuna tavalliseen, kylmänvalkeaan loisteputkivaloon. **(6)**

Jatkuvaspektrisessä valossa työskentelevien lasten käyttäytyminen luokassa osoitti dramaattista parantumista verrattuna kylmänvalkeassa valossa työskenteleviin lapsiin. **(7)**

Kylmänvalkean ja täysspektrisen valon vaikutusta rotilla ovat tutkineet Wurtman ja Weisel. Kun rotat olivat 50 vrk:n ikäisiä, havaittiin lukuisia, merkittäviä eroja koe- ja kontrolliryhmien välillä. Päivänvalossa kasvaneiden rottien kivekset ja munasarjat olivat suurempia kuin kylmänvalkeassa valossa kasvaneiden. Päivänvalossa kasvaneiden naarasrottien sydämet ja käpylisäkkeet olivat suurempia kuin kontrolliryhmän naarasrottien. Päivänvalossa kasvaneiden urosrottien lisäkilpirauhaset olivat suurempia kuin kontrolliryhmän urosrottien.

Vaikka eläinkokeista ei aina voida vetää johtopäätöksiä ihmiseen, tuntuisi oudolta, ellei valo vaikuttaisi samoin myös ihmiseen. Tällä hetkellä esim. Suomessa kohdistetaan paljon suurempi huoli sikojen ja kanojen valaisuun kuin koululaisten valaisuun.

"Stressipossuja" ei saa päästä syntymään, kanojen munimista tehostetaan juuri valon avulla. Kukaan ei kuitenkaan tunnu välittävän, vaikka lastemme sisäeritysrauhaset eivät kasvaisikaan tasapainoisiksi koulujen luonnottomassa valaistuksessa. Hormonijärjestelmämme vaikuttaa ratkaisevasti koko lapsen fyysiseen ja psyykkiseen kehitykseen. **(8)**

Värin ja valon vaikutusta kehitysvammaisiin lapsiin ja heidän opettajiinsa tutkittiin kolmen viikon aikana. Luokahuone valaistiin luonnonmukaisella valolla ja maalattiin rauhoittavalla, sinisellä värillä. Systolinen verenpaine (sekä sokeilla että näkevillä) putosi keskimäärin 20 yksikköä (esim. 120:stä 100:aan). Aggressiivinen käyttäytyminen väheni 56 prosenttia Huolimattomuus putosi keskimäärin 23 prosenttia aikaisemmasta tasosta. Opettajat raportoivat, että ympäristö oli paljon rauhallisempi ja oppilaat pystyivät saamaan enemmän työsuorituksia valmiiksi. **(9)**



Kanadalainen Alberta Education -tutkimuslaitos on maailmankuulu tutkimuslaitos. Mielenkiintoinen valaistustutkimus tehtiin siellä vuosina 1981 – 1986. Tutkimukseen osallistui 700 oppilasta kuudelta eri luokalta. "Kontrollikoulussa" oli kylmänvalkea valaistus, perinteiset kouluvärit (tummanruskea, harmaa, valkoinen ja oranssi). "Värikoulussa" värit olivat psykodynaamiset, esim. vaaleankeltaiset (stimuloivat) seinät oppilaiden näkökentässä, vaaleansiniset (rauhottavat) seinät opettajan näkökentässä, taulut ja pöydät olivat myös siniset. "Valo/värikoulussa" käytettiin psykodynaamisia värejä ja täysspektristä. "Valokoulussa" käytettiin täyden spektrin valoa ja perinteisiä värejä. 5. luokan oppilaat "valo"- ja "valo/värikoulussa" saivat lisäksi ylimääräisen, kuitenkin vielä turvallisuuden rajoissa olleen annoksen UV-säteilyä.

Tärkeimmät tulokset olivat:

- Melu "väri/valokoulussa" oli merkittävästi pienempi kuin kontrollikoulussa.
- Täysspektrinen valo synnytti merkittävästi enemmän positiivista mielialaa oppilaissa kuin perinteinen kylmänvalkea valaistus.
- Lämpimät värit kohottivat lievästi mutta kuitenkin merkittävästi oppilaiden verenpainetta.
- 5. luokan oppilaille kehittyi huomattavasti vähemmän reikiä hampaisiin (täysspektrivalon vaikutus D-vitamiinin muodostukseen) ja he olivat vähemmän pois koulusta sairauden takia. **(10, 11)**

Täysspektrivalon vaikutusta on tutkittu myös painijoilla, jotka opiskelivat amerikkalaisessa korkeakoulussa. Tulokset: väsyminen vähentyi merkittävästi, valppaus ja energisyyden tuntemus lisääntyi huomattavasti verrattuna perinteiseen loisteputki-valaistukseen. Aivan samoin yliopiston soutujoukkueen mielestä täysspektrivalo heidän sisäharjoitteluhallissaan oli virkistävä, kannustava ja se tuntui lisäävän fyysistä voimaa verrattuna perinteiseen loisteputki-valoon. (12)

Uusimmat tutkimukset suosittavat päivänvalon kaltaista valoa

Vuonna 2002 David Berson Brownin yliopistosta USA:ssa löysi silmän verkkokalvolta uuden, valoherkän reseptorisolun ipRGC:n (intrinsically photosensitive Retinal Ganglion Cell). Tätä ennen valoherkkinä soluina tunnettiin vain sauva- ja tappisolut. Se välittää ainoastaan niitä valoimpulsseja, jotka ohjaavat valoveillaoloa ja hyvinvointia. Prof. George Brainard Philadelphian yliopistosta on havainnut, miten valon spektrin rakenne vaikuttaa kolmanteen reseptoriin ja minkätyyppinen valo vaikuttaa meihin kaikkein tehokkaimmin.

Havaittiin, että valo, jonka aallonpituus on 460 – 480 nm (sininen väri), lopettaa nopeammin melatoniinin (unihormoni) erityksen verenkiertoon kuin se kellertävä aallonpituus (555 nm), johon viime vuosikymmenten valaistussuositukset perustuvat. (13)

Sam Berman Kalifornian yliopistosta on havainnut, että skotooppisessa (sinivoittoisessa) valossa silmän pupilli on pienempi kuin fotooppisessa (kellertävässä) valossa, jonka luksimäärä on sama. Mitä pienempi on pupilli, sitä tarkemmin näemme. (14 – 16)

Steve Fotios Manchesterin yliopistosta on todennut v. 1998, että nykyiset valaistussmittarit aliarvioivat skotoop-

pista valoa peräti 32 %:lla. Luksimittarit eivät mittaakaan silmän kokemaa valomäärä, niin kuin usein luullaan. Siksi perinteiset, näiden tutkimusten mukaan jopa "virheelliset" valaistussuositukset voitaisiin hyvin hylätä luksimäärineen. (17)

Suurin osa valaisin- ja lampputeollisuudesta ei ole kuitenkaan tähän vielä valmis. Onhan se vuosikymmeniä neuvonut, että työpaikoilla ja kouluissa pitää olla lämminsävyinen valaistus.

Jo 150 vuoden ajan on tiedetty (osittain virheellisesti), miten silmän näkösolut, sauva- ja tappisolut, toimivat ja miten ne vaikuttavat päivä- ja yönäkemiseemme. Tämä on ohjannut ympäristömme valaistussuosituksia. Uuden valoherkän solun löytymisen ansiosta meidän tuleekin tarkastella myös valon biologisia ja tunteellisia vaikutuksia ihmiseen sekä vaikutuksia vireystilaan, ei ainoastaan vaikutuksia näkösuoritukseen.

Miksi päivänvaloa myös sisälle?

Koulujen valaistus on ollut viime vuosikymmeninä yksitoikkoisen lämminsävyistä, kellertävää, värit väärin väristävää. Herää vain kysymys, miksi. Lähes kaikki, jotka kokeilevat valoa, joka sisältää samat aallonpituudet tai värit kuin aito päivänvalokin, pitävät sitä erinomaisena. Ilman kokeilua ei ole kuitenkaan syytä siirtyä päivänvaloon, muutos perinteisestä on sen verran suuri.

Kaikki tuntevat aidon päivänvalon edut. Siinä nähdään erinomaisesti. Se näyttää värit aitoina. Se ei välky kuten jotkin lamput. Se tuottaa mielihyvää. Keinotekoinen päivänvalo eroaa aidosta siten, että siinä ei voi ruskettua eikä se häikäise. Valon välkyntä voidaan poistaa nykyaikaisella valaisinelektroniikalla. Parhailla lampuilla saadaan sisällä olevan keinovalon laatu samankaltaiseksi, raikkaaksi, kuin esim. puolen päivän

aikaan ikkunasta sisälle tuleva valo. Ihmissilmä ei huomaa eroa.

Lukunopeustesti

Silmä toimii parhaiten täysspektrissä valaistuksessa. Jokaisen on helppo todeta tämä lukemalla mustavalkoista tekstiä ulkona päivänvalossa ja kellertävässä loisteputkitai hehkulamppuvalossa. Lukunopeus saattaa olla jopa 20 % suurempi täysspektrisessä valossa kuin kellertävässä valossa.

Lue seuraava mieluiten ulkona aidossa päivänvalossa tai täysspektrisen päivänvalolampun valossa.

Kellertävässä valossa kontrasti on heikko ja lukeminen hidasta.

Tällaisena näet tekstin huonossa tai lämminsävyisessä valaistuksessa (hehkulampan tai tavallisen energiansäästölampan valo). Silmät väsyvät, tarkkuustyö on hitaampaa, syntyy virheitä ja lukunopeus on selvästi pienempi kuin päivänvalotyypisessä valaistuksessa. Kellertävä valo muuttaa mustan tekstin harmaaksi ja värjää paperin kellertäväksi. Tästä seuraa, että mustavalkoisen kontrasti heikkenee ja tekstistä on vaikeampi saada selvää. Tällainen valo vaikuttaa heikentävästi jopa kouluarvosanoihin.

Päivänvalossa kontrasti on suuri ja lukeminen helppoa.

Tällaisena näet tekstin päivänvalotyypisessä valaistuksessa. Sitä on helppo lukea. Silmät eivät väsy. Lukunopeus on suurempi kuin kellertävässä valaistuksessa. Myös värit näyttävät luonnollisilta. Tarkkuustyö on helpompaa. Päivänvalo näyttää mustan tekstin mustana ja valkoisen paperin valkoisena. Ihminen on luotu elämään päivänvalossa, silmä toimii siinä parhaiten. Päivänvalossa kaiken lisäksi viihdymme hyvin. Huomaat, että aidossa päivänvalossa yhtä hyvin kuin Viva-Lite-täysspektrilampun valossa.

Koulujen valaistussuunnittelijoilla pallo hukassa...

AD-Lux saa usein tarjouspyyntöjä mm. kouluihin ja muille työpaikoille suunnitelluista valaisimista ja lamppuista. Tässä yksi opettavainen esimerkki siitä, missä koulujen valaistussuunnittelussa Suomessa mennään.

AD-Luxin vastaus erääseen tarjouspyyntöön:

Olemme saaneet tarjouspyynnön koskien Xxx:n koulun valaistusta. Ajattelin lähettää tämän viestin teille tulevaisuutta ajatellen, koska suunnittelette uusia kouluja ja parannatte myös vanhojen koulujen valaistusta ja oppimisympäristöä.

Ilmoitan, että emme voi antaa tarjousta ainakaan vielä tässä vaiheessa, koska ehdotetuilla valaisimilla ei saada kunnollista valaistusta kouluunne eikä oppilaille riittävän hyviä arvosanoja. Tässä kommenttini:

1. Ensisijaisena valintaperusteena tulisi olla **valon laatu**, koska on kyseessä koulu ja lapset. Nyt joku asiantunteuton on ehdottanut teille 3000 K:n lämminsävyisiä lamppeja.

2. Ehdotan, että **suunnitteluryhmänne tutustuu Tukholman yliopiston koulututkimukseen** (ks. edellä).

Tämän tutkimuksen lamput olivat kaikki täysspektrisiä päivänvalolamppuja, joiden värilämpötila on **5500 K**. Tällainen valo ei aiheuta silmien väsymistä ja pitää oppilaat ja opettajat mahdollisimman virkeinä työpäivän aikana. Korostan, että tärkeä sana on tuo ”**täysspektrinen**”, sillä läheskään kaikki päivänvalolamput eivät ole tällaisia.

3. Sen jälkeen suoritate **koevalaistuksen**, jotta näette omin silmin eron. Voimme auttaa kokeiluvalaistuksen suorittamisessa, voimme vaikka toimittaa täyden spektrin loistelamput yhteen huoneeseen täydellä palautusoikeudella.

4. Ehdotan, että poistatte suunnitelmista kaikki **liikaa energiaa kuluttavat lamput**, varsinkin halogeenit ja osin monimetallit. Näillä on haitallinen vaikutus myös ilmastonmuutokseen. EU-määräysten mukaan halogeenit tulevat poistumaan markkinoilta, kuten hehkulamputkin.

5. Ehdotan, että poistatte valaisimet, joissa käytetään seuraavia lamppu-

ja: FSM-E, FSQ-E, FSD-E, koska niihin ei saada toistaiseksi kunnollista valon laatua. Myös kaikkia 2-nastaisia pienloistelamppuja tulee välttää, sillä ne ovat EU:n lamppujen kieltolistalla ja poistuvat markkinoilta muutaman vuoden kuluttua. Samoin valaisimet, joissa näitä käytetään, tulevat poistumaan.

6. Ehdotan, että poistatte mainitut **pitkäikäiset loistelamput** (long life), koska niihin ei saada kunnollista valon laatua. Niillä saadaan aikaan väsyneitä oppilaita. Lampun pitkäikäisyys ei ole oleellinen asia vaan valon laatu ja positiivinen vaikutus oppimisympäristöön.

7. Jos teille on tehty sisätiloihin **väri-suunnitelma**, on se ollut turhaa, jos valitsette 3000 K:n lamput. Kellertävä valo vääristää värit täysin. Esim. sininen muuttuu violetiksi, punainen oranssiksi. Sininen väri olisi tärkeää oppimisympäristössä, sillä sen on havaittu vähentävän mm. häiritsevää käyttäytymistä. Sama vaikutus on myös täyden spektrin päivänvalolampuilla ja niiden yhteisvaikutus on vieläkin suurempi.

8. Luonnollisesti suosittelen **hehku-lamppujen** korvaamista energiansäästölampuilla. Ei ole syytä valita himmennettäviä hehkuvalaisimia, koska laadukkaita himmennettäviä energiansäästölamppuja ei ole markkinoilla. Kun päivänvaloon ihastuu, sitä ei halua himmentää, sitä haluaa vain enemmän.

9. **Vähennätte erilaisten lamppujen lukumäärää ainakin 60 %:lla.** Se helpottaisi myös jatkossa jälkihuoltoa, erilaisia lamppuja ei tarvita niin paljon varastoon. Koulussa pärjätään jopa alle kymmenellä eri lampputyypillä. Tämä tulisi ottaa tavoitteeksi. Teille on tulossa nyt ainakin 19 erilaista lampputyyppeä, mikä on aivan liikaa.

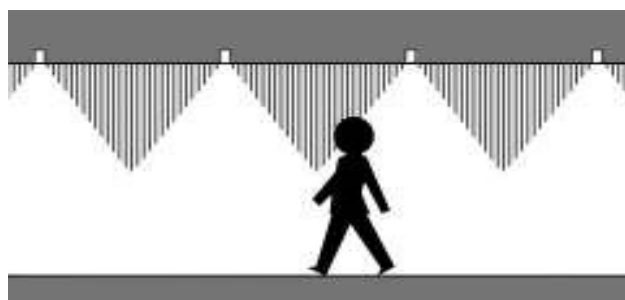
10. On turhaa valita **säädettäviin valaisimiin normaalitehoisia 35 W:n lamppuja.** Suosittelen tilalle yhtä pitkiä 49 W:n lamppuja. 49 W:n lamppu voidaan himmentää samaan

valotasoon, joka antaa valoa 35 W:n lampun edestä. Kun lampun valo heikkenee muutaman vuoden kuluttua, siitä saadaan siitä edelleen ainakin 35 W:n lampun valoteho. Jos olisi valittu 35 W:n lamppu, vastaisi se muutaman vuoden kuluttua enää 25 W:n valomäärää (valomäärän alentuminen 30 %). Lampun valomäärä joka tapauksessa vähenee, vaikka lamppu ei sammuisikaan. 49 W:n lamppua tarvitsee siis vaihtaa harvemmin. Hintaero 35 ja 49 W:n valaisimissa on mitätön.

11. Ehdotan myös harkitsemista muiden **2x35 W:n valaisinten** vaihtamista yhtä pitkiin 2x49 W:n valaisimiin. Oleellista hintaeroa ei ole mutta voitte mahdollisesti tulla toimeen pienemmällä valaisinten lukumäärällä. Harkitkaa, voitteko vaihtaa 1x49 W:n valaisimet 2x49 W:n valaisimiin. Jos voitte vähentää valaisinten lukumäärää, tulee säästöä.

12. Valaisimet olisi valittava sillä perusteella, että niihin **yleensä on saatavissa kunnollista täyden spektrin valoa.** Kaikkiin valaisimiin sitä ei saa. **Siksi valaisinta ei saa valita pelkästään ulkonäkösysteistä.** Valaisimia, joihin päivänvalolamput sopivat, on myös erittäin tyylikkäitä.

13. Tutustutte **upotettavien valaisimien (down-light) ongelmiin.**



Down-light (alasvalo) on verrattavissa vilkkuvaan valoon, kun kävellään valaisinten alla.

Viimeaikaiset havainnot osoittavat, että kun kävellään kattoon upotettujen valaisinten alla toistuvasti esim. 2 m:n sekuntivauhdilla, aiheutuu siitä herkimmille migreenipäänsärkyä. Lamppu voi olla mitä tyyppiä

tahansa. Migreeni johtuu aivoihin kohdistuvasta matalataajuisesta (esim. 1 Hz) häirinnästä. Se on verrattavissa vilkkuvaan valoon, josta monet kärsivät. Tämä ei ole luonnonmukainen eikä terveellinen valaistustapa. Ulkona päivänvalossa ei ole tuollaisia usein toistuvia voimakkaita häiriövaloja.

14. Jos teillä ollaan kiinnostuneita tekemään jatkossa **koululaistutkimuksia** täyden spektrin lamputta verrattuna tavalliseen 3 000 K:n ei-jatkuvaspektriseen valoon, olemme kiinnostuneita sponsoroinnista.

Kohti täydellistä valon laatua

Jos valaistusta arvioidaan vain mittaamalla valon määrä lukseissa, se on väärä tapa. Ei musiikkiakaan arvostella desibelimittarilla.

Valitse valon väri

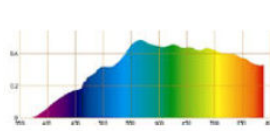
Tee päätös, minkä sävyistä valoa haluat, ja ennen kaikkea kokeile ja vertaile. Valo, jonka värielämpötila on 2700 – 4000 kelviniä (K), on kellertävää, jopa väsyttävää. 6500 K:n valo on sinertävää, ”kylmää”, 5500 K:n on valkoista, miellyttävää, piristävää.

Valon spektri tärkeä

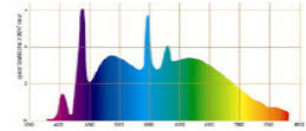
Valon värielämpötila ei vielä kerro kaikkea valon laadusta. Avuksi tarvitaan **spektri, värijakautuma**. Onko valosi spektri tyypiltään ”saastunut”? Vääristäkö valosi värit? Väsyttääkö se silmiä?

Jos ravinnostasi puuttuu vitamiineja tai musiikissasi on riitasointuja, on ongelma verrattavissa valoon, josta puuttuu värejä tai niiden suhde on väärä.

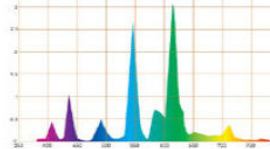
Täysspektrivalo eroaa lähes samansävyisestä, jopa päivänvalona myytävästä, usein huonolaatuisen lampun valosta, koska siinä on jokaista väriä ihanteellinen määrä. Mitä täydellisempi spektri on, sitä enemmän valosta voi nauttia, sitä paremmin siinä näkee ja sitä vähemmän silmät väsyvät.



Päivänvalon spektri kesällä klo 10-14 suuren puun varjossa. Täydelliset värit! **Kouluarvosana 10 +.**



Täysspektrisen päivänvalolampun spektri. Erinomaiset värit, helppo lukea! **Kouluarvosana 10 -**



Huonolaatuisen ”täysvärilampun” spektri. Värit vääristyvät täysin, lukeminen on hidasta. **Kouluarvosana 4 -.**



Hehkulampun spektri. Värit vääristyvät täysin, lukeminen on hidasta. **Kouluarvosana 4 -.**

Kuvassa vasemmalla ylhäällä on aidon päivänvalon spektri ulkona kello 10 – 14 välisenä aikana kesällä. Spektri on jatkuva ja sisältää kaikki valon aallonpituudet eli värit. Värielämpötila on 5500 K.

Kuvassa oikealla ylhäällä on hyvän täysspektrilampun spektri, värielämpötila on 5500 K. Spektri on jatkuva ja sisältää kaikki valon aallonpituudet eli värit.

Kuvassa alla vasemmalla on huono, kolmihuippuinen spektri.

Spektri ei ole jatkuva eikä sisällä kaikkia ihmiselle välttämättömiä valon aallonpituuksia. Silmät väsyvät eikä värejä nähdä kunnolla. Valitettavasti tämä on yleisin valo työpaikoilla, kouluissa ja kodeissa. Tämän huonolaatuisen lampun värielämpötila voi olla esim. 3000, 4000, 5400, 6500 tai 8000 K. Ilman värielämpötilamittausta sitä ei tiedä tarkkaan. Jos valon värielämpötila on yli 6000 K, saattaa valo olla liian sinistä ja tehdä epämiellyttävän vaikutelman työtilaan tai kotiin.

Kuvassa alla oikealla on hehkulampun tai halogeenin spektri. Kaikkia värejä on, mutta värit ovat väärässä suhteessa keskenään.

Täysspektrisen päivänvalolampun valmistuksessa on pyritty mahdolli-

simman täydelliseen, oikeaan, silmäystävälliseen valoon.

Vaikka lamput lukeekin "Natural Daylight" ja lamput kuuluvat valopillisesti päivänvalolamppujen ryhmään, on aito päivänvalo tietysti erilaista: sen värilämpötila vaihtelee päivän mittaan mm. vuorokauden- ja vuodenajasta, auringonpaisteen määrästä ja ilman saastepitoisuudesta riippuen. Aidon päivänvalon valomäärä vaihtelee myös jatkuvasti.

Täyden spektrin päivänvalon ja ikkunoista sisälle tulevan aidon päivänvalon yhdistelmä on miellyttävän kaunis vuorokauden- tai vuodenajasta riippumatta. Ikkunattomissa tiloissa suosittelen aina käyttämään täyden spektrin päivänvaloa.

Näöntarkkuus

Ihmissilmä 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 täysspektristä valoa, poistuu silmän tarve sopeutua uuteen valon väriin siirryttäessä ulkoa sisälle. Tästä seuraa silmien rasittumisen ja väsymisen vähentyminen 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, halogeeni ja tavanomainen loistelamppu sisältävät ainoastaan osan valon spektristä. Näissä valoissa emme voi nähdä värejä ja kohteita tarkasti. Näkökyky on ei-tekniinen 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. Täysspektrinen päivänvalovalistus sen sijaan vähentää häikäisyä sisävalaistuksessa ja parantaa näöntarkkuutta.

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 välttyttäisiin ilman erityistä kirkasvaloa. 3500 luksin valomäärä voidaan saavuttaa täysspektristä lamppua käyttäen siten, että vältetään häikäisyltä. Voihan valon voimakkuus ulkotöissäkin olla esim. 5000 – 10 000 luksia, jopa enemmän. Työpaikan ja koulun valaistustasoa tulisi voida säätää kellon ja vuodenajan mukaan. Kesällä täyttä valaistusta tarvitaan vain ikkunattomissa tiloissa. Pimeänä vuodenaikana täysi valaistus voidaan pitää päällä heti aamulla n. tunnin verran.

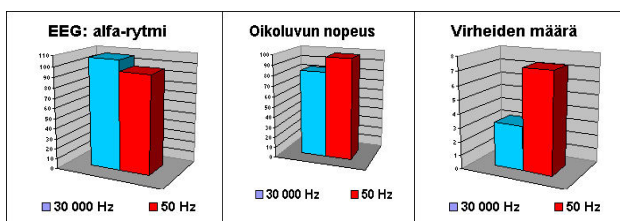
Valon määrän runsas kohottaminen aiheuttaa tietysti lisäkustannuksia. Jos työn tuottavuus tai **oppimiskyky** kasvavat paremman valaistuksen takia vain n. 0,7 % joko joutuisampana ja virheettömämpänä työntekona tai sairauspoissaolojen vähenemisenä, paremman valaistuksen lisäkustannukset saadaan nopeasti takaisin. Koulumaailmassa tuottavuutta vastaavat oppisuoritukset. Tutkimusten mukaan tuottavuus kasvaa useiden prosenttien verran, kun valaistusvoimakkuutta lisätään 500 luksista noin 1600 luksiin. Vaativissa näkötehtävissä on saavutettu 8 – 9 % tuottavuuden nousu.

Lisäksi virheet ovat vähentyneet parhaimmillaan jopa puoleen. Kun valaistusta halutaan kouluissa ja työtiloissa lisätä, valitaan värilämpötilaltaan korkeat, mieluiten 5500 K:n lamput. Näitä asioita on käsitelty VTT:n sähkö- ja automaatiotekniikan laboratoriossa tehdyssä tutkimuksessa. **(18)**

Sähköjännitevälkynnän haitat

On kauan epäilty, että silmille näkymätön loistelamppuvalon välkyntä aiheuttaisi stressiä työympäristössä, jossa päivänvalo ei ole vallitsevana valonlähteenä. Dosentti Rikard Küller Lundin teknillisen korkeakoulun arkkitehtuurin ympäristöpsykologiselta osastolta on tutkinut, miten perinteisten loistevalaisinten välkkyvä valo ja korkeataajuisilla elektronisilla liitäntälaitteilla varustettujen valaisinten välkymätön valo vaikuttaa keskushermoston stressitasoon.

Normaalisti loistelampun 50 – 100 Hz:n välkyntää ei nähdä. Kuitenkin keskushermostomme havaitsee 100 Hz:n ja jopa huomattavasti korkeamman välkynnän. Koska välkyntää ei nähdä, ei siihen voi myöskään tietoisesti reagoida eikä sitä vastaan näin voi suojautua.



Kuva 1

Kuva 2

Kuva 3

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

Kuva 2. Oikoluku on hieman nopeampaa välkkyvässä, stressaavassa valossa.

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

Osoittautui, että välkynnälle herkemällä ryhmällä alfarytmi oli huomattavasti alhaisempi silloin, kun loistevalo värisee (kuvan 1 oikea pylväs). Se osoitti, että aivot rasittuivat enemmän, vaikka välkyntää ei nähtykään. Aivosähkökäyrässä ei kuitenkaan havaittu merkittävää eroa vielä 15 minuutin kuluttua. Vasta kolmen tunnin kuluttua ero alkoi olla selvä.

Valon välkynnän vaikutus keskushermostoon on yleisempää henkilöillä, joilla on nuori, terve hermostojärjestelmä. Siksi herkkyyttä välkynnälle ei voida sanoa puutteeksi tai vammaksi. Tutkimuksen mukaan perinteiset kuristimet tulisi vaihtaa korkeataajuisiin (30 – 40 Khz) elektronisiin liitäntälaitteisiin. Tällainen valo ei häiritse aivotyöskentelyä ja keskittymistä kuten perinteinen, välkkyvä valo saattaa tehdä. **(19, 20)**

V. 1989 Wilkins vertasi kahta toimistotyöntekijäryhmää. Ryhmät työskentelivät vuorotellen normaalien, värisevien loistevalaisimien valossa ja korkeataajuisilla elektronisilla liitäntälaitteilla varustettujen, välkymättömien loistevalaisimien valossa. Kun siirryttiin välkymättömään valoon, valitukset päänsärystä ja silmien rasittumisesta vähenivät yli 50 %. **(21)**

Kellertävän valaistuksen vaarat

Seuraavassa on havaintoja keltaisen valon haitoista. Kouluthan ovat pääasiassa valaistu kellertävällä, lämminsävyisellä valolla, jonka värilämpötila on 3000 – 4000 K.

USA:ssa ja muuallakin on kokeiltu koulujen, toimistojen yms. valaistuksessa normaalia enemmän energiaa säästäviä lamppeja, esim. suurpaine-natriumlamppeja. Melko pian tällainen valaistus on kuitenkin jouduttu poistamaan. Häikäisevästä valosta seurasi värien vääristymisiä, silmien väsymistä ja muitakin silmäongelmia sekä päänsärkyä.

Tämä havainto on jäänyt muutamilta suomalaisiltakin valaistusasiantuntijoilta huomaamatta, koska saman-

laisia valaistusratkaisuja on tehty huonoin seurauksin. Suurpainenatriumlamppuja tai muita vastaavia lamppeja, joiden spektri ei ole luonnonmukainen, ei pitäisi käyttää missään ihmisen valaistuksessa – ei edes ulkovalaistuksessa. (22)

Tutkimus Pennsylvanian valtion yliopistossa (23) osoitti, että suurpainenatriumlampuin valaistu ympäristö on epämiellyttävä, epäselvä ja epämääräinen ja tällaisessa valossa oleskelevat valittivat silmien väsymistä.

Eurooppalainen tutkimus osoitti, että huonolaatuinen valolähde huonontaa iästä riippuvaa värien erottamista, aiheuttaa poikkeavuuksia värien näkemisessä, visuaalista väsymistä, silmien hajataitoisuutta sekä liki- tai pitkänäköisyyttä. (24)

Tieteelliset todisteet lisäävät jatkuvasti epäilystä, että nykyaikaisella keinovalaistuksella on todella haittavaikutuksia kehomme biokemialliseen tasapainoon. Se saattaa jopa vaikuttaa yhteiskuntamme hyvinvointiin yhtä paljon kuin tupakointi, tupakansavussa työskenteleminen tai runsaasti eläinrasvoja sisältävän ravinnon nauttiminen.

Valon laadun tärkeyttä ei ole vielä tiedostettu kouluissa

Asia valon laadun merkityksestä oppimistehomme ja hyvinvointimme on niin uusi, että loistelamppuhankinnoista vastaavilla ei ole siitä riittävästi tietoa. Koska se myös liittyy enemmän ihmisen fysiologiaan ja psykologiaan kuin sähkötekniikkaan, on luonnollista, että monilla sähkösuunnittelijoilla ei ole koulutuksensa puolesta edellytyksiä valita oppimisen ja lapsen kehittymisen kannalta parasta valon laatua. Siksi koulujen valaistuksessa kiinnitetään tällä hetkellä enemmän huomiota valon määrään kuin laatuun.

Ennen valaistuksen hankintapäätöksiä on syytä kokeilla täysspektristä päivänvalovalaistausta. Ero huoma-



taan välittömästi. Vaikutuksen oppimistehoon ja yleiseen hyvinvointiin kokee toki vasta kokeilun jatkuttua hieman pidempään.

Valaistuksen laadun parantaminen on edullisimpia keinoja parantaa koulu- ja työympäristöä. Se vaikuttaa positiivisesti koululaisten ja opettajien viihtyvyyteen sekä koululaisen oppisuoritukseen jokaisena päivänä.

Varsinkin tavanomaisten loistelamppujen käyttö kouluissa huolestuttaa. Tällaisen valon värijakautuman sanotaan olevan erittäin "saastunutta", kun sitä verrataan luonnon ulkovalon värijakautumaan, spektriin.

Värit vaikuttavat monin eri tavoin ihmisiin. Monimutkaiseksi asian tekee se, että värit vaikuttavat eri tavoin eri ihmisiin. Siksi meidän olisi huolehdittava, että kaikille ihmisille annetaan tasapuolisesti kaikkia valon värejä eli aallonpituuksia.

Suosittelen päivänvalovalaistauksen lisäämistä kaikissa kouluissa. Jos täyden spektrin päivänvalo vähänkin vähentää silmien väsymistä, on se moninkertaisesti hintansa arvoinen. Päivänvalolamppujen hinnat ovat onneksi alentuneet merkittävästi viime aikoina.

Prof. Richard Wurtman (MIT) ehdottaa, että meidän pitäisi määrätä raja-arvoja keinovalolle, jossa ihmiset elävät ja työskentelevät. Tällöin tulisi ottaa huomioon nimenomaan terveysnäkökohdat.

Tämä kysymys on erittäin tärkeä varsinkin koululaisille ja opettajille, jotka elävät usein lähes koko valoisin ajan päivästä sisätiloissa.

Wurtman kysyy, voitaisiinko rajoittaa oleskelemista sellaisessa valossa, jonka suunnittelussa on laiminlyöty spektrin osat, joilla on osoitettu olevan positiivista vaikutusta terveytemme. Kenen tehtävä olisi päättää siitä?

Sillä välin kun tällaisia päätöksiä odotellaan, olisi järkevintä käyttää täysspektristä päivänvaloa tai sen jäljitelyä vastinetta missä suinkin mahdollista sekä vaatia oppilaita oleskelemaan ainakin kaikki välitunnit ulkona aidossa päivänvalossa. Emme vielä tiedä tarpeeksi, miten saastunut valo, joka sisältää vain kapeita osia aidon päivänvalon spektristä, vaikuttaa ihmiseen. Sen tiedämme, että ihminen ei voi hyvin tällaisessa valaistuksessa. Haittavaikutuksista lienee jo raportoitu riittävästi, jotta ihmisen tulisi omaaloitteisesti välttää oleskelua huonolaatuisessa valaistuksessa.

Valo ei ole pelkästään näkemisen apuväline. Se voi olla myös ruoka, vitamiini ja lääke – tai myrky.

Vaatikaamme siis parempaa valoa lapsillemme. Hyvälaatuinen valo vaikuttaa positiivisesti koululaisten fyysiseen ja psyykkiseen kehitykseen ja oppimiskykyyn ja sitä kautta koko kansakuntamme henkisiin voimavaroihin.

Pyydä AD-Luxilta lisätietoja koulujen valaistussuunnittelusta. Toimitamme lamppujen lisäksi valaisimia ja valaistusratkaisuja julkisiin tiloihin, kuten toimistoihin, kouluihin, teollisuudelle ja sairaaloille. Painotamme toiminnassamme jatkuvasti tuotteiden toimivuutta, monipuolisuutta sekä energiaa säästäviä ratkaisuja.

Kirjallisuusviitteet

(1) Full spectrum light intervention to promote alertness and sleep in adolescents. Lowden A, Åkerstedt T. Karolinska Institutet/IPM - National Institute for Psychosocial Medicine, Stockholm, Sweden, 2008.

(2) Rose KA, Morgan IG, Ip J, Kifley A, Huynh S, Smith W, Mitchell P. Outdoor

activity reduces the prevalence of myopia in prevalence of myopia in Ophthalmology. 2008 Aug;115(8):1279-85. Epub 2008 Feb 21.

(3) Bartholomew, R. 1975. Lighting in the classroom. Building Research and Practice, 3 (1), 32-38.

(4) Hollwich, F. Dieckhues, B. & Schrameyer, B. 1977. Die Wirkung des natürlichen und künstlichen Lichtes über das Auge auf den Hormon- und Stoffwechselhaushalt des Menschen. Klin. Mbl Augenheilk, 171, 98-104.

(5) Maas, JB, Jayson, JK. & Kleiber DA. 1974. Effects of spectral differences in illumination on fatigue. Journal of Applied Psychology, 59 (4), 524-526.

(6) Mayron, LW, Ott, JN, Nations, R. & Mayron, EL. 1974. Light, radiation, and academic behavior. Initial studies on the effects of fullspectrum lightning and radiation shielding on behavior and academic performance of school children.

(7) Ott, J. (1976). Fluorescent lights and hyperactivity in children: an experiment. Academic Therapy, 12 (2), 181-184.

(8) Wurtman, R, & Weisel, J, (1969). Environmental lighting and neuroendocrine function: relationship between spectrum of light source and gonadal growth. Endocrinology, 85 (6), 1218-1221

(9) Wohlfarth, H, & ja Sam, K, (1981). The effects of color psychodynamic environment modification upon psychophysiological and behavioral reactions of severely handicapped children. Edmonton, Alberta: Planning Services Branch, Alberta Education.

(10) Wohlfarth, H, (1986). Color and Light effects on students' Achievement, Behaviour and Physiology. Edmonton, Alberta: Planning Services Branch.

(11) Hathaway, Warren E, Alberta Education, Edmonton (1987): Light, Color and air Quality: Important elements of the learning environment?

(12) Samuels, T (1999) Light, Mood and Performance at School: Department of Education and Training and Department of Public Works and Services, NSW, Australia.

(13) Berson, D.M., Dunn, F., and Takao, M. Phototransduction by retinal ganglion cells that set the circadian clock. Science, 295:1070-1073, 2002.

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

(15) 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.

(16) 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.

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

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

(19) 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.

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

(21) A.J. Wilkins, Fluorescent lighting, headaches and eyestrain. Lighting Research and Technology, Vol. 21, No. 1, 11-18 (1989).

(22) Bickford, Elwood D: Biological effects of full-spectrum lighting. Proceedings of the society of photo-optical instrumentation engineers, vol. 229, 1980.

(23) Flynn, J.E. and T.J. Spencer: The effects of light source color on user satisfaction. Jour. IES, 1977.

(24) Ronchi, L. and Stefanacci, S: Ametropia and color discrimination under high pressure sodium and mercury lamps. AIDI, Third Lux Europa, 1978.

Aiheeseen liittyvää muuta kirjallisuutta

Lieberman, Jacob: Light, Medicine of the Future, Bear and Co. 1991

Pekanheimo, Ilkka: Luonnonvalon vaikutukset hyvinvointiimme. Turku 1995.

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

Laadukas kouluvalaistus tutkimuksien valossa

- Lukeminen on helpompaa ja nopeampaa.
- Silmien ei tarvitse pinnistellä, jotta näkisi tarkasti, näöntarkkuus on parempi.
- Mahdollinen päänsärky ja silmien väsyminen vähenevät.
- Valaistus on piristävää.
- Häiritsevä käyttäytyminen on vähäisempää.
- Kiiltoheijastuminen on vähäisempää (paperi, näyttöpäätte), häikäistyminen vähenee.
- Värit näkyvät aitoina, kirkkaina ja kauniina.
- Viihtyvyyden ja keskittymiskyky paranevat.
- Koululaisten yöuni on parempilaatuista ja rauhallisempaa, aamulla ja päivällä ollaan virkeämpiä.
- **Tavoite:** opitaan enemmän lyhyemmässä ajassa, paremmat kouluarvosanat, kansakuntamme henkiset voimavarat kasvavat.

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

Kuva sivulla 1 on Helsinki Business Collegen tietokoneluokasta. Päivänvalovalaitukseen ollaan erittäin tyytyväisiä.

Kuvat sivuilla 3 ja 10: Fagerhult Oy.

Lisätietoja:

AD-Lux Oy, Brahenkatu 12
20100 TURKU, (02) 517 0300

ilkka.pekanheimo@adlux.fi www.adlux.fi

Koska AD-Lux ei voi myydä kaikkia maailman lamppumerkkejä, myymme parhaita!