

3 KIRJALLISUUSSELVITYS

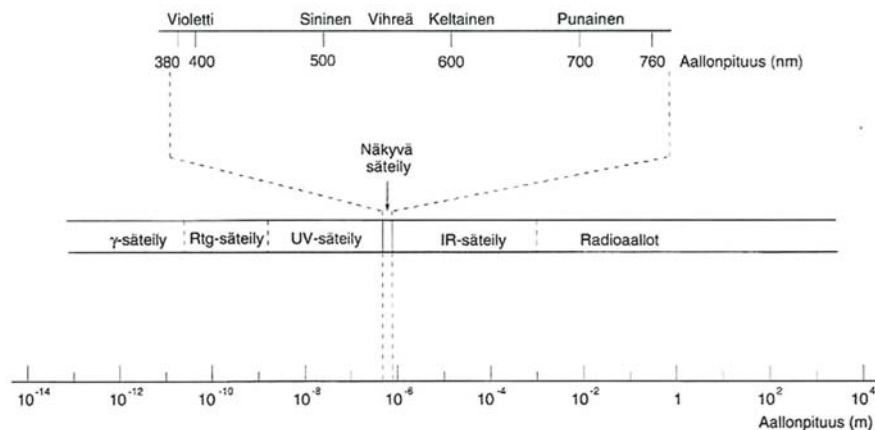
3.1 VALO JA NÄKEMINEN

Kirjallisuusselvityksen tavoitteena on löytää perusteita asemaympäristöjen esteettömän valaistuksen suunnittelulle. Esteetön valaistus tarkoittaa valaistusta, jossa valon laatu ja määrä sekä valaisimien sijoittelu tukevat kaikkien ihmisten omatoimista selviytymistä. Ihmisen näkökyky vaihtelee valaistusolosuhteiden mukaan silmän anatomiasta johtuen. Eri ihmisten näkökyky vaihtelee myös iästä ja näköaistin puutteista johtuen. Kirjallisuuskatsauksen aluksi selvitetään valaistukseen ja näkemiseen liittyviä käsitteitä, kuten mitä valo on, miten näköaisti toimii, miten väri- ja valoisuuskontrastit vaikuttavat näkemiseen sekä miten ikääntyminen ja silmäsairaudet vaikuttavat näkökykyyn. Lisäksi suomalaisesta valaistusalan lähdekirjallisuudesta on selvitetty nykyisin noudatettavia suunnittelusuosituksia sekä millainen valaistus olisi ihanteellinen, jotta ikääntyvä tai näkövammaisen pystyisi liikkumaan julkisessa ympäristössä myös pimeään vuorokaudenaikaan.

MITÄ VALO ON?

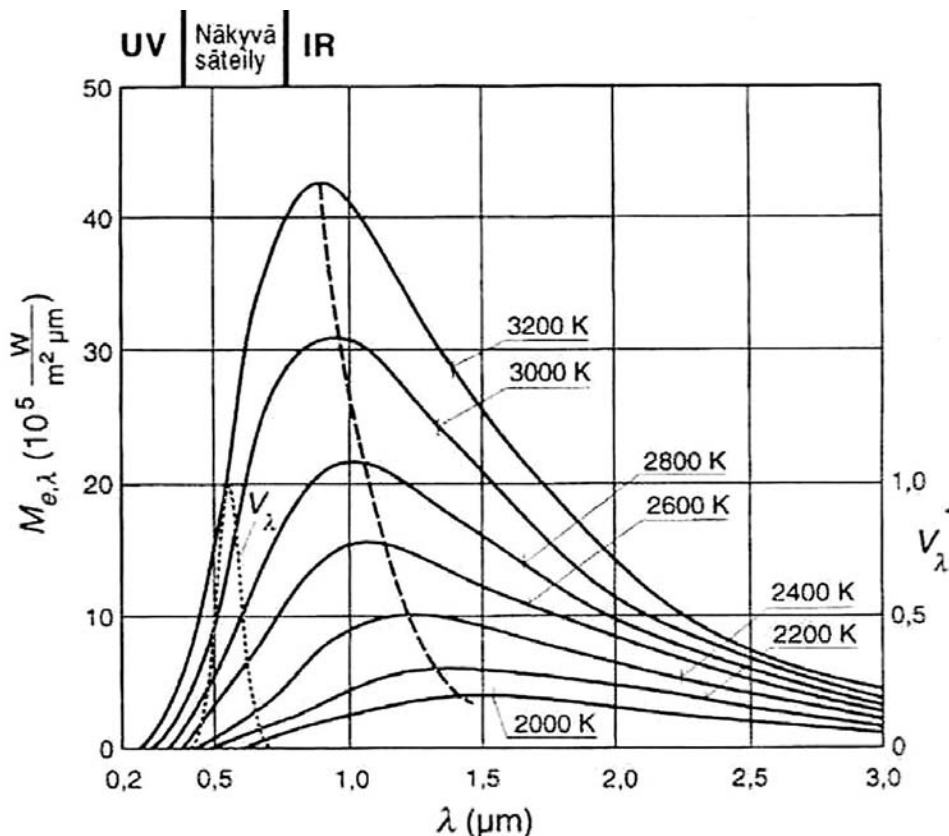
Valo on sekä aistittua valoa että näkyvää säteilyä. Arkikielessä valolla tarkoitetaan visuaalisesti aistittua valoelämystä, johon vaikuttavat sekä säteilyteho, että näköjärjestelmän vastaanottokyky. Näkyvää valoa kuvataan sekä fysiikan sähkömagneettisella aaltoliiketeorialla, että termisenä säteilynä Planckin kvanttiteorian avulla. Valon heijastuminen tarkasteltavasta pinnasta tekee pinnasta näkyvän ja värillisen.

Fysiikassa valon siirtymistä väliaineessa kuvaavan aaltoteorian mukaan näkyvä valo on sähkömagneettista säteilyä aallonpituuksilla 400-780 nm ($1 \text{ nm} = 10^{-9}$), joka jakautuu kuuteen rajoiltaan sekoittuvaan perusväriin; violetti, sininen, vihreä, keltainen, oranssi, punainen. Ihmissilmä on herkkä vain näille aallonpituuksille. Valoalueen molemmiin puolin sijaitsevat lyhyiden aaltojen puolella ultraviolettisäteily (100-400 nm) ja pitkien aaltojen puolella infrapunasäteily (780- 10^6 nm), joka aistitaan lämpönä. (Halonen & Lehtovaara 1992, 25 – 29; Suomen sähköurakoitsijaliitto ry, Suomen Valoteknillinen Seura ry 1996, 13).



Kuva 1. Sähkömagneettisen säteilyn spektri ja sen näkyvä osa (Suomen sähköurakoitsijaliitto ry, Suomen Valoteknillinen Seura ry 1996, 13.)

Sähkömagneettinen aaltoliiketeoria ei kuvaa kaikkea valonsäteilyn tuottamista. Kun valoa tuotetaan muuntamalla toisia energiamuotoja, kuten lämpöä, sähköä tai ultraviolettisäteilyä suoraan valoksi, ilmiötä kuvataan Planckin kvanttiteorian avulla. Valonlähteiden ja valoa vastaanottavien materiaalien valontuotto tapahtuu yleensä termisenä säteilynä, eli lämpöliikesäteilynä tai luminesenssisäteilynä. Termisen säteilijän lähettämän näkyvän valon voimakkuus on verrannollinen säteilijän lämpötilaan. Termisen säteilyn yhteydessä käytetään käsitettä Planckin säteilyn lähde. Musta kappale eli Planckin säteilyn lähde absorboi kaiken siihen tulevan säteilyn tämän aallonpituudesta ja polarisoitumisesta riippumatta ja säteilee lämpötilastaan riippuen. Lämpöä tai heijastusta ei tapahdu. Koska absorptio on täydellistä, on myös säteily täydellistä. Planckin säteilyn lähteen säteilemä teho kaikilla aallonpituuksilla ja sen säteilemä kokonaisteho on suurempi kuin millään muulla termisellä säteilijällä, jonka pinta-ala ja lämpötila ovat samat. Planckin teorian mukaan emittoituva (lähtevä, säteilevä) energia muodostuu tietyin suuruisista paketeista, joita kutsutaan kvanteiksi (=kvanttiteoria). Tämän mukaan valo syntyy alkeisprosesseissa tiettyjen hiukkasluonteisten alkeismäärien, energiakvanttien eli fotonien kerrannaisina. Säteilylähteen lämpötilan kasvaessa säteilykäyrän huippu siirtyy lyhyemmille aallonpituuksille (siniseen ja violettiin päin) ja säteily lisääntyy huomattavasti. Esimerkiksi hehkulampun säteily tuotetaan kuumentamalla hehkulanka riittävän korkeaan lämpötilaan langan läpi kulkevalla sähkövirralla. Luminesenssisäteily on näkyvää valoa, joka ei ole suoraan sidottu säteilijän lämpötilaan. Neonkilvet, loistelamput, purkauslamput, elektroluminesenssipaneelit, valoa lähettävät diodit eli LEDit ja laserit kuuluvat tähän ryhmään. (Halonen & Lehtovaara 1992, 47-50; Suomen sähköurakoitsijaliitto ry, Suomen Valoteknillinen Seura ry 1996, 15, 46).



Kuva 2. Mustan kappaleen säteilyeksistanssi

Tietyt aallonpituudet heijastuvat värillisestä pinnasta voimakkaammin kuin toiset ja kohdetta kutsutaan sen väriseksi mitä aallonpituuksia se voimakkaimmin heijastaa. Havaittu väri muodostuu sekä kohteen heijastusominaisuuksista että kohdetta valaisevan valonlähteen spektristä. Valkoiselta, mustalta ja harmaalta pinnalta heijastunut valo ei muutu koostumuksestaan. Esimerkiksi punainen väripinta ei heijasta takaisin lyhytaaltoista, spektrin sinisen pään säteilyä, mutta heijastaa takaisin pääosan spektrin punaisen alueen säteilystä. Valaistessa punaista maalipintaa valolla, josta punaiset aallonpituudet puuttuvat emme tunnista väripintaa punaiseksi. Väripinta menettää väriään ja tummuu pinnan luminanssin laskiessa. (Verhe 1996, 39.)

MITEN NÄKÖAISTI TOIMII?

Jotta osaisimme valaista kohteet näkemisen kannalta parhaalla mahdollisella tavalla, on tiedettävä miten näköaisti toimii eri valaistusolosuhteissa. Näköelin muodostuu silmästä, näköhermosta ja tietyistä aivojen osista. Näkeminen ei ole mahdollista ilman valoa, joten valaistuksen on oltava mahdollisimman hyvin silmän toimintoja tukevaa. Ihminen ei havaitse sähkömagneettista säteilyä, vaan sauva- ja tappisolut aistivat näkökentässä olevasta kohteesta tulevat valonsäteet. Sauvasolut toimivat hämärässä ja tappisolut valoisassa.

Näkemisen osatoimintoja ovat näkökenttä, värinäkö, kontrastiherkkyys ja kontrastinäkö, sopeutuminen eli adaptoituminen, mukautuminen eli akkomodoituminen, yhteisnäkö ja syvyyksinäkö, silmien liikkeet, johtavan silmän toiminta ja keskeinen näöntarkkuus eli kyky erottaa lähellä toisiaan olevat yksityiskohdat erillisinä (detaljinäkö).

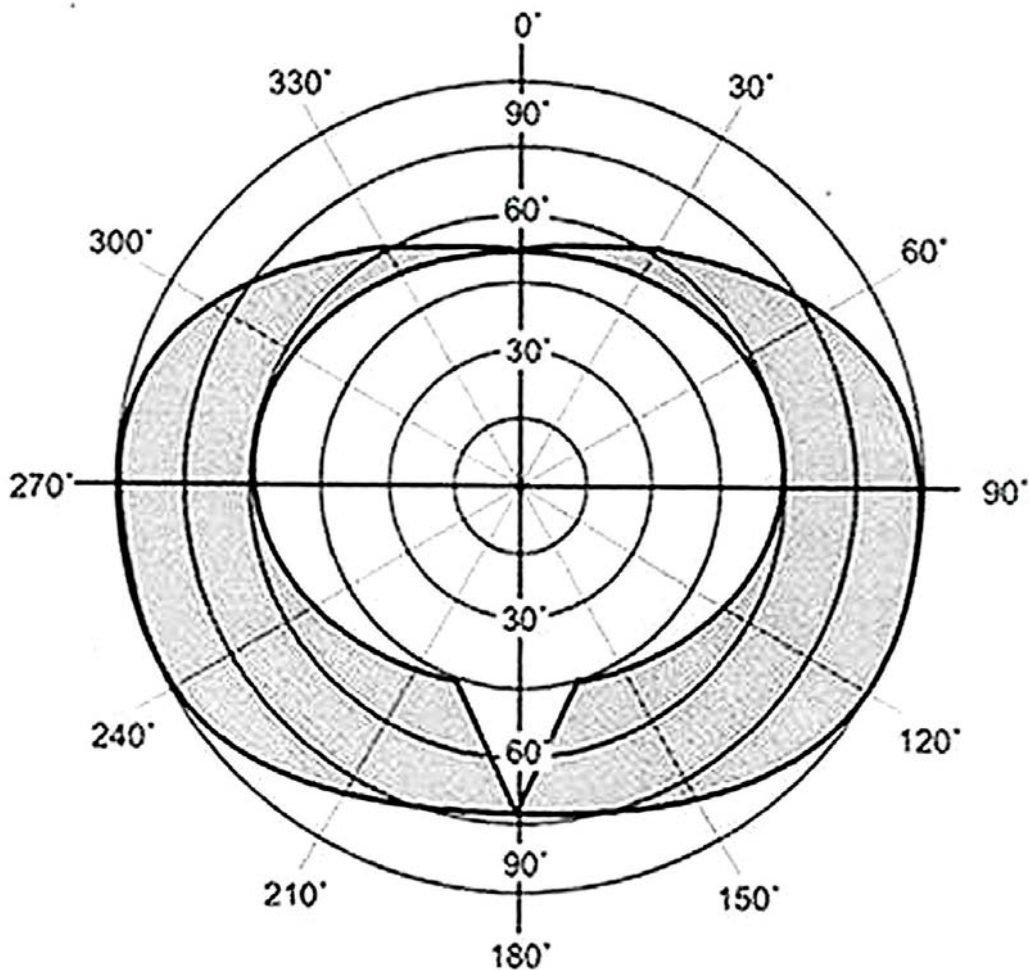
Näkökentässä olevasta kohteesta tulevat valonsäteet taittuvat silmän optisten osien läpi silmän takaosassa olevalle verkkokalvolle. Sarveiskalvon ja mykiön taittamat valonsäteet kulkevat verkkokalvon solukerrosten läpi valoa aistiviin tappi- ja sauvasoluihin, jotka sisältävät valoa absorboivaa näköpigmenttiä. Sauvasolut toimivat hämärässä (skotooppinen näkö) ja tappisolut valoisassa (fotooppinen näkö).

Valon aallonpituuksien absorptioherkkyyden mukaan tappisolut jakautuvat sini-, viher- ja punaherkkiin soluihin. Väriaistimuksesta vastaavat noin 7 miljoonaa tappisolua sijaitsevat pääosin silmän akselilla sijaitsevan verkkokalvon herkkimmän osan, keltatäplän, alueella. Keltatäplän keskialueella on silmän tarkan näön keskus verkkokalvon keskikuopassa (fovea) ja siellä on lähes yksinomaan tappisoluja. Kolme eri tappisolutyyppeä jakautuvat tasaisesti verkkokalvolle lukuun ottamatta foveaa, jossa lyhyen aallonpituuden (violetti, sininen) tappisoluja on harvassa tai ei ollenkaan. Sauvasoluja on noin 123 miljoonaa ja niiden määrä suhteessa tappisoluihin kasvaa etäännyttäessä keltatäplästä. Valo- ja värierot muuttuvat verkkokalvolla hermoimpulsseiksi, jotka siirtyvät näköhermoa pitkin aivojen näkökeskukseen. (Halonon & Lehtovaara 1992, 85,88,98.)

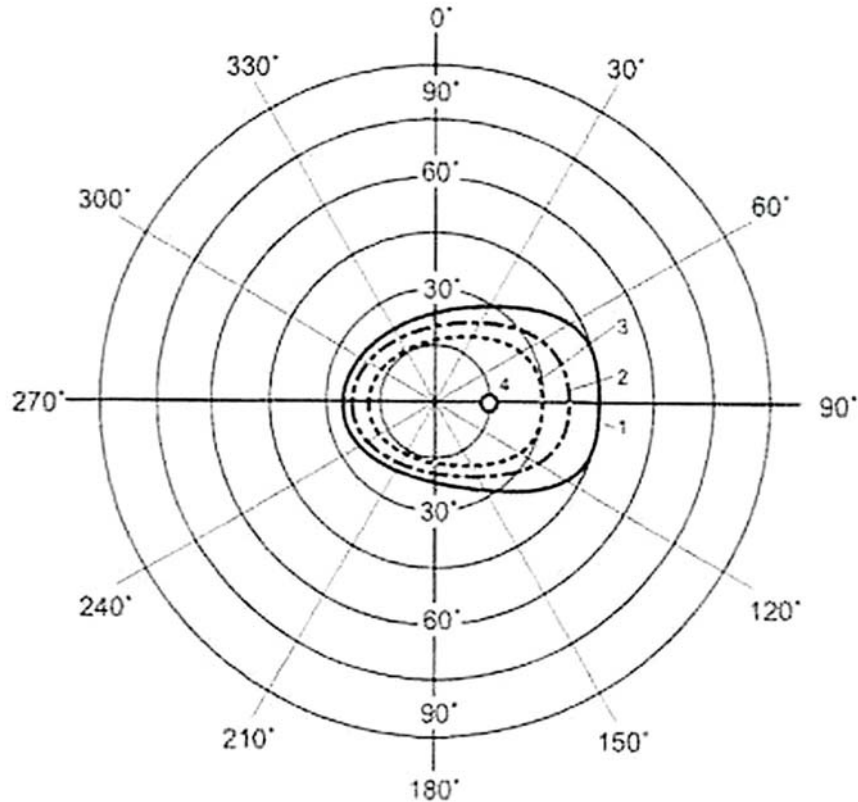
Näkökenttä

Näkökentän laajuus vaikuttaa näöntarkkuuteen ja liikkeiden havaitsemiseen. Värit nähdään vain näkökentän keskiosilla. Näkökentän laiteosilla havaitaan liikkeitä. Tarkka näkeminen ei ole mahdollista hämärässä, koska silmän tarkan näön keskuksessa ei ole lainkaan sauvasoluja.

Näkökentän laajuus vaakatasossa on molemmilla silmillä yhtä aikaa katsottaessa noin 190° . Vaakatason alapuolelle näkökenttä ulottuu $70\text{--}80^\circ$ ja yläpuolelle $50\text{--}60^\circ$. Värien näkemisen osalta laajimmalle (40°) ulottuu keltaisen ja sinisen värin näkökenttä. Tarkat kuvat syntyvät näkökentän keskialueella sijaitsevassa keltatäplässä etenkin verkkokalvon keskikuopan keskuksessa. Tarkka kokonaiskuva ympäristöstä syntyy kohdistamalla silmä useisiin pisteisiin kohteessa silmiä liikuttamalla ja päätä kääntelemällä. Näkökentän äärialue on tärkeä liikkumisessa ja käytännön toiminna. Erilaiset silmäsairaudet ja rappeumat voivat aiheuttaa näkökentän puutoksia. Näkökentän laidan puutoksista menetetään liikkumisnäköä. Lukunäkö kärsii, jos näkökenttämuutokset ovat kentän keskiosassa. (Halonen & Lehtovaara 1992, 94,95; Suomen sähköurakoitsijaliitto ry, Suomen Valoteknillinen Seura ry 1996, 57,58.)



Kuva 3. Näkökenttä molemmilla silmillä yhtä aikaa katsottaessa. Valkoinen keskialue esittää kummallakin silmällä yhteisesti nähtävää aluetta. Oikeanpuoleinen tummennettu alue nähdään yksin oikealla silmällä ja vasemmanpuoleinen tummennettu alue yksin vasemmalla silmällä. (Suo-



Kuva 4. Oikea silmän näkökenttä värien näkemisen osalta. 1 keltaisen ja sinisen raja, 2 punaisen raja, 3 vihreän raja, 4 sokea täplä. (Suomen sähköurakoitsijaliitto ry, Suomen valoteknillinen Seura ry 1996, 57.)

Spektriherkkyys

Ulkotiloissa jalankulkualueiden valotasot ovat usein matalia, jolloin silmä on herkempi sinisemmälle spektrille tai aistii vain valoisuuseroja. Voimakkaassa valaistuksessa näkeminen tapahtuu pääosin tappisolujen avulla, jolloin syntyy sekä valoisuus-, että väriaistimuksia. Päivänäkemisessä silmä on herkin kellanvihreälle valolle, heikossa valaistuksessa silmä herkistyy siniselle valolle. Hämärässä silmä ei aisti värejä vaan pelkkiä valoisuuseroja.

Väriaistimuksista vastaavat sini- (absorbtiokuippu 447 nm), viher- (540 nm) ja punaherkkiin (577 nm) valon aallonpituuksien absorbtioherkkyiden mukaan jakaantuvat tappisolut. Väriaistimus syntyy eri tyyppisten tappien erilaisesta ärsytyksestä. Valkoisen värin aistimus syntyy eri tyyppisten tappien yhtäaikaisesta tietynasteisesta ärsytyksestä. Tappinäkemisessä normaalisti toimiva ihmissilmä muodostaa valoisuusaistimuksen, jota ilmaistaan sanoilla kirkas, valoisa, vaalea ja tumma silmän spektriherkkyiden vaihtelun mukaisesti. Valoisuusaistimuksen voimakkuus riippuu valon aallonpituudesta silmän spektriherkkyiden (kuva 5, $V(\lambda)$ -käyrä) mukaan. Tappinäkemisessä (päivänäkemisessä) silmä on herkin kellanvihreälle valolle, jonka aallonpituus on 555 nm. Heikossa valaistuksessa silmän herkkyysmekanismi siirtyy lyhyempiin aallonpituuksiin, sinisempään päin, ja hyvin heikossa valaistuksessa näkeminen tapahtuu ainoastaan sauvasolujen avulla (hämäränäkeminen), jolloin herkkyysmaksimi on aallonpituudella 507 nm (kuva 5, $V'(\lambda)$ -käyrä). (Halonen & Lehtovaara 1992, 96; Suomen sähköurakoitsijaliitto ry, Suomen Valoteknillinen Seura ry 1996, 17, 58).

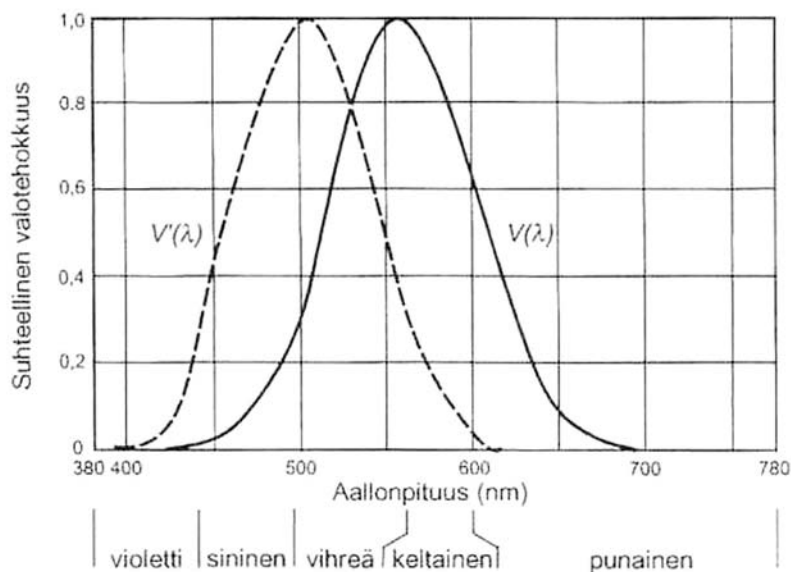
Valaistustason laskiessa silmä herkistyy siniselle valolle samalla kun herkkyys punaiselle valolle pienenee (ns. Purkinjen ilmiö). Skotooppisen (hämäränä-) ja fotooppisen (päivä-) näkemisen erilaisten spektriherkkyysien takia värillisten kohteiden aistittu valoisuusvaikutelma saattaa muuttua. Sinivihreät kohteet, jotka vaikuttavat päivällä tummemmilta kuin kellanvihreät kohteet, voivat vaikuttaa hämärässä valoisammilta. Valaistustason laskiessa värien kylläisyys vähenee. Näkökentän laitaosat eivät aisti värejä voimakkaassakaan valaistuksessa. Silmän väriherkkyys vaihtelee ihmisillä. Puna -vihersokeilla on vaikeuksia punaisen ja vihreän erottamisessa. Valotekniikan suureet ja yksiköt perustuvat yleensä tappinäkemiseen, ellei erikseen ole toisin mainittu. (Halonen & Lehtovaara 1992, 96, 97).

Siirryttäessä tappinäkemisestä pitemmälle sauvanäkemisen alueelle, värit menettävät kyläisyyttään. Silmä ei aisti hämärässä lainkaan värejä, vaan se välittää pelkkiä valoisuusstimuksia. Aistimuksen suuruus riippuu valon aallonpituudesta $V(\lambda)$ -käyrän mukaan. Näkökentän laitaosat eivät aisti värejä ollenkaan voimakkaassakaan valaistuksessa. Kuvassa 4 näkyvän värien näkemisen rajan ja näkökentän rajan (kuva 3) väliselle alueelle lankeava valo näyttää väriltömältä. (Suomen sähköurakoitsijaliitto ry, Suomen Valoteknillinen Seura ry 1996, 58,59).

Luminanssikynnys

Nopeasti katsottaessa ihminen havaitsee vain suuren luminanssin omaavan pienen kohteen.

Luminanssi (cd/m^2) on valoa lähettävän kappaleen pintakirkkauden tunnus. Pienintä havaittavissa olevaa luminanssia kutsutaan luminanssikynnykseksi. Pitkään katsottuna voidaan laaja kohde nähdä vielä kun sen luminanssi on $10^{-6} \text{ cd}/\text{m}^2$. Luminanssikynnys on sitä suurempi mitä pienempi ja mitä nopeammin havaittava yksityiskohta on. (Suomen sähköurakoitsijaliitto ry, Suomen Valoteknillinen Seura ry 1996, 59).



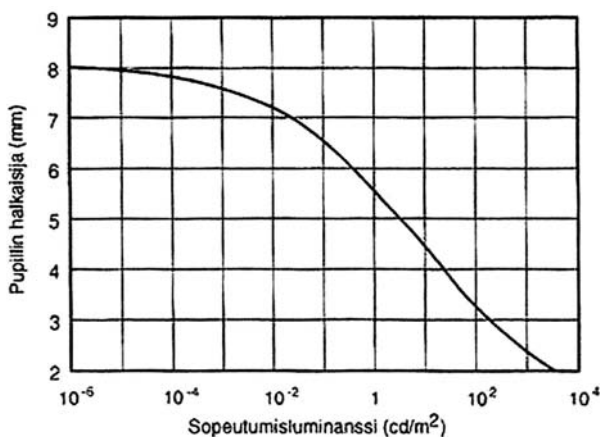
Kuva 5. Silmän spektriherkkyys (monokromaattisen säteilyn suhteellinen valotehokkuus) aallonpituuden funktiona. $V(\lambda)$ -käyrä päivänäkemisessä ja $V'(\lambda)$ -käyrä hämäränäkemisessä. (Suomen sähköurakoitsijaliitto ry, Suomen Valoteknillinen Seura ry 1996, 58.)

Sopeutuminen (adaptoituminen)

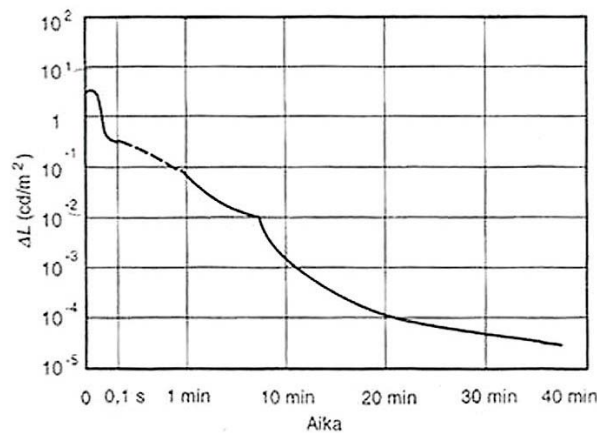
Ulkoilasta sisätilaan ja päinvastoin siirryttäessä silmä joutuu sopeutumaan valaistustason muutoksiin. Silmän sopeutumiskykyyn vaikuttavat mm. ikä ja tilojen valaistusvoimakkuudet .

Silmä sopeutuu hyvin erilaisiin näkökentän luminansseihin. Pupilli supistuu ja laajenee valaistuksen mukaan. Voimakkaassa valaistuksessa ja vaaleassa ympäristössä pupilli on pieni ja heikossa, häikäisemättömässä valaistuksessa suuri. Pupillin koon muuttuminen säätää silmään pääsevää valon määrää. (Kuva 6.) Nuorilla pupillin koko on valoisassa 2 mm avautuen heikossa valaistuksessa 8 mm:n. Ikääntyessä pupillin koko pienentyy. Verkkokalvo säätää itse valoherkkyttä. Sopeutumistasolla (=luminanssiarvo) tarkoitetaan sitä tilaa, johon silmä joutuu näkökentässä vallitsevan keskimääräisen luminanssin vaikutuksesta. Silmä sopeutuu noin 10^{-6} cd/m² luminanssitasosta yli 10^5 (10.000) cd/m² luminanssitasoon. Pelkän sauvanäkemisen alue on välillä 10^{-6} - 10^{-2} cd/m² , sauva- ja tappinäkemisen yhteinen alue on välillä 10^{-2} – 10 cd/m². Yli 10 cd/m² luminanssitaso on pelkän tappinäkemisen aluetta, jonka yläraja on silmän häikäisykestossa noin $10\ 000$ cd/m². Silmä sopeutuu kaikkiin luonnossa esiintyviin valaistustilanteisiin auringonpaisteesta ($100\ 000$ luksia), kuunvaloon (muutama kymmenesosa luksia).

Silmän sopeutuminen erilaisiin luminanssitasoihin riippuu sopeutumisen aloitustasosta, päättymistasosta ja verkkokalvon toimivuusosasta. Valoisasta hämärään sopeutuminen (hämmäradaptoituminen) on kaksivaiheinen (Kuva 7). Aluksi herkkyys lisääntyy nopeasti noin satakertaiseksi tappisolujen sopeutuessa pimeään. Sauvasolut sopeutuvat tämän jälkeen 20-30 minuutissa, jolloin herkkyys lisääntyy 1000 - $10\ 000$ -kertaiseksi. Sopeutuminen hämärästä valoisaan (valoadaptoituminen) tapahtuu nopeammin. Ensimmäinen vaihe tapahtuu sekunnin kymmenesosassa ja tätä seuraava hitaampi fotoherkkyuden muutos noin minuutissa. Näöntarkkuus paranee pupillin pienentyessä. Valon määrän lisäämisen tiedetään pienentävän pupillia. (Halonen & Lehtovaara 1992, 101; Suomen sähköurakoitsijaliitto ry, Suomen Valoteknillinen Seura ry 1996, 60.)



Kuva 6. Pupillin halkaisijan ja näkökentän luminanssin välinen riippuvuus. (Suomen sähköurakoitsijaliitto ry, Suomen Valoteknillinen Seura ry 1996, 60.)



Kuva 7. Hämärään sopeutumisajan ilmeneminen havaittavissa olevan luminanssieron avulla, kun luminanssi 100 cd/m² on hetkellä $t=0$ pienentynyt nolnaan. (Suomen sähköurakoitsijaliitto ry, Suomen Valoteknillinen Seura ry 1996, 60.)

Mukautuminen (akkommodoituminen)

Hyvässä valaistuksessa lukiessa näköhavainto tehdään muutamassa sadasosasekunnissa, koska voimakkaassa valossa pupilli on koko ajan pieni, eikä silmän tarvitse mukautua juuri ollenkaan. Hämärässä lukiessa havainnon tekemiseen kuluva aika voi olla kaksin- tai kolminkertainen.

Silmä tarkentaa eri etäisyyksillä sijaitsevista yksityiskohdista syntyvän kuvan verkkokalvolle. Silmä mukautuu kaukokatselusta lähikatseluun ja päinvastoin noin 0,7 sekunnissa. Silmän mukautuminen eri etäisyyksille katseluun perustuu silmän taittovoiman muuttamiseen. Mukautuessaan silmän sädelihakset muuttavat silmälinssin kuperuutta ja samalla sen taittovoimaa sen mukaan, millä etäisyydellä silmästä tarkasteltavat yksityiskohdat ovat. Silmän optiikka taittaa valonsäteet terävinä verkkokalvolle. Valo taittuu pääasiassa sarveiskalvon etupinnalla ja mykiössä. Sarveiskalvon taittovoima on noin 43 dioptriaa (43 d) ja mykiön 19 d. Etäisimmän (kaukopiste) ja lähimmän (lähipiste) silmän tarkasti näkemän kohteen ero (mukauttamistaajuus) ilmaistaan mykiön taittovoiman yksikkönä (d). Nuoren henkilön silmä mukauttaa mykiön taittovoimaa noin 10 d:llä. Ikääntyessä mykiön mukauttamiskyky heikkenee, jolloin lähipiste siirtyy kauemmaksi silmästä. Heikossa valossa kaukopiste siirtyy lähemmäksi ja lähipiste etäännyy silmästä ja samalla mukautumisnopeus ja mukautumistarkkuus pienenevät. (Halonen & Lehtovaara 1992, 102, 103; Suomen sähköurakoitsijaliitto ry, Suomen Valoteknillinen Seura ry 1996, 61.)

Syvyysnäkeminen

Etäisyyksiä ja etäisyyseroja arvioidaan katselemalla kohdetta molemmilla silmillä (stereonäkö). Tarkasteltavien esineiden koko, valoisuus, ääriiviivojen terävyys ja varjot auttavat etäisyyksien arvioinnissa. Huono valaistus saattaa johtaa virhearviointeihin.

Tehokkaimmillaan stereonäkö on alle 20 m:n lähietäisyyksillä. 1m:n etäisyydellä silmästä on mahdollista erottaa korkeintaan 0,4 mm:n syvyysero ja 10 m:n etäisyydeltä korkeintaan 4 cm:n syvyysero. Yli 1,3 km:n etäisyydeltä syvyyserojen havaitseminen ei ole enää mahdollista. (Suomen sähköurakoitsijaliitto ry, Suomen Valoteknillinen Seura ry 1996, 61.)

Välkyntä ja yhteensulautuminen

Silmä aistii luminanssin tai värin vaihtelun pienellä taajuudella välkyntänä.

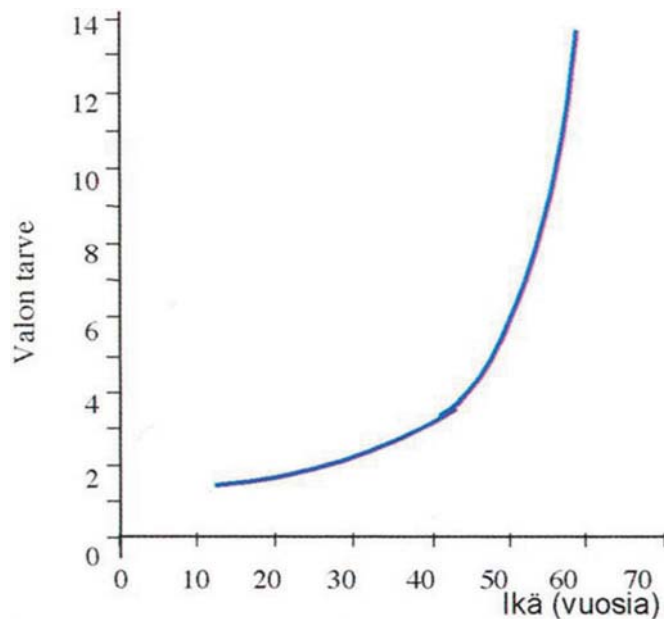
Ärsykkeen muuttumistaajuuden kasvaessa suureksi välkyntä häviää ja peräkkäin verkkokalvolle lankeavat kuvat sulautuvat yhteen. Yhteensulautumistaajuus riippuu pinnan luminanssista. Sauvanäkemisen alueella alhaisella sopeutumistasolla hämärässä yhteensulautumistaajuus on alle 10 Hz. Valoisassa (luminanssi laajalla alueella 1000 cd/m²) tai jos sykkivä valokenttä on suuri yhteensulautumistaajuus on lähellä raja-arvoa 45-60 Hz.

Ikääntyminen ja silmäsairaudet lisäävät valontarvetta

Ikääntyessä mykiö vanhenee, jolloin silmän taittovoima muuttuu. Näkökentän lähipiste siirtyy kauemmaksi, mukautuminen hidastuu ja verkkokalvon valaistusvoimakkuus pienenee mykiön samentumisen johdosta. Silmäsairauksissa näkötoiminnot voivat vaurioitua ja valontarpeen muutokset vaihtelevat eri sairauksilla ja eri yksilöillä.

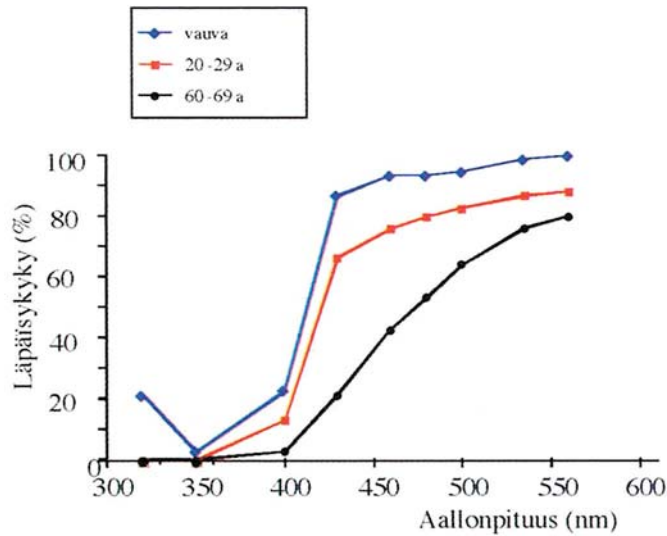
Mykiön vanhetessa sen taittovoima muuttuu, mykiö samentuu, mukautuminen hidastuu ja verkkokalvon valaistusvoimakkuus pienenee. Mykiön samentuminen aiheuttaa verkkokalvolle harsoluminanssia (harsoluminanssi = valon taittuminen mykiön sisällä aiheuttaen häikäisyä) mikä heikentää kontrastien erottamiskykyä. Mykiön kellastumisen johdosta violetin ja sinisten värien erotuskyky heikkenee.

Verkkokalvon valaistusvoimakkuus on 60-vuotiaalla noin kolmasosa 20-vuotiaan vastaavasta arvosta. Valaistusvoimakkuuden kasvaessa vanhojen ja nuorten välinen ero valontarpeessa pienenee. Esimerkiksi 1000 luksin valaistusvoimakkuudella ikääntynyt tarvitsee noin 20% enemmän valoa kuin 20-vuotias suoriutuakseen näkötehtävistä yhtä hyvin. (Halonen & Lehtovaara 1992, 109; Suomen sähköurakoitsijaliitto ry, Suomen Valoteknillinen Seura ry 1996, 64).



Kuva 8. Painojäljeltään hyvänlaatuisen kirjan lukemiseen tarvittavan suhteellinen valontarve ikään suhteutettuna. (Juslen, 2002, 34. Valo 2/2002, 34.)

Ikääntyessä silmän läpäisykyky valon kaikilla aallonpituuksilla pienenee, ja lyhyiden aallonpituuksien läpäisykyky alenee huomattavasti mykiön kellastumisen johdosta. Valon lyhyiden aallonpituuksien absorboitumisen seurauksena violetin ja sinisten värien erotuskyky heikkenee. Pitkäaaltoinen säteily saavuttaa verkkokalvon suunnilleen yhtä hyvin vanhoilla kuin nuorillakin. Vanhemmiten ei ympäristöä nähdä yhtä värikkäänä violetin ja sinisten värien osalta kuin nuorena. (Halonen & Lehtovaara 1992, 109; Suomen sähköurakoitsijaliitto ry, Suomen Valoteknillinen Seura ry 1996, 64).



Kuva 9. Silmän linssin läpäisykyky eri ikäluokissa. Arvot on esitetty prosentteina 560 nm läpäisy-
kyvystä vastasyntyneellä. (Juslen, 2002, 34. Valo 2/2002, 34.)

Verkkokalvolle muodostuvan kuvan laatu heikkenee ikääntymisen myötä. Verkkokalvon kontrastien heikkenemistä saattavat aiheuttaa kuvan epäselvyys sarveiskalvon ja mykiön taitto-ominaisuuksien muuttuessa, tai valon hajonta silmässä. Valon hajonnan vuoksi silmä altistuu estohäikäisyydelle, jota edesauttavat mm. näkökentässä olevat kirkkaat valonlähteet. Valon hajonta lisääntyy ilmeisesti mykiön lisääntyvän samentumisen takia minkä seurauksena verkkokalvolle syntyvä, kontrasteja heikentävä harsoluminanssi kasvaa. Vanhoilla henkilöillä estohäikäisyä aiheuttava harsoluminanssi voi kolminkertaistua nuoriin verrattaessa. Näkemistä voidaan helpottaa näkökohteiden kontrasteja parantamalla. Iän myötä lisääntyy myös mykiön fluoresenssi vihreässä valossa UV- ja lyhytaaltoisen säteilyn vaikutuksesta lisäten häikäisyalttiutta. Hiussuoniston osittainen hidas sulkeutuminen aiheuttaa muutoksia verkkokalvolla, jolloin näkö tietoja välittävien solujen määrä pienenee. Tarkan näön alueen rakenne saattaa myös muuttua heikentäen näöntarkkuutta. Ikääntyessä erityisesti hämärään sopeutuminen hidastuu. Vanhemmiten silmä ei siedä yhtä suuria ja nopeita luminanssivaihteluja näkökentässä kuin nuorena. Näön heikkeneminen aiheuttaa tasapaino- suunnistautumis- ja liikkumisvaikeuksia. (Halonen & Lehtovaara 1992, 110, 111; Suomen sähköurakoitsijaliitto ry, Suomen Valoteknillinen Seura ry 1996, 64; Verhe 1996, 20).

Yleisimpiä näkövammaisuutta aiheuttavia sairauksia ovat 1) silmänpohjan tarkan näön rappeuma, 2) silmänpainetauti, 3) diabetes, 4) perinnöllinen verkkokalvon rappeumasairaus, 5) harmaakaihi sekä 6) näköhermon ja näköratojen viat. Lisäksi erilaiset päänsäryt aiheuttavat hetkellisiä näköpuutoksia.

1) Silmänpohjan tarkan näön rappeumassa (ikärappeuma, makuladegeneraatio) tappisolut tarkan näön keskuksessa verkkokalvon keskellä eivät toimi normaalisti. Keskeinen näöntarkkuus heikkenee ja näkökentässä on keskeinen puutos. Ikärappeuma alkaa noin 60 vuoden iässä ja etenee hitaasti. Ikärappeumaa sairastava näkee näkökentän reuna-alueilla, joten yleensä liikkumisnäkö säilyy. Parhaiten hän näkee sivullaan olevan kohteen tai katsoessaan sen ohi. Valontarve lisääntyy. (Halonen & Lehtovaara 1992, 112; Verhe 1996, 17).

2) Silmänpainetaudissa (glaukooma, ent. viherkaihi) silmänpaine nousee normaalia korkeammalle yleisimmin silmään etukammion keskeltä erittyvän kammionesteeseen ulosvirtauksen heikkenemisen johdosta. Korkea silmänpaine vaurioittaa verkkokalvon hermosäikekerrosta ja näköhermon pään hermosäikeitä aiheuttaen toiminnallisesti epätasaisen näkökentän. Tauti saattaa aiheuttaa hämäränäön heikkenemistä, häikäisyä ja värierotusvirheitä ja esiintyy yleensä vanhuksilla. (Halonen & Lehtovaara 1992, 112).

3) Diabetes aiheuttaa muutoksia mykiöön ja verkkokalvoon. Korkean verensokeritason vuoksi mykiö turpoaa ja siihen voi kehittyä pysyviä samentumia. Silmänpohjan muutoksista seuraa näöntarkkuuden alenemista, värien erottamisen vaikeutta ja häikäistymisherkkyyttä sekä näkökentän rajoittumista. Nuorille voi tulla eriasteisia näkökenttävaurioita, vanhemmalle tullessa taudissa näkökenttäpuutokset ovat tavallisesti keskialueella. Ongelmia on liikkumisessa ja lähityössä. (Halonen & Lehtovaara 1992, 112; Verhe 1996, 17).

4) Perinnöllinen verkkokalvon rappeumasairaus (retinitis pigmentosa) alkaa yleensä jo ennen kouluikää hämäränäön heikkenemisellä. Näkökenttään ilmaantuu puutoksia aluksi keskialueen ympärille kehittyen hitaasti rengasmaiseksi alueeksi, johtaen lopulta putkikenttään, jossa näkökentän reuna-alueet ovat hävinneet. Tällöin liikkuminen on vaikeaa. Koska heikon valaistuksen aistinsolut, sauvasolut, sijaitsevat pääosin verkkokalvon laidoilla, henkilö on useimmiten hämäräsokea. Silmien sopeutuminen valaistustason muutoksiin heikentyy ja häikäistymisalttius kasvaa. Optimaalinen valaistusalue on kapea. (Halonen & Lehtovaara 1992, 112).

5) Harmaakaihissa linssi samenee aineenvaihdunnan häiriöistä johtuen niin, ettei sen läpi näe. Lähes kaikilla yli 65-vuotiailla on mykiön samentumaa. Linssin laitaosien samentumat haittaavat vain hämärässä, keskiosan samentumat vääristävät kuvaa ja lisäävät häikäistymistäipumusta. Linssin ruskettuminen muuttaa värisävyjä. Yleisin harmaakaihi on linssin vanhentumisesta aiheutuva. Kaihi estää valon pääsyn silmään ja lisää häikäistymisherkkyyttä. Jos linssin keskiosa on samentunut, henkilö näkee huonosti kirkkaassa valossa pupillin ollessa pieni ja tällöin tarvitaankin normaalia alhaisempi valaistustaso. (Halonen & Lehtovaara 1992, 112).

6) Näköhermon ja näköratojen vikojen syinä voivat olla synnynnäinen kehityshäiriö, vaikea yleissairaus, perinnöllinen surkastuma, tulehdus tai pään vamma. Ne voivat aiheuttaa näöntarkkuuden heikkenemistä, näkökenttäpuutoksia ja värinäköhäiriöitä. (Verhe 1996, 17).

Lamppujen välkyntä voi aiheuttaa päänsärkyä tai stressiä. Silmille näkyvä värinä aiheuttaa muutoksia aivosähkökäyrään (EEG) muotoon. Värisevä valo voi aiheuttaa epileptisen kohtausten tai migreenikohtausten herkille ihmisille. (Juslen 2002, 36).

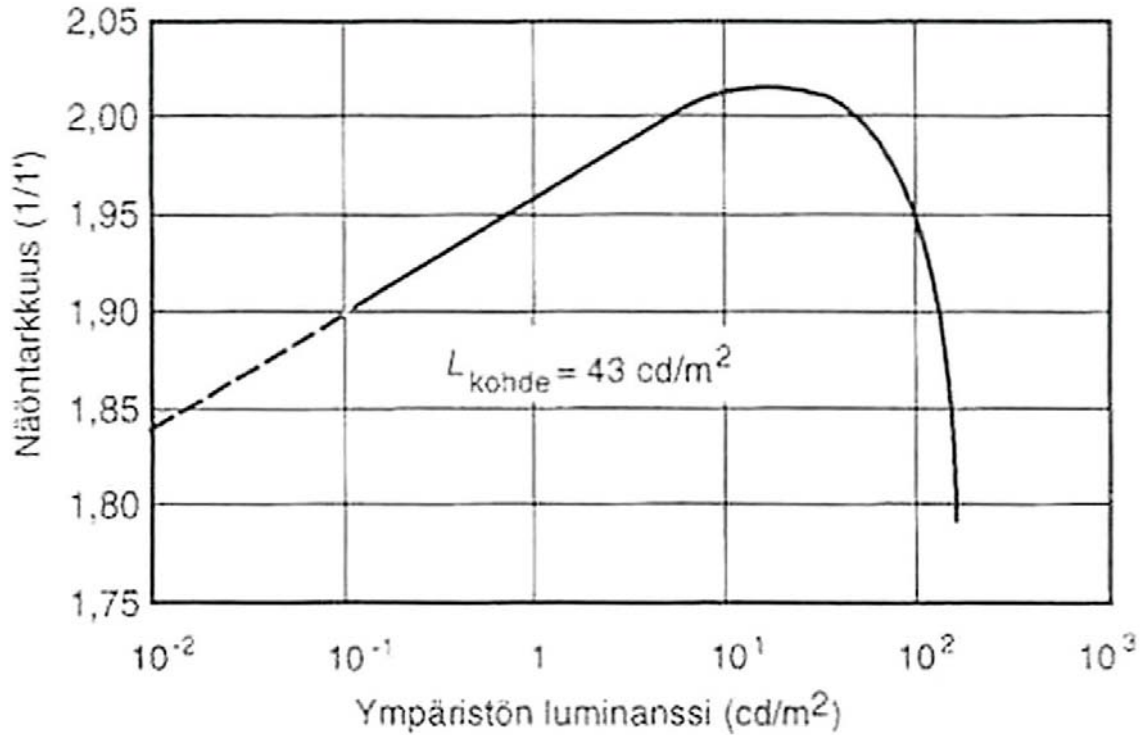
Epilepsia, päänsäryt, erityisesti migreeni ovat valaistuksen kannalta vähän tutkittuja alueita ja onkin syytä tutkia tarkemmin eri valonlähteiden ominaisuuksien vaikutusta päänsäryn syntyyn. Häikäisy ja heijastukset sekä suuret luminanssivaihtelut voivat aiheuttaa migreenikohtausten. Kuulovammaisille riittävän voimakas ja kontrastinen valaistus on huulioluvun onnistumisen vuoksi tärkeä. Erityisesti ihanteellinen varjonmuodostus tukee huulitalukua.

Valon vaikutus näkemiseen

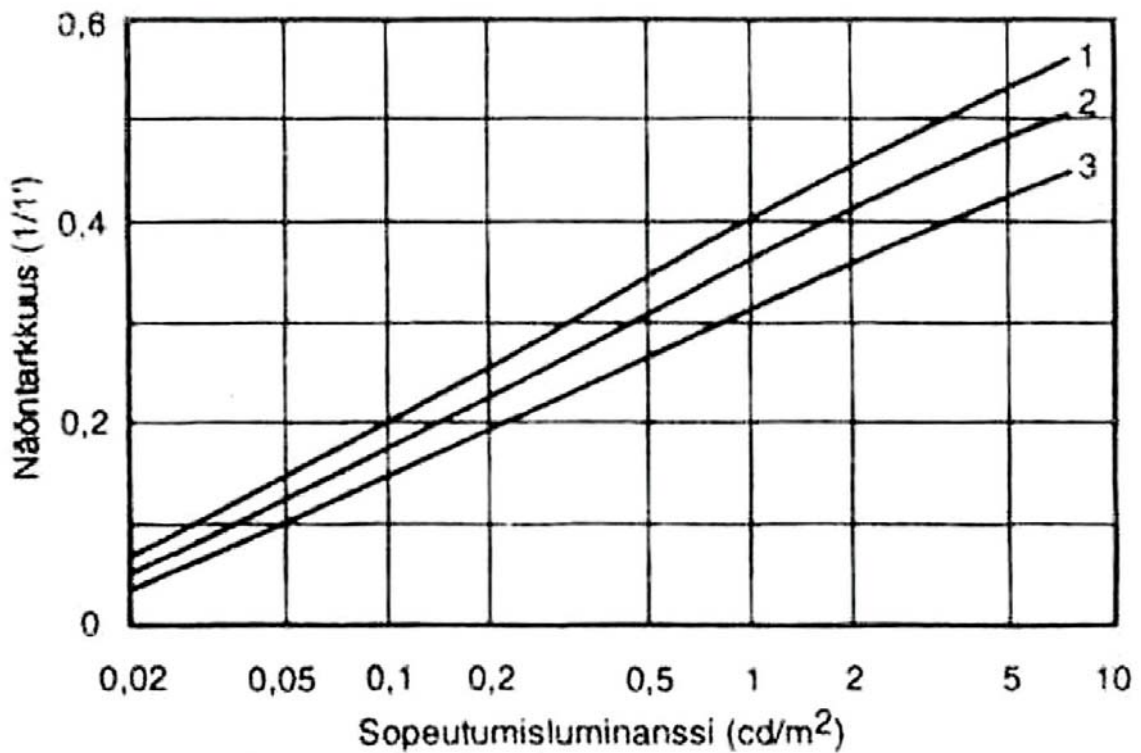
Havainto syntyy, kun yksityiskohdan ja sen taustan välillä on tietty vähimmäisvaloisuus- tai vähimmäisvärikontrasti sekä tietty vähimmäiskoko. Joko yksityiskohdalla tai sen taustalla on oltava tietty vähimmäisluminanssi (luminanssi = kappaleen näkyvän pintakirkkauden tunnus), ja silmän on oltava sopeutunut näkökentän keskimääräiseen luminanssiin. Tarkasteltavan yksityiskohdan on oltava riittävän kauan näkyvissä. Jos kontrastiin ja yksityiskohdian kokoon ei voida vaikuttaa, voidaan havaittavuutta parantaa valaistusta lisäämällä.

Näöntarkkuus tarkoittaa silmän kykyä erottaa lähellä toisiaan olevat yksityiskohdat erillisinä. Näöntarkkuus paranee sopeutumisluminanssiin kasvaessa eli kun siirrytään sauvanäkemisen alueelta tappinäkemisen alueelle valomäärän lisääntyessä. Näöntarkkuus on parhaimmillaan jos luminanssi jakautuu tasaisesti koko näkökentän alueelle. Jos ympäristö on tumma, näöntarkkuus pienenee silmän sopeutumisluminanssin ylittäessä tietyn maksimiarvon.

Näöntarkkuus riippuu ympäristön luminanssitasosta. (Kuva 10.) Erityisesti alhaisilla sopeutumistasoilla pienikin luminanssitason korotus parantaa näöntarkkuutta merkittävästi. Näöntarkkuus on huipussaan noin 100 cd/m² sopeutumistasolla, vähintään 1000 luksin valaistusvoimakkuudessa keskivaaleassa ympäristössä. Luminanssin jakautuminen näkökentässä vaikuttaa näöntarkkuuteen. Tummassa ympäristössä näöntarkkuus pienenee sopeutumisluminanssin ylittäessä tietyn maksimiarvon, joten alhaista ympäristön valaistustasoa ei voida täysin kompensoida kohteen luminanssia lisäämällä. Näöntarkkuus on suurimmillaan tarkan näön keskuksessa ja huononee nopeasti, jos yksityiskohta siirtyy keskeisen näön alueelta sivummalle. Näöntarkkuus on parempi yksitaajuisessa valossa kuin vastaavan värisessä monitaajuisessa valossa, koska yksitaajuisessa valossa ei voi syntyä silmän optisen järjestelmän heikkoudesta johtuvaa väripoikkeamaa. (Kuva 11.) Myös valon spektrikoostumus vaikuttaa näöntarkkuuteen. Suurten esineiden ja pintojen näkeminen perustuu näkötoimintoihin matalilla näöntarkkuuksilla. Näöntarkkuuden heikkenemistä aiheuttavat silmänpohjan keskeinen rappeuma, samentumat sarveiskalvossa, mykiössä tai lasiaisessa tai häiriöt näköhermon tai aivojen toiminnassa. (Halonen & Lehtovaara 1992, 94,95; Suomen sähköurakoitsijaliitto ry, Suomen Valoteknillinen Seura ry 1996, 65-67).



Kuva 10. Näöntarkkuuden riippuvuus ympäristön luminanssista kohteen luminanssin pysyessä samana. (Suomen sähköurakoitsijaliitto ry, Suomen Valoteknillinen Seura ry 1996, 58.)



Kuva 11. Suomen sähköurakoitsijaliitto ry, Suomen Valoteknillinen Seura ry 1996 - julkaisussa sivulla 58 esitetään näöntarkkuus erilaisten lamppujen valossa. Kaaviosta puuttuvat esimerkiksi monimetalli-, kylmäkatodi-, induktiolampun ja LED:n käyrät.

Kontrastiherkkyys

Näkeminen ja ympäristön hahmottaminen sekä muotojen ja yksityiskohtien erottaminen perustuvat luminanssi- ja värierojen havaitsemiseen. Tärkein kohteiden näkyvyyttä säätelevä tekijä on niiden luminanssikontrasti. Kontrasti ilmaisee, kuinka paljon kohteen eri osien luminanssit eroavat toisistaan.

Hahmojen, muotojen ja yksityiskohtien erottaminen perustuu kontrastien havaitsemiseen. Silmä havaitsee helposti luminanssieroja. Kontrastiherkkyteen vaikuttavat kohteen koko, valaistustaso, varjonmuodostus ja värit. Mitä suurempi on kohteen ja taustan välinen luminanssikontrasti, sitä paremmin kohde näkyy. Voimakkaat värierot parantavat kontrastia ja kohteen näkyvyyttä. Varjot luovat kontrasteja, jolloin varjonmuodostuksen avulla kohteen hahmottaminen helpottuu. Epäedullinen varjonmuodostus heikentää kohteiden kontrastia. Suurempi kohde näkyy paremmin kuin pieni, koska silmän erottelukyky on suhteellisesti parempi laajalla alueella. Kontrastiherkkyys kasvaa aluksi taustan luminanssin kasvaessa, kunnes suurilla luminanssitasoilla alkaa esiintyä häikäisyä ja kontrastiherkkyys huononee. Kontrastiherkkyys on suurimmillaan, kun koko näkökentän luminanssi on yhtä suuri. Havaitsemisnopeus kasvaa sopeutumisluminanssin kasvaessa, näkökohteen koon kasvaessa sekä kohteen ja taustan välisen kontrastin lisääntyessä. Näöntarkkuuden alentuessa kontrastien erotuskyky voi alentua. Tällöin kohteiden hahmottaminen ja värien erottaminen, sekä hämärässä näkeminen vaikeutuvat. Heikkonäköisille ei riitä pelkkä väriero, vaan kohteella on oltava myös tummuusero. (Halonen & Lehtovaara 1992, 99, 100; Verhe 1996, 40).

Pimeässä autoilija näkee jalankulkijan, jos hän on pukeutunut vaaleisiin vaatteisiin. Ympäristö on tumma, koska auton valot ei sitä pysty valaisemaan, joten kontrasti syntyy valojen valaistessa vaaleata jalankulkijaa. Ihmiset eivät näe valoa vaan kontrasteja. Siis valoa ei voi nähdä mutta ilman valoa ei voi nähdä. Positiiviseksi kontrastiksi sanotaan vaaleata kohdetta tummalla taustalla. Vastaavasti negatiiviseksi kontrastiksi sanotaan tummaa kohdetta vaalealla taustalla. Ihmiset ovat kaksi kertaa herkempiä negatiiviselle kontrastille. Sitä kutsutaan silhuetiksi. (Mark Green seeing pedestrians at night).

Häikäisy

Näkemistä heikentävää häikäisyä kutsutaan estohäikäisyksi. Estohäikäisyssä näkeminen heikentyy, koska silmän verkkokalvolla olevan kuvan päälle syntyvä harsoluminanssi pienentää kuvan kontrasteja. Näkemiseen epämukavuutta aiheuttavaa häikäisyä kutsutaan kiusahäikäisyksi, johon vaikuttavat yksilölliset seikat, kuten ikä, asenne, mieliala ja yleiskunto.

Häikäisy (yksikkö GR) vaikeuttaa yksityiskohtien näkemistä ja aiheuttaa epämukavuutta näkemisessä. Häikäisyä esiintyy, kun näkökentän luminanssitaso tai luminanssijakauma on sopimaton tai muuttuu nopeasti. Lampun tai valaisimen valoisien pintojen suora näkyminen aiheuttaa suoraa häikäisyä. Heijastumishäikäisyssä (epäsuora häikäisy) kirkas valonlähde heijastuu silmiin peilaavasta pinnasta. Heijastumat aiheuttavat myös kontrastien huonontumista, jolloin ilmiötä kutsutaan kiiltokuvastumiseksi. Ulkoalueilla pinnat ovat yleensä

hajaheijastavia. Häikäisevä valonlähde häikäisee vähiten sijaitessaan näkökentän laidalla etenkin yläosassa, ja eniten sijaitessaan näkökentän keskellä. Hyvän näkötehokkuuden ja näkömukavuuden saavuttamiseksi häikäisyn rajoittaminen on välttämätöntä. Häikäisyyn vaikuttavat valaisimien valonjako (valovoima katsojan silmää kohti), asennuskorkeus, valaisimien sijoituspaikat ja suuntauksset sekä näkökohteen taustan luminanssi, joka pääosin määrää silmän sopeutumistason (Suomen Valoteknillinen seura ry:n julkaisuja, 1990, 18).

3.2 VALAISTUSSUUNNITTELUN TEKNISIÄ PERUSTEITA

Aseman ja sen ympäristön valaistuksen hallinta ja huolto jakaantuu yleensä useiden eri toimijoiden alueelle. Tästä aiheutuu ongelmia esimerkiksi huoltovälien vaihtelevuudesta johtuen. Aseman ympäristön valaistuksen on sovelluttava teknisesti kaupungin valaistusjärjestelmään ja kaupungin käyttämään valaisinperheeseen, jotta valaistuksen rakentaminen ja huolto olisivat helppoja. Valaistuksen energiankulutuksen on oltava suhteessa laadulliseen panostukseen esteettömyyden tuomat arvot erityisesti huomioiden.

Valonlähteet korostavat valaistavaa kohdetta tai toimintaa. Valon spektri, valon väri- ja värintoisto-ominaisuudet ja valaistuksen energiatehokkuus suhteessa valaistuksen laatuun on arvioitava heikkonäköisen henkilön näkökulmasta. Valaisimien ominaisuuksista tärkeitä ovat erityisesti valon suuntausmahdollisuudet, häikäisemättömyys ja muodon sopivuus käyttökohteeseen. Valaisimia tulee käyttää ohjaavina elementteinä, niin että heikkonäköinen kulkija voi käyttää pylväsriivejä, valaisinjonoja, pystysuoria valojuovia tai muita ohjaavia elementtejä suunnistautumisen apuna.

Valaistusjärjestelmän on oltava kohtuullisen helposti rakennettavissa ja huollettavissa. Yleensä portaiden yläpuolisten ja korkeiden tilojen valaistusta pidetään vaikeasti huollettavana. Huollon helpottamiseksi on kehitetty esim. valaisinhissejä, joilla valaisimet saadaan laskettua maantasoon huolettavaksi eikä huoltoon tarvita erikoiskalustoa.



Valonlähteiden värintoisto-ominaisuuksista, värilämpötiloista, käyttöiästä saa tietoa lamppuvalmistajien tuoteluetteloista ja useimpien valaisinvalmistajien tuoteluetteloista. Heikkonäköisen henkilöiden, erityisesti ikääntyneiden, kannalta valon spektrin on oltava mahdollisimman hyvin spektrin kaikkia värejä toistavia, jolloin ympäristön esteiden havaittavuus pienilläkin valotehoilla on parhaimmillaan.

Kuva 12. Korkeiden tilojen ja portaiden valaisimien huoltoa helpottaa hissimekanismi. Kuvassa esimerkkinä Lux-Lift. (www.flinkenberg.fi)

3.3 ASEMIEN SISÄ- JA ULKOVALAISTUKSEN SUUNNITTELUOHJEITA

Valaistuksen suunnittelua ohjataan Suomessa useilla eri ohjeilla. Vaikka monia erilaisia suosituksia on olemassa olisi syytä tukeutua yhteen mahdollisimman kattavaan suositukseen, jotta ristiriitaisuuksilta vältyttäisiin. Euroopassa voimassa oleva standardi sisävalaistuksen osalta EN 12464-1 on toimiva suositus myös näkövammaisten kannalta. Olisi tärkeää, että muutkin suositukset noudattaisivat samoja arvoja. Ulkovalaistuksen osalta EN 12464-2 suosituksia ei voida pitää täysin toimivina. Ulkovalaistuksen standardia olisi tarkasteltava kriittisesti, koska tekemämme tutkimukset eivät tue suositeltujen arvojen toimivuutta esteettömyyden näkökulmasta etenkin asemalaitureiden valon värintoistosuositusten osalta.

Suomessa asemien ja niiden ympäristöjen ulkovalaistuksen suunnittelua ohjaavat mm. seuraavat ohjeet ja suositukset:

- Sisätyöpaikkojen valaistussuosituksina käytetään EN 12464-1, Light and lighting –Lighting of work places – Part 1: Indoor work places. CEN European Committee for Standardisation. March 2002.
- Ratahallintokeskus noudattaa ohjetta: Ratapiha- ja matkustaja-aluevalaistussuositukset RHK 1380/733/98.
- Ulkotyöpaikkojen valaistuksen suunnittelua ohjaa Suomen Valoteknillisen Seuran (SVS) suosituksia vuodelta 1990. Uusi eurooppalainen standardi prEN 12464-2, Light and lighting –Lighting of work places – Part 2: Outdoor work places. CEN European Committee for Standardisation. February 2003. on ilmestynyt luonnoksena, jonka arvot voivat vielä muuttua.
- Katu- ja liikennealueiden valaistussuunnittelua ohjaavat CIE:n (Commission Internationale de l'Eclairage) ohjeet ja kansalliset Suomen Valoteknillisen seuran ja Kuntaliiton suositukset sekä Tielaitoksen ohjeet.
- Puistovalaistuksen, julkisivu- tai pihavalaisussuunnitelmien sisältöä tai tavoitteita lainsäädäntö tai normisto ei ohjaa täsmällisesti. Helsingin kaupungilla on ohje Julkisivujen ja pihojen valaistusohje.
- Maankäyttö- ja rakennuslain perusteella valomainokselle on aina haettava rakennusvalvontavirastosta toimenpidelupa.
- Kaupungit, esim. Helsinki ja Jyväskylä, ovat tehneet valaistuksen kaupunkikuvalliset periaatesuunnitelmat, jotka tulee huomioida paikkakuntaakohtaisesti.

Esteettömän valaistuksen suunnittelusuosituksia esitetään Rakennustietosäätiön julkaisemassa suunnitteluoppaassa Esteetön rakennus ja ympäristö, jossa esitetään suunnittelu- ja mitoitusperusteita Suomen rakentamismääräyskokoelman osien ”F1 Liikkumisesteetön rakentaminen, määräykset ja ohjeet 1997” ja ”G1 Asuntosuunnittelu, määräykset” soveltamisalalta. Opas perustuu määräysten ja ohjeiden vaatimustasoon, mutta sen tavoitteena on ohjata suunnittelemaan ja toteuttamaan rakennukset ja niiden ympäristöt vähimmäistasoa paremmin.

Suomen rakentamismääräyskokoelmassa (RakMK F1) annetaan liikkumisesteettömän rakentamisen toteuttamisesta valaistuksen osalta seuraava ohje: Tekstiopastuksen tehostamiseen käytetään ääni- ja valosignaaleja sekä audiovisuaalisia viestintäjärjestelmiä. Havainnoinnin tehostamiskeinoja ovat myös valaistuksen kohdentaminen sekä materiaali, väri- ja pintakuviokonstrastien käyttö.

3.4 KÄYTTÄJÄLLE HYVÄ YMPÄRISTÖ

Tässä työssä asemien ja niiden ympäristöjen valaistusta tarkastellaan esteettömästi asemaa käyttävän jalankulkijan näkökulmasta. Esteettömän valaistuksen suunnittelussa ja toteuttamisessa on huomioitava toiminnallisuus, tekninen toimivuus, kaupunkikuva sekä soveltuvuus kaikille käyttäjille, myös heikkonäköisille. Aseman käyttäjäryhmistä esitellään ne ryhmät, joiden jokin liikkumis- tai toimimiseste asettaa aseman hyvälle valaistussuunnittelulle haasteita. Käyttäjäryhmittely pohjautuu LVM:n julkaisuun Esteetön matkakeskus.

Asema matkan osana

Asema tai matkakeskus on joukkoliikenteen monitoimipaikka, jossa eri liikennemuotojen käyttäjät kohtaavat. Matkakeskuksilla on tärkeä rooli kehitettäessä joukkoliikennepalveluja ympäristön, yhteiskuntatalouden ja tasa-arvon kannalta edulliseen suuntaan. Väestön ikääntyminen ja keskittyminen taajamiin lisää toimivan joukkoliikenteen kysyntää. Matkustajan on voitava tehdä koko haluamansa matka vaivattomasti ja turvallisesti. Matkakeskuksen tilojen ja palveluiden on oltava kaikkien saavutettavissa ja käytettävissä. Matkustaminen paikasta toiseen työn tai harrastusten puitteissa on jokapäiväistä elämää. Vain kaikille tasapuoliset ja turvalliset liikkumismahdollisuudet tarjoava ratkaisu on sosiaalisesti kestävä; liikkujan iästä, kunnosta ja varallisuudesta riippumatta. Matkakeskuksen käyttäjä voi olla ihminen, jonka toimintakyky voi olla syystä tai toisesta alentunut. Liikkumisen esteitä vähennetään järjestämällä ympäristö kaikille sopivaksi. Toimintojen mitoituksen lähtökohtana on korkealuokkainen ja tasa-arvoinen, myös liikkumis- ja toimintaesteisille soveltuva ympäristö. (Sivenius 2000, 9).

Käyttäjäryhmät

Liikkumis- ja toimimisesteisiä ovat henkilöt, joiden kyky liikkua, toimia, suunnistautua tai kommunikoida on joko pysyvästi tai tilapäisesti rajoittunut vamman, iän tai sairauden takia. Vammaisuus on yksilön ominaisuus, esimerkiksi heikentynyt liikkumis- tai näkökyky. Vammaisuudesta aiheutuva haitta riippuu ympäristöstä. Mitä vähemmän ympäristössä on liikkumis- ja toimimisesteitä, sitä vähemmän vammaisuudesta on haittaa yksilölle. On arvioitu, että tulevaisuudessa väestön ikääntyessä jopa 30%:lla suomalaisista on ongelmia tai hankaluuksia liikkumisessaan.

Liikuntaesteisiä ovat henkilöt, joiden on nivel-, lihas- tai hermovamman vuoksi vaikea liikkua sekä henkilöt, jotka pystyvät liikkumaan hitaasti, esimerkiksi vanhukset. Ryhmään kuuluvat myös pyörätuolia ja apuvälineitä käyttävät, sekä liikkumisessaan avustajaa tarvitsevat henkilöt.

Näkövammaisia ovat henkilöt, joilla on erilaisia hetkellisiä tai pysyviä vaikeuksia näkemisessä. Vamma voi vaihdella lievästä heikkonäköisyydestä sokeuteen ja on yleisintä ikään-tyneillä. Suurimmalla osalla on osittainen näkökyky ja monet aistivat valoa ja värejä. Osa näkövammaisista havaitsee liikettä, suurten kohteiden tai esineiden hahmoja, mutta ei näe yksityiskohtia. Heikkonäköiselle on tyypillistä heikentynyt näöntarkkuus, hämäräsokeus, kaventunut näkökenttä, hidastunut ja puutteellinen silmien mukautuminen valotason muutoksiin ja häikäistyminen. Kontrastien, värien ja yksityiskohtien erotuskyky on heikentynyt ja valontarve on lisääntynyt. Tasoerojen arviointi, suunnan löytäminen ja suunnistautuminen on vaikeaa. Näkövammaisuuteen liittyy usein värien näkemisen vaikeus. Mitä himmeämpiä ja heikompia värit ovat ja mitä lähempänä värisävyt ovat toisiaan, sitä vaikeampi niitä on erottaa. Näkövammaisen kannalta erityisesti huomioitavia matkakokeskuksen kohtia ovat sisäänkäynnit, aulatilat, kulkuväylät, portaat, liukuportaat sekä hissit. Näiden valaistus, väri-tyt ja kontrastit ovat erityisen tärkeitä. (Sivenius 2000, Liite 6)

Kuulovammaiset ovat eri ikäisiä henkilöitä, joilla on eriasteista kuulon heikkenemistä osittaisesta kuulon puuttumisesta tietyillä äänitaajuuksilla kuurouteen saakka. Huonokuuloisille ovat tilan akustiikka, valaistusolosuhteet, tilalliset ratkaisut sekä näkö- ja tuntohavaintoihin perustuvat informaatiojärjestelmät tärkeitä. Kuuroutuneelle ovat lisäksi tärkeitä esteettömät näköyhteydet, jolloin huulitaluku ja viittomien seuraaminen ovat mahdollisia. (Sivenius 2000, Liite 6)

Asemien esteettömyysongelmia

Esteettömyys ei ole vain liikuntarajoitteiden poistamista vaan myös näkemisen ja kuulemisen ongelmat on huomioitava kaikissa olosuhteissa. Ikääntymisen myötä silmäsairaudet yleistyvät, valontarve lisääntyy ja motorinen toimintakyky heikkenee. Erityisesti hämäräsokeus kasvaa iän ja silmäsairauksien kautta. Sopeutuminen valotason muutoksiin pitenee, jolloin esimerkiksi valoisasta sisätilasta ulos tultaessa hämärään ulkovalaistukseen sopeutuminen kestää pitkään. (Sivenius 2000, 11; Jokiniemi 2003, 24.)

Rakennettu ympäristö ja liikennevälineet ovat ongelmallisia eri liikkumis- ja toimimisesteisille. Heikkonäköiselle vaikein ongelma on vieraisiin kohteisiin, jalankulkuaukioihin sekä monimutkaisiin ja suuriin rakennuksiin liittyvä orientoitumisongelma. Tasapaino-ongelma esiintyy varsinkin liukkailla pinnoilla, portaissa, luiskissa sekä liikennevälineissä etenkin vanhuksilla, sekä sauvojen ja keppien kanssa liikkuvilla. Turvallisuusongelma liittyy tasoerojen, varsinkin portaiden, ohella terävsärmäisiin varusteisiin ja laitteisiin. Se koskettaa näkövammaisia epileptikkoja, cp-vammaisia ja pikkulapsia. Hämärät ja epämääräiset tunnelit sekä muut vastaavat tilat pelottavat lapsia, naisia ja etenkin vanhuksia. Liikkumis-ympäristöä parannetaan hyvällä yleisvalaistuksella sekä tasoerojen ja pelottavien kohteiden kohdevalaistuksella. (Sivenius 2000, 11.)



Kuva 13. Väestön ikääntyessä joukkoliikennympäristön esteitä on pyrittävä vähentämään omatoimisen liikkumisen turvaamiseksi. Kuva on otettu Jyväskylän kävelykadun avajaisissa.

Esteettömän valaistuksen ominaisuuksia

Valaistuksen on tuotettava näkemisen kannalta riittävä valaistus näkötehtävän luonne huomioiden. Tarvitaan siis valoa näkemiseen. Paikkaan orientoituminen on myös tärkeää ja silloin erilaiset julkisivuvalaistukset korostuvat. Tämä tarjoaa valoa katsomiseen. Valaisimet voivat toimia majakoina, jolloin ne ohjaavat hyvinkin vaikeasti heikkonäköisiä henkilöitä suunnistautumisessa. Tämä on valoa katsottavaksi.

Esteettömän ympäristön suunnittelusuosituksissa suositellaan yleensä kohteisiin hyvää valaistusta. Hyvässä valaistuksessa havaintojen teko on helppoa ja ympäristöstä saatu informaatio on luotettavaa helpottaen tilan hahmottamista ja suunnistautumista. Valon avulla ympäristön yksityiskohdat, kontrastit ja opasteet korostuvat. Värit vaikuttavat tilan viihtyisyyteen, turvallisuuteen ja valoisuuteen. Näkeminen, ympäristön hahmottaminen sekä muotojen ja yksityiskohtien erottaminen perustuvat väri- ja tummuuskontrastien havaitsemiseen. Mitä suurempi kohteen ja taustan tummuus- tai värikontrasti on, sitä paremmin kohde erottuu. Valaistuksessa on vältettävä häikäisyä, suuria valaistusvoimakkuuden muutoksia ja liian voimakasta valaistusta. Ulko- ja sisätilojen välistä valaistuseroa on pyrittävä tasaamaan. (Sivenius 2000, 13,14,16.)

Ulkovalaistusta käytetään luonnonvalon valaistustason laskettua hämäränäkemisen alueelle. Näköaistimme sopeutuu hämäränäkemiseen ja silmä aistii parhaiten spektrin sinertävämällä aallonpituudella 507 nm tuotettua valoa. Ulkovalaistuksessa riittävä valoteho on välillä yleensä 10 lx, risteyskohdissa ja luiskissa 20-50 lx. Hyvä valaistus korostaa kontrasteja, portaiden ja luiskien alkamista, ei häikäise ja toistaa hyvin värejä. Valaistuksen suunnittelussa on huomioitava pinnan heijastavuus ja ympäristön valoisuus sekä valaisimien soveltuvuus ympäristöön. Suunnistautumista ja tilojen hahmottamista parantaa tiloja, kulkuväyliä, opasteita sekä kompastumis- ja törmäysvaaraa aiheuttavia rakennusosia havainnollistava valaistus, kulkuväylän suuntainen valaisinlinja ja valoa heijastamaton kulkupinta. (Rakennustietosäätiö 1998, 26,28,69.)

Hämäräsokeuden raja on noin 1-5 luksin valotasolla. Näkövammaiselle 5 luksin valossa asfalttipinnalla näkeminen on vaikeaa. Valaistusluokat K1 ja K2 ovat riittäviä sekä näkövammaisten että ikääntyvien kannalta. Luokka K4 riittää terveysilmäiselle henkilölle, mutta itsenäistä liikkumista ei siinä koeta houkuttelevaksi. Valaistusluokissa K4 ja K5 on ympäristöön sijoitettava lisäksi opastavia materiaaleja liikkumisen kannalta tärkeille alueille. Jos alue jätetään hämärämmäksi on valaisimet sijoitettava majakoiden tavoin, jolloin heikkonäköinen voi suunnistautua niitä kohden. Valaistut julkisivut helpottavat rakennusten tunnistamista ja orientoitumista paikkaan. Tilan hahmottamista helpottaa tasoerojen hyvä valaistus erityisesti ulkoportaissa. Jos valaistava kohde on päivittäisen elämän kannalta keskeisellä paikalla, kuten joukkoliikennealueella, pitää valoa olla runsaasti. Heikkonäköisellä ongelmalla on myös märän asfaltin pintakirkkauden puute eikä pelkäästään valon määrän vähyyttä. (Jokiniemi 2003, 24.)

Sisävalaistuksessa sopiva valomäärä vaihtelee 300 – 500 luksin tasolla. 200 luksin sisävalaistus on heikkonäköiselle liian hämärä ja 50 luksia on pimeä. Yli 500 luksin valomäärä ei sovellu yleisvaloksi. Heikkonäköisille soveltuvia tilakohtaisia valaistusvoimakkuuksia ovat odotustiloissa, hisseissä, kahviloissa, ravintoloissa, myymälöissä 300 lx. Valotaso voi vaihdella kunhan turvallisuuden kannalta tärkeät kohdat, kuten tasoerot, ovat valoisia. Epäsuora sisävalaistus on kontrastintoistosuhteen ja kiiltokuvastumien puuttumisen kannalta heikkonäköiselle hyvä. Epäsuoraa, usein varjotonta valoa voidaan käyttää vain tiloissa, joissa varjonmuodostus ei ole tilan hahmottamisen kannalta välttämätöntä. (Jokiniemi 1998.)

Valaistun pinnan riittävä pintakirkkaus helpottaa havaitsemista, joten vaaleat, sopivasti valoa heijastavat pintamateriaalit helpottavat havaitsemista kaikkien käyttäjien kannalta. Kyky sopeutua muuttuviin valaistusolosuhteisiin alenee iän myötä. Ikääntyvän väestömäärän kasvaessa tulee ulkotilojen perusvalaistus toteuttaa ohjaavana ja yllätyksettömänä erityisesti vilkkailla kävely- ja liikennealueilla. (Helsingin kaupunki 2003.)

Pintojen suositeltavat heijastumisprosentit katosta ja ikkunaseinästä ovat 80-90 %, muista seinistä 40-60 %, lattiasta 20-40% ja ovista 40%. Liikkumisen ja toimimisen kannalta tärkeät rakennusosat, kuten ovien puitteet, kahvat, käsijohteet ja törmäysvaaraa aiheuttavat kohdat heikkonäköinen havaitsee, jos taustan ja tumman rakennusosan valon heijastumisprosenttien suhde on vähintään 1:3. Vaaleassa seinässä vaaleaa ovea ympäröivät tummat ovipuitteet auttavat havaitsemaan aukon myös, kun ovi on kiinni. (Sivenius 2000, 21, 36, 64.)

Esteetön valaistus asemaympäristössä

Asemaympäristöjen hyvä valaistus koostuu useista eri tekijöistä. Erityisesti valoa tarvitaan sisäänkäynnin erottumisessa, portaissa, hisseissä ja muissa tasoeroissa. Asema-alueen ulkovalaistuksen tulee tukea kaupunkivalaistuksen liikenteellistä hierarkiaa heikkonäköisten edut huomioiden. Eri liikennemuotojen reitit valaistaan niin, että joukkoliikennettä käyttävän jalankulkijan turvallisuus on taattu. Pysäköintialue on valaistava häikäisemättömästi ja hillitysti. Tasonvaihdot on valaistava riittävällä valoteholla, kontrastieroja hyödyntäen.

Kulkuväylät pitää kokea miellyttävinä, luonnollisina ja turvallisina. Jalankulun ja ajoneuvo-liikenteen risteämispaikat on merkittävä suojateiksi ja valaistava hyvin. Jalankulku ja pyörätie on erotettava toisistaan, koska äänettömästi ja suurella nopeudella liikkuvat polkupyörät ovat vaaraksi erityisesti huonosti näkeville ja kulkeville jalankulkijoille. Kulkua ohjataan korostamalla kulkureittejä ja niiden muutoskohtia, kuten kadunylityksiä ja tasoeroja. Valo suunnataan kulkuväylälle ja valaisimet sijoitetaan samalle puolelle väylää opastavaksi, kulkuväylän merkitseväksi valoraidaksi. Vaara- ja muutoskohdat valaistaan voimakkaammin. Vaikeasti havaittavia tasoeroja korostetaan tummuuskontrastin ja varjonmuodostuksen avulla. Ympäristön tärkeät yksityiskohdat, kuten sisäänkäynnit, opasteet ja kalusteet valaistaan hyvin. Opastaulut ja opaspisteet valaistaan yleisvalaistuksen lisäksi hyvin kohdevalaistuksella. Merkit ja opasteet valaistaan tarvittaessa ulkoa tai sisältä. Ulkopuolinen valaistus suunnataan opasteeseen ylhäältäpäin häikäisysuojatuilla valaisimilla. Sisältäpäin valaistut opasteet, joissa on tummalla pohjalla vaalea teksti, eivät häikäise lähietäisyydeltä lukiessa. (Sivenius 2000, 21, 36, 64, 72.)

Joukkoliikenteen käyttäjälle on tärkeää erottaa asemarakennus tai matkakeskus helposti kaupunkitilassa, hahmottaa rakennuksen sisäänkäynnit, nähdä liikkumisympäristönsä kadulla, jalankulkualueilla, luiskissa, portaissa, hisseissä ja sisätiloissa sekä tuntee liikkuessaan olonsa ja ympäristönsä turvalliseksi. Heikkonäköisille käyttäjille yleisesti noudatettavien ulkovalaistussuosittelujen valotehokkuusarvot ovat riittämättömiä.

Sisäänkäynnin on erotuttava julkisivusta kauempaakin, sen on oltava löydettävissä ja tunnistettavissa myös pimeällä ja valaistu hyvin ulko- ja sisätilojen valoisuusero huomioiden. Sisäänkäyntikatoksen ohjaavuutta voi parantaa johdattavalla valaisinjonolla tai kaikkiin suuntiin näkyvällä katosvalaistuksella. Läpinäkyvät lasi- tai muoviovet on varustettava varoituserkinnällä. Elleivät rakennuksen palvelut ole käytettävissä, on käyttäjä ohjattava korvaavia palveluja tarjoavaan kohteeseen, esimerkiksi ulkotilassa sijaitsevan lippuautomaatin luo. Rakennuksen julkisivun mainosvalaistus ei saa kilpailla pääsisäänkäynnin valaistuksen kanssa.

Päivällä sisäänkäyntien ongelmana on usein hämäryys ja siitä aiheutuva hämäräsokeus. Pimeällä korkea valotaso aiheuttaa häikäistymistä. Ihanteellisinta olisi ulkovalon mukaan säätyvä sisäänkäynnin valaistus. Tuulikaappi on valaistava hyvin suuresta valaistuserosta aiheutuvan häikäisyn estämiseksi siirryttäessä voimakkaasti valaistusta sisätilasta päivänvaloon. Tuulikaapin lisäksi syvät sisääntuloaulat on valaistava riittävän voimakkaasti.

Portailla ja porrastasanteilla on oltava riittävä kontrasti. Portaiden vaihtoehtona oleva hissi on valaistava häikäisemättömästi esimerkiksi valokaton avulla, oven on erotuttava seinästä ja siinä on oltava valaistu painiketaulu ja pysähdystasolle tulon ilmaisu sekä valolla, että synteettisellä ääni-ilmaisimella sisä- ja ulkopuolella. Liukuportaiden valaistusvoimakkuuden on oltava sisään- ja uloskäynneissä vähintään 200 luksia lattiatasosta mitattuna. (Jokiniemi 1998, 101; Sivenius 2000, 26,27, 34, 35, 36, 38.)



Kuva 14. Kampin aseman sisäänkäynti erottuu julkisivusta myös pimeällä.

Päivänvalon hyödyntämiseksi sisävalaistuksessa on ikkunoita voitava varjostaa ja pimentää, jotta niistä ei aiheudu käyttäjälle häikäisyä esim. aulatiloiissa. Valaistusolosuhteiden mukaan säädettävät sälekaihtimet, pimennysverhot, ritilät ja markiisit estävät häikäisyä. Sijoittamalla ikkunat sivuseinälle vältetään suurten käytävän päässä häikäisyä aiheuttavilta suurilta lasipinnoilta. (Sivenius 2000, 21, 36, 64.)

Asemien pystypintojen materiaalivalinnoissa on häikäisyn vuoksi vältettävä kiiltäviä, valoa heijastavia ja läpinäkyviä pintoja sekä peiliseiniä, kiiltäväpintaisia kaakeleita ja ruostumattonta terästä suurina pintoina. Lattioissa on vältettävä kiiltäviä ja valoa heijastavia materiaaleja. (Sivenius 2000, 21, 36, 64.)

Luonnonvalo vaihtelee vuorokauden- ja vuodenaikojen mukaan, mutta keinovalaistuksen avulla voidaan kaupungin erilaisista tiloista tehdä toimivia ja turvallisia liikkua ja oleilla myös yön pimeinä tunteina. Valaistuksen tehtävänä on antaa käsitys liikkumisympäristöstä, luoda tilaan miellyttävä ilmapiiri ja turvallisuutta.

Kaunis ja kaikkina vuorokaudenaikoina toimiva asema ympäristöineen luo positiivista imagoa joukkoliikenteelle ja kaupungille. Aseman valaistuksen on sovellettava kaupunkikuvallisesti muuhun kaupunkivalaistukseen, paikkaan ja kaupungin julkiskuvaan. Asemarakennus on yksi öisen kaupungin visuaalisista dominanteista. Kaupunkikuvassa asema-alueesta muodostuu aukoiden ja reunoja rajaavien rakennusten avulla yksi kaupungin tärkeimmistä tiloista, jonka keskeisin rakennus joukkoliikenteen käyttäjän kannalta on asemarakennus. Kaupunkikuvassa erottuakseen tai siihen sopeutuakseen on rakennuksen julkisivu valaistava rakennuksen arkkitehtuuria ja materiaalia korostaen. Rakennuksen on pimeälläkin välityttävä käyttäjälle julkisena, käytettävissä olevana tilana silloin, kun sen palvelut ovat käytävissä.



Kuva 15. Helsingin päärautatieaseman sisäänkäynti korostuu julkisivunäkymässä.