

Anni Mutikainen

# LUONNONVALO ARKKITEHDIN TYÖVÄLINEENÄ

Selvitys luonnonvalon mahdollisuuksista  
kaupunkiasumisen näkökulmasta

Kandidaatintyö  
Rakennetun ympäristön tiedekunta  
Tarkastaja: Taru Lehtinen  
Huhtikuu 2022

# TIIVISTELMÄ

Anni Mutikainen: Luonnonvalo arkkitehdin työvälineenä – Selvitys luonnonvalon mahdollisuuksista kaupunkiasumisen näkökulmasta (Daylight as an architect's tool – Literature review of the possibilities of daylight from the perspective of urban housing)

Tampereen yliopisto

Arkkitehtuurin TkK-tutkinto-ohjelma

Kandidaatintyö

Huhtikuu 2022

---

Luonnonvalo vaikuttaa ihmisen visuaaliseen näkökenttään ja vuorokausirytmiiin. Lisäksi luonnonvalolla on todettu olevan suora vaikutus ihmisen hyvinvointiin ja jaksamiseen. Sisätiloissa vietetään paljon aikaa ja etenkin koronapandemian ja digitalisaation myötä kotona vietetty aika on lisääntynyt. Luonnonvalo on yksi tärkeistä hyvinvointia, viihtyvyyttä ja kestävyyttä edistävästä asumisen laatutekijöistä, joka vaikuttaa asukkaan jokapäiväiseen elämään. Kasvavissa kaupunkiympäristöissä maankäytön tehostaminen haastaa kuitenkin luonnonvalon pääsyä sisätiloihin ja ongelmia tuottaa erityisesti kapeat katutilat, tiivis kaupunkirakenne sekä korkeat rakennukset. Onkin pitkälti arkkitehdin suunnitteluratkaisuista kiinni, miten luonnonvalo pääsee asuntoihin.

Tässä selvityksessä tarkastellaan asunnon luonnonvalo-olosuhteisiin vaikuttavia tekijöitä, haasteita ja suunnittelun ratkaisuja, joilla luonnonvaloon voidaan vaikuttaa. Tarkastelu rajautuu asuntopuunnitteluun kaupunkiasumisen näkökulmasta, mutta tietoa voi soveltaa laajemmaltikin arkkitehtuuriin. Selvitys tehtiin aiheeseen liittyvän kirjallisuuden, julkaisujen ja määräysten pohjalta.

Taustaksi ja suunnittelun tueksi selvityksen alussa esitetään luonnonvalon terveysvaikutuksia ihmiseen, Suomen maantieteellisen sijainnin luomia luonnonvalo-olosuhteita sekä Suomen lainsäädäntöä koskien asunnon luonnonvalo-olosuhteita. Suoria määräyksiä asunnon luonnonvalaistuksesta ei Suomessa ole, mutta esimerkiksi ikkunasuunnittelun määräykset koskevat välillisesti aihetta. Taustoituksen jälkeen tutustutaan asunnon sijainnin ja suuntauksen, rakennuksen massoittelemisen ja asunnon ikkunoiden suunnittelun kautta, miten luonnonvaloon voidaan suunnittelullisesti vaikuttaa. Tärkeimmät tulokset löytyvät selvityksen lopusta taulukkoon koottuna.

Selvityksestä ilmenee, että Suomen valo-olosuhteet ovat hyvin vaihtelevat, jonka vuoksi luonnonvalon suunnittelussa on paljon huomioitavia asioita. Tiivis kaupunkiympäristö tuo suunnitteluun omat haasteensa, mutta hyvällä suunnittelulla asuntojen luonnonvalo-olosuhteita voidaan parantaa. Tärkeimpinä luonnonvaloon vaikuttavina seikkoina tulee suunnittelijan tiedostaa ympäristön aiheuttamat esteet ja reagoida niihin rakennuksen tyologisilla ratkaisuilla sekä asuntojen pohja-, mittasuhte-, parveke- ja ikkunaratkaisuilla.

Luonnonvalolla tuntuu olevan melko pieni rooli asuntopuunnittelussa. Työn tavoitteena onkin auttaa arkkitehteja ymmärtämään luonnonvalon potentiaali ilmaisena ja loppumattomana luonnonvarana sekä ihmisen hyvinvointia tukevana suunnittelun tekijänä. Pienilläkin suunnittelun ratkaisuilla voi olla suuri vaikutus.

Avainsanat: luonnonvalo, päivänvalo, kestävä rakentaminen, asuntopuunnittelu, kaupunkiasuminen

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

# SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO .....	1
1.1 Työn tavoite ja rajaus .....	2
1.2 Työn rakenne .....	2
2. TAUSTAA SUUNNITTELUN TUEKSI .....	4
2.1 Luonnonvalon terveysvaikutukset .....	4
2.2 Suomen valo-olosuhteet .....	5
2.3 Luonnonvalo määräyksissä ja ohjeissa .....	6
3. LUONNONVALO ASUNTOSUUNNITTELUSSA .....	9
3.1 Asunnon sijainti ja suuntaus .....	9
3.1.1 Asunnon lähiympäristö .....	10
3.2 Rakennuksen massoittelu .....	11
3.2.1 Erilaiset talotypologiat .....	12
3.2.2 Asunnon pohjaratkaisut .....	14
3.2.3 Asunnon mittasuhteet .....	15
3.2.4 Parvekkeet .....	15
3.3 Asunnon ikkunat .....	16
3.3.1 Ikkunan sijoittelu .....	17
3.3.2 Ikkunoiden muoto ja pinta-ala .....	18
3.3.3 Ikkunoiden määrä .....	20
4. TULOKSET .....	22
5. YHTEENVETO .....	26
LÄHTEET .....	28
KUVALÄHTEET .....	31

# 1. JOHDANTO

Vietämme keskimäärin 90 % ajastamme rakennuksissa ja jopa 70 % kotona (Baker & Steemers 2019, 9). Digitalisaation ja viime vuosien koronapandemian seurauksena kotona vietetty aika on lisääntynyt ja kodissa viihtymisestä on tullut tärkeämpi arvo. Kodin viihtyvyyden tekijät jäävät kuitenkin melko vähäiselle huomiolle tehokkuuden ja kustannusten ollessa etusijalla. Henna Helanderin (2020) mukaan tilanne alkaa jo muistuttamaan 1970-luvun asuntotuotantoa, jossa ihmisen viihtyvyys, paikka ja rakennuksen pitkäikäisyys eivät olleet tavoiteltuja arvoja. Aiheena ajankohtaisen kestävän rakentamisen näkökulmasta viihtyvyyden ja hyvinvoinnin edistäminen sekä rakennuksen pitkä elinkaari onkin hyvin merkityksellistä.

Luonnonvalo on yksi asumisviihtyvyyteen merkittävästi vaikuttava tekijä. RT-ohjekortin mukaan luonnonvalo on suoraa auringonvaloa tai taivaalta sironnutta auringon hajavaloa. Siitä suositellaan käyttämään ”luonnonvalo” termin sijasta ”päivänvalo” termiä. (RT 07-10912 2008, 1) Tässä työssä käytän kuitenkin termiä ”luonnonvalo”, koska koen sen olevan osuvampi tarkoitukseensa.

Luonnonvalo saattaa arkkitehdin työssä tuntua pieneltä ja olemattomalta suunnitteluun vaikuttavalta tekijältä, mutta sen vaikutus asukkaan kokemukseen ja jokapäiväiseen elämään on merkittävä. Luonnonvalolla on todettu olevan vaikutuksia myös ihmisen terveyteen, mielialaan ja jaksamiseen (ks. alaluku 2.1.). Siispä on tärkeä huolehtia, että paljon sisällä aikaa viettävät ihmiset saavat riittävästi luonnonvaloa. Hyvinvointia edistävä asunto on kaikkien etuoikeus ja sosiaalisen kestävyys edellytys. Hyvinvointia tukeva asuminen ei ole pelkästään kestävyys näkökulmasta suotavaa, se on myöskin yhteiskunnan hyvinvointiin kaiken aikaa säteilevä tekijä.

Ilmaisena ja loppumattomana luonnonvarana luonnonvalo tukee sosiaalisen kestävyys lisäksi ekologista ja taloudellista kestävyttä. Aurinkoenergian tuottamaa valoa ja lämpöä voidaan hyödyntää rakennuksen energiankulutuksessa. Suunnittelussa on kuitenkin tärkeä ymmärtää suoran auringonvalon aiheuttamat ylikuumentumisen ja häikäisyn riskit, jotta saa täyden hyödyn irti.

## 1.1 Työn tavoite ja rajaus

Kaupungistuminen on tuonut uusia haasteita luonnonvalon suunnittelulle. Tilastokeskuksen (2021) mukaan vuoden 2020 lopussa kerrostaloasuntoja oli 47 % kaikista asunnoista, kun vuonna 1990 erillisiä pientaloasuntoja ja kerrostaloasuntoja oli vielä lähes yhtä paljon. Etenkin pääkaupunkiseudulla ja suuremmissa kaupungeissa kerrostaloasumisesta on tullut suositumpaa myös lapsiperheiden keskuudessa (Tilastokeskus 2018), mikä tarkoittaa kysynnän kasvua ja maankäytön tehostamista.

Tässä selvityksessä tarkastellaan, minkälainen rooli luonnonvalolla on asuntosuunnittelussa, mitkä ovat ongelmakohtia ja miten arkkitehti voi suunnitteluratkaisuillaan vaikuttaa asunnon luonnonvalo-olosuhteisiin. Tarkastelu rajautuu ensisijaisesti kaupunkikerrostalojen luonnonvalon tutkimiseen, mutta monet asiat ovat sovellettavissa laajemmaltikin asuntosuunnittelussa. Työn rajallisuuden vuoksi selvityksessä ei ole pystytty perehtymään kaikkiin asunnon luonnonvalo-olosuhteisiin vaikuttaviin tekijöihin.

Työn tarkoituksena on laatia selvitys jo olemassa olevan tiedon pohjalta ja koostaa tuloksiin selvityksen tärkeimmät seikat. Tarkoituksena on myös herättää keskustelua asuntojen luonnonvalon laadusta ja mahdollisesta tarpeesta lisäohjeistukselle. Työn rajallisuuden vuoksi selvityksessä ei ole pystytty perehtymään kaikkiin asunnon luonnonvalo-olosuhteisiin vaikuttaviin tekijöihin.

## 1.2 Työn rakenne

Aineistoa, jossa tutkitaan suomalaisen asuntokannan luonnonvalo-olosuhteita, löytyy niukasti. Kansainvälistä kirjallisuutta löytyy enemmän, mutta tiedot eivät aina kohtaa Suomen maantieteellisen sijainnin kanssa. Koska maantieteellinen sijainti vaikuttaa luonnonvaloon merkittävästi, on selvitys aloitettu taustoitus kappaleella, jossa kerrotaan Suomen luonnonvalo-olosuhteista. Taustoituksessa käsitellään myös luonnonvalon terveysvaikutuksista ihmiseen sekä määräyksistä, jotka koskettavat luonnonvaloa asuntosuunnittelussa.

Taustoituksen jälkeen luvussa kolme pyrkii selvitys soveltamaan olemassa olevaa tietoa ja tarkastelemaan, mitkä tekijät vaikuttavat asunnon luonnonvalo-olosuhteisiin ja miten suunnittelun avulla voidaan edistää hyviä luonnonvalo-olosuhteita. Luku on jaettu

kolmeen alalukuun; ensimmäisessä alaluvussa (3.1.) tutustutaan ympäristön tekijöihin, joita voivat olla muun muassa ilmansuunnat ja ympäröivät rakennukset. Toisessa alaluvussa (3.2.) perehdytään rakennuksen massoitteeluun ja miten esimerkiksi typologia, mittasuhteet ja pohjaratkaisut, vaikuttavat asuntojen luonnonvaloon. Viimeisessä alaluvussa (3.3.) käsitellään ikkunoiden suunnittelun vaikutuksia luonnonvaloon ja sivutaan hieman energiataloutta. Selvityksen tulokset löytyvät työn lopusta taulukkoon koostettuna.

## 2. TAUSTAA SUUNNITTELUN TUEKSI

Tähän lukuun on koottu suunnittelun tueksi taustatietoa aiheista, jotka on hyvä tiedostaa kun lähtee suunnittelemaan luonnonvaloa. Luku on jaettu kolmeen osaan, josta ensimmäinen alaluku vastaa terveyden näkökulmasta, miksi ihmisen on yleisesti ottaen tärkeää saada luonnonvaloa. Toisessa alaluvussa perehdytään Suomen valo-olosuhteisiin, koska arkkitehdin tulee luonnonvaloa suunniteltaessa tuntea maantieteelliselle sijainnille ominaiset luonnonvalon piirteet. Kolmannessa alaluvussa tutustutaan luonnonvaloa sivuaviin määräyksiin ja luonnonvalon suunnittelun ohjeisiin.

### 2.1 Luonnonvalon terveysvaikutukset

Ennen keinovalon keksimistä 1920-luvulla luonnonvalo on ollut tärkein valonlähde yksinkertaisesti näkemisen kannalta. Elämä ja vuorokausirytmii ovat määrittäneet auringon nousun ja laskun mukaan. Nykyään keinovalojen myötä töitä pystytään tekemään vuorokauden ajasta riippumatta. On kuitenkin todettua, ettei keinovalolla ole samoja terveysvaikutuksia kuin luonnonvalolla (De Luca et al. 2019, 11).

Sen lisäksi, että luonnonvalo vaikuttaa ihmisen visuaaliseen näkökenttään, on sillä Englundin & Partosen (2009) mukaan suora, biologinen vaikutus myös vireyteen ja mielialaan. Päivänvalo on yksi tärkeimmistä elimistömme sisäisen kellon rytmittäjistä. Sisäinen kello tahdittaa vuorokausirytmii, solunjakautumista, aineenvaihduntaa, hormonien eritystä, hermosolujen välittäjäaineiden ja kasvutekijöiden tuotantoa. Vuorokausirytmiiin liittyvillä ongelmilla voi olla suoria vaikutuksia myös terveyteen. Esimerkiksi uniongelmat lisäävät riskiä sydän- ja verisuonisairauksiin sekä tyypin 2 diabetekseen (THL, 2019).

Pohjoisella pallonpuoliskolla auringonvalon saanti on vähäistä talviaikaan (ks. kappale 2.2. Suomen valo-olosuhteet), mikä heijastuu muun muassa ihmisten mielialaan ja voi aiheuttaa masentuneisuutta. Talviajan pimeyden aikaansaamaa masennusta kutsutaan kaamosmasennukseksi. Suomessa väestöstä 1–2 % sairastaa kaamosmasennusta ja 20–30 % kärsii kaamosoireista syksyn ja talven aikana. (Partonen 2022) On siis selvää, että luonnonvalolla on yhteys ihmisen hyvinvointiin niin fyysisesti kuin psyykkisestikin. Nämä ei-visuaaliset vaikutustekijät jäävät helposti vähälle huomiolle asunnon luonnonvalo-olosuhteita suunniteltaessa.

## 2.2 Suomen valo-olosuhteet

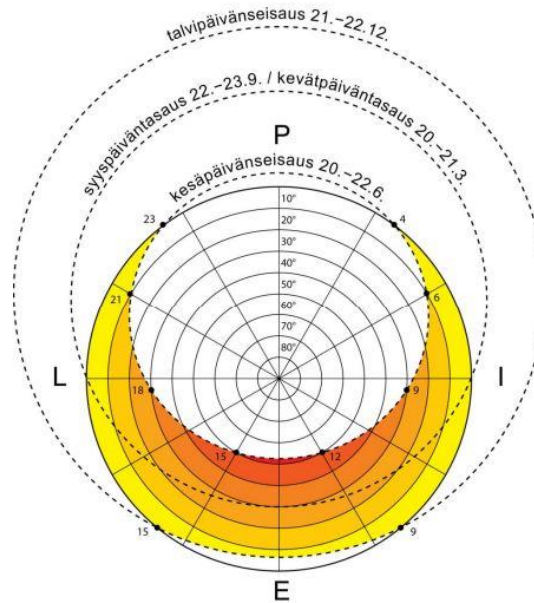
Valon määrä vaihtelee vuodenajan, vuorokaudenajan ja sääolosuhteiden mukaan. Pohjoisen sijainnin vuoksi Suomessa päivät ovat pitkiä kesäisin ja aurinko on korkealla, kun taas talvella päivät ovat lyhyitä ja aurinko on matalalla. Pohjoiselle sijainnille ominaista on siis suuri vaihtelu päivänvalon määrässä kesän ja talven välillä. Tieteen Kuvalehden (2021) mukaan vuoden 2021 lyhimmän päivän pituudeksi mitattiin Helsingissä 5 tuntia, 49 minuuttia ja 4 sekuntia. Pisimmän päivän pituudeksi mitattiin puolestaan 18 tuntia ja 57 minuuttia. Enimmillään kesällä on noin 13 tuntia pidempään valoisaa kuin talvella.

Suomessa sääolosuhteet ovat myös hyvin vaihtelevat, mikä vaikuttaa valon intensiteettiin ja suuntaan huomattavasti. Aurinkoisella säällä valo on voimakasta ja säteet tulevat samasta suunnasta. Auringonvalon voimakkuus  $60^\circ$  pohjoisella leveyspiirillä on suurimmillaan noin 70 000 luksia, joka on yli satakertainen sisätilojen normaaliin sähkövalaistukseen verrattuna. Suora auringonvalo on niin voimakasta, että kirkkaus tuottaa häikäisyn riskin. Auringon lisäksi luonnonvaloa tuottaa taivaan hajavallo, joka säteilee koko puoliavaruuden alueelta. Pilvettömällä säällä hajavalon voimakkuus on noin 10 000–20 000 luksia eli luonnonvalon voimakkuus on yhteensä 80 000–90 000 luksia. (RT 07-10912 2008, 2)

Suomessa on vuositasolla enemmän pilvisiä päiviä, jolloin valo syntyy taivaalta sironneesta hajavalosta. Siinä missä auringon valo on suoraa ja tuottaa voimakkaita varjoja, on taivaan hajavallo levittäytynyttä ja pehmeää. Puolipilvisellä tai kevyen pilvipeitteen päivinä hajavalon valaistusvoimakkuus on noin 40 000 luksia kun taas pilvisenä talvipäivänä valaistusvoimakkuus on vain muutaman tuhannen luksin luokkaa (RT 07-10912 2008, 2).

Vaikka hajavallo onkin Suomessa pääsääntöinen valonlähde, on auringon sijainti myös hyvä huomioida. Tieto on erityisen tärkeää aurinkosuojauksen ja aurinkoenergian passiivisen hyödyntämisen kannalta. (De Luca et al. 2019, 14) Perusperiaate on, että aurinko nousee idästä ja laskee länteen. Maapallo on kuitenkin noin 23 astetta kallellaan ja kiertää aurinkoa, mikä vaikuttaa auringon nousun ja laskun ilmansuuntiin eri vuodenaikoina. Lisäksi auringon paistokorkeus vaihtelee niin, että kesäaikaan aurinko paistaa korkealta ja talviaikaan matalalta. Matalalta paistava aurinko voi aiheuttaa häikäisyn riskejä.

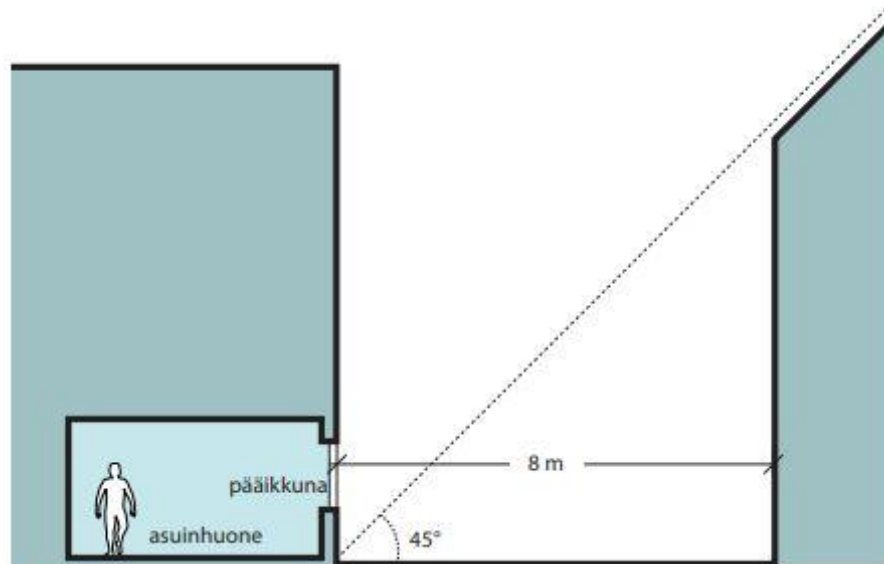




**Kuva 1** Kaaviota voi käyttää apuna, kun pohtii asuintalon avautumissuuntia. Kaaviosta ilmenee muun muassa kuinka auringon nousu ja lasku ilmansuunnat ja kellonajat vaihtelevat vuoden aikana. Lähde: Arkkitehtuuritoimisto Kimmo Lylykangas Oy, SunZEB-hanke 2015.

## 2.3 Luonnonvalo määräyksissä ja ohjeissa

Suoria määräyksiä koskien asunnon luonnonvalo-olosuhteita ei Suomessa ole, vaan määräykset ovat välillisiä esimerkiksi ikkunasuunnittelun kautta. Ympäristöministeriön asetuksen asuin-, majoitus- ja työtiloista (1008/2017) 5 §:n mukaan ”asuin- ja majoitustilan ikkunan valoaukon on oltava vähintään 1/10 huonealasta. Ikkunan sijoituksen ja muun järjestelyn on varmistettava huoneen valoisuus, näkymä ulos huoneesta sekä huoneen kalustettavuus. Asuinhuoneen ja majoitustilan ikkunan tai sen osan on oltava avattavissa.” Asetuksessa sanotaan myös, että ”etäisyyden asuinhuoneen pääikkunan edessä samassa tai naapuriinteistössä olevaan vastapäiseen rakennukseen on oltava vähintään yhtä suuri kuin vastapäisen rakennuksen korkeus huoneen lattiatasolta mitattuna. Pääikkunan edessä on kuitenkin oltava vähintään 8 metrin etäisyyteen asti rakentamatonta tilaa.” Vikberg (2014, 48) kertoo tutkimuksessaan, että tiiviissä kaupunkirakentamisessa asemakaavaan saatetaan määrätä pienemmät etäisyydet, kuten on käynyt esimerkiksi Helsingin Kalasataman asemakaavassa.



**Kuva 2** Kuva havainnollistaa, mitä Ympäristöministeriön (1008/2017) 5 §:n asetus käytännössä tarkoittaa. Kuvassa 45 asteen valokulma huoneen lattiatasoon nähden täyttyy. Lähde: RT 103260, 13.

Maankäyttö- ja rakennuslaissa (132/1999) 117 j §:ssä määrätään, että ”asuin-, majoitus- tai työtiloja sisältävä rakennus on sijoitettava ja rakennuksen tilat järjestettävä ympäristötekijät ja luonnonolosuhteet huomioon ottaen. Asuin-, majoitus- ja työtilassa on oltava ikkuna luonnonvalon saamiseksi. Työtilan ja yhden asuinhuoneistossa olevan asuinhuoneen valaistus saadaan järjestää myös toisen tilan kautta tulevalle välillisellä luonnonvalolla.” Luonnonvalo on mainittu myös rakennuksen sisäilmastoa koskevissa määräyksissä. Ympäristöministeriön asetuksen (1009/2017) 3 §:n mukaan ”pääsuunnittelijan, erityissuunnittelijan ja rakennussuunnittelijan on tehtäviensä mukaisesti otettava huomioon rakennuksen käyttötarkoituksen mukainen sisäilmasto, kun suunnitellaan tilojen valaistusta ja päivänvalon hyödyntämistä.”

Luonnonvalon säätelyyn on tehty ohjeita, vaikkei suoria määräyksiä olekaan. RT-ohjekortissa 07-10912 (2008) esitetään keinoja päivänvalon hallintaan niin, että rakennus saa valoa tasaisesti ja hallitusti. RT-kortissa esitetyt tärkeimmät suunnitteluperiaatteet ovat:

1. ”Huolehditaan riittävästä valon määrästä ja ikkunanpinnan määrästä tilan käytön mukaan.”
2. ”Pyritään siihen, että valo jakautuu tilaan riittävän tasaisesti ja että myös näkyvät pinnat saavat miellyttävän ja tilaan sopivan valoisuuden (luminanssin).”

3. "Vältetään kirkkaita, häikäiseviä alueita näkökentässä, erityisesti jos näkötehtävät sitä edellyttävät, ja rajoitetaan suoran auringonvalon pääsyä sisätilaan tarpeen mukaan. "

Vikberg (2014) on tutkimuksessaan määrittänyt myös yhdeksän kohdan listan hyvin luonnonvalaistulle asunnolle. Määritelmiä voidaan käyttää suunnittelun apuna ja tavoitteina.

1. "Asunnon tulisi olla valoisia. "
2. "Asunnon luonnonvalaistus tulisi olla muuttuva, mikä mahdollistaa elävän arkkitehtuurin ja vuorokausirytmien."
3. "Asuntoon tulisi osua suoraa auringonvaloa talvella (edes hetkellisesti). "
4. "Asunnosta tulisi olla yhteys ulkomaailmaan. "
5. "Asunnon tulisi turvata asukkaan yksityisyys. "
6. "Asunnon valaistuksesta mahdollisimman paljon tulisi olla luonnonvalaistusta."
7. "Häikäisyriski tulisi olla kontrolloitu. "
8. "Luonnonvalon hyödyntäminen tulisi olla luonnollinen osa rakennuksen arkkitehtuuria. "
9. "Asunnon tulisi hyödyntää lämmitykseen mahdollisimman paljon passiivista aurinko- energiaa ilman ylikuumenemisen riskiä tai aikaisemmin mainittujen tavoitteiden vaarantamista. "

## 3. LUONNONVALO ASUNTOSUUNNITTELUSSA

Tilan luonne vaikuttaa siihen, minkälaiset valo-olosuhteet sinne on hyvä luoda. Erilaisilla suunnitteluratkaisuilla tilaan voidaan saada hyvinkin voimakasta valoa ja suuria kontrasteja, mutta asuntoihin pyritään usein saamaan tasainen ja pehmeä valo. Asunnon sisällä eri huoneilla voi olla erilaisia tarpeita valon suhteen. Kuitenkin kaikissa huoneissa, joissa vietetään aikaa, on määräysten mukaan oltava ikkuna (ks. kappale 2.3.).

Miten luonnonvalo pääsee asuntoon ja miten se käyttäytyy asunnossa, on pitkälti kiinni arkkitehdin suunnitteluratkaisuista. Vaikuttavia tekijöitä ovat rakennuksen sijainti ja ympäristö, rakennuksen oma massa ja muotokieli sekä asuntojen pohjaratkaisut, ikkunat ja pintamateriaalit. Tässä osiossa syvennytään edellä mainittuihin tekijöihin ja tutkitaan niiden vaikutusta luonnonvalo-olosuhteisiin.

### 3.1 Asunnon sijainti ja suuntaus

Asunnon maantieteellisen sijainnin lisäksi luonnonvalon suunnittelu on vahvasti yhteydessä aluekohtaiseen sijaintiin ja lähiympäristön luonteeseen. Kaupunkikerrostalon luonnonvalo-olosuhteita suunniteltaessa tulee esimerkiksi ottaa huomioon erilaisia asioita verrattaessa taajamakerrostalon suunnitteluun. Kaupunkiympäristö voi asettaa paljon rajoitteita suunnittelulle, jos rakennettava alue on hyvin ahdas. Rakennussuunnittelija ei lähtökohtaisesti pysty vaikuttamaan ympäröivään kaupunkirakenteeseen, mutta siihen voi, miten hän ympäristön huomioi ja ottaa osaksi suunnitelmaa. Onkin tärkeää suunnittelun alusta lähtien tiedostaa ympäristö ja sen ominaisuudet, jotta rakennuksessa saadaan hyödynnettyä luonnonvalon parhaimmat puolet.

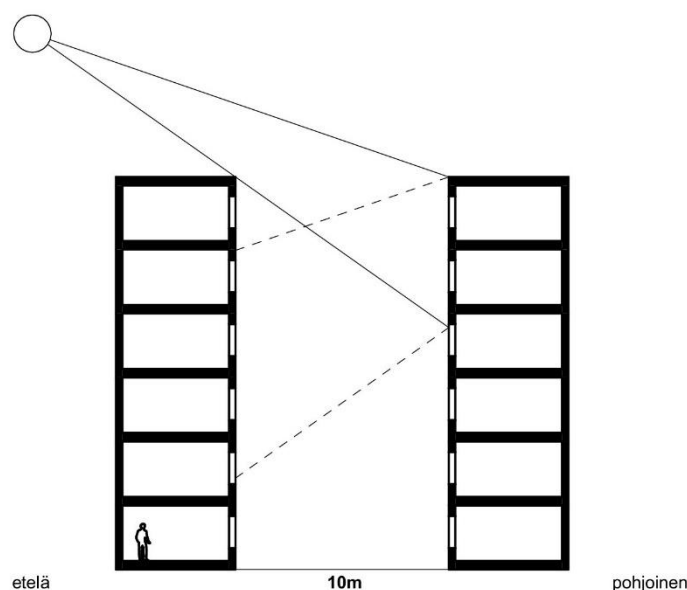
Auringon kierto otetaan useimmiten luonnonvalon suunnittelussa hyvin huomioon, ainakin perus periaatteiltaan. Rakennukselle paras aukeamissuunta on etelä, sillä pohjoisesta ei saada suoraa auringonvaloa ja suuntaus itään tai länteen voi aiheuttaa häikäisyä ja ylikuumenemista (Vikberg 2014, 54–55). Tiiviissä kaupunkiympäristössä ilmansuuntien merkitys kuitenkin pienenee entisestään (ks. alaluku 3.1.1.). Rakennusten aukeamissuunnat tulisi huomioida jo kaupungin suunnitteluvaiheessa. Esimerkiksi eteläjulkisivujen varjostusta voidaan vähentää mitoittamalla itä–länsi-suuntaiset kadut

mahdollisimman leveiksi. Mitoittamalla etelä–pohjois-suuntaiset kadut puolestaan kapeiksi, voidaan estää matalalta paistavan aamu- ja ilta-auringon häikäisyä. Matalat rakennukset on hyvä sijoittaa korkeampien rakennuksien eteläpuolelle. (Vikberg 2014, 56)

### 3.1.1 Asunnon lähiympäristö

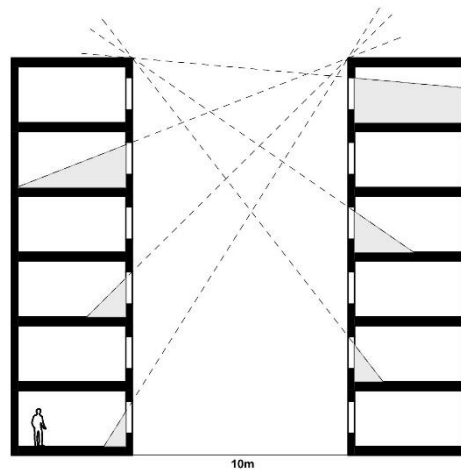
Kaupunkirakentamiselle on ominaista korkeat kerrostalot, jotka tiiviissä ympäristössä luovat esteitä, varjoja ja heijastuksia ympärilleen. Etenkin kerrostalojen alimmat kerrokset jäävät helposti vähemmälle luonnonvalolle aukesivat ne mihin ilmansuuntaan vain. Myös luonnonvaloa Suomen kontekstissa tutkinut Hanna Vikberg (2014, 46) toteaa, että: ”Esteen vaikutus on erityisen suuri pohjoisessa, missä aurinkokulmat ovat talvisin hyvin pieniä ja matalatkin esteet voivat vaikuttaa rakennuksen luonnonvalon ja aurinkoenergian saantiin huomattavasti.”

Kaupunkitiloissa, joissa viereiset rakennukset rajoittavat luonnonvalon pääsyä suoraa asuntoihin, voi ulkoheijastuskomponentin merkitys olla hyvinkin tärkeä (Vikberg 2014, 58). Ulkoheijastuskomponentti (ERC) on ympäröivien rakennusten heijastamaa luonnonvaloa (Baker & Steemers 2002, 58). Esimerkiksi auringon paistaessa voi muodostua tilanne, jossa osa pohjoiseen avautuvista asunnoista saavat enemmän luonnonvaloa kuin etelään aukeavat alimpien kerrosten asunnot. Heijastuvan valon määrään vaikuttavat vastapäisen rakennuksen materiaalit ja ikkunat. Seuraavassa kuvassa havainnollistetaan auringon valon säteilyä kapeassa katutilassa.



**Kuva 3** Havainnekuvassa aurinko paistaa 45 asteen kulmassa suoraa etelästä.

Korkeat rakennukset ovat yhtä lailla esteitä myös hajavalon saannille. Vikbergin (2014, 46) mukaan huoneeseen saapuvan hajavalon määrään vaikuttaa näkymä taivaalle. Hajavaloa on vaikeampi tutkia kuin suoraa auringonvaloa, koska hajavalolla ei ole tiettyä suuntaa. Mutta hyvin pitkään tunnettua, luonnonvalon tutkimiseen käytettyä "no sky line" -metodia voidaan käyttää apuna hajavalon tutkimisessa. No sky -linja on ikkunaseinän suuntainen rajan, jonka takaa huoneesta ei ole näkymää taivaalle. (Baker & Steemers 2002, 58–59)



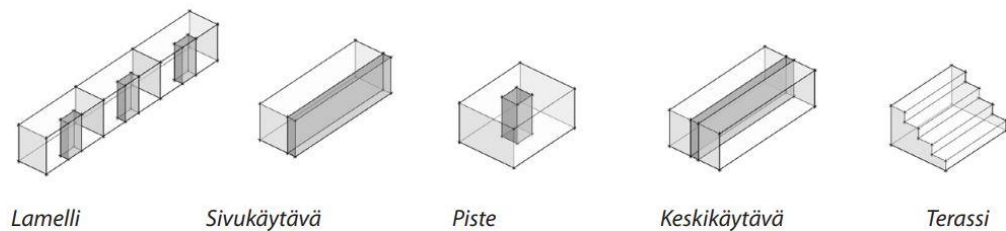
**Kuva 4** Kuvalla pyritään havainnollistamaan, miten no sky -linjaa voidaan käyttää hajavalon tutkimiseen. Kuva myös osoittaa, kuinka hajavaloo pääsee asuntoihin kapeassa katutilassa.

## 3.2 Rakennuksen massoittelu

Kun suunniteltavana ei ole suurempi kaupunkialue, on yksittäisen rakennuksen oma muotokieli ja pohjaratkaisut se, jolla vastataan ympäristön antamiin valo-olosuhteisiin. Ei riitä, että luonnonvalo pääsee vain sisään asuntoon vaan sen on päästävä koko tilaan mahdollisimman syväälle ja tasaisesti. On myös pidettävä huolta, ettei suora auringonvalo pääse paikkoihin, jossa se voi tuottaa häiriötä. (Frazier 2003, 54) Mikäli talon massa on lähtökohtaisesti huono valo-olosuhteiden kannalta, on tilannetta hankala korjata enää yksittäisen asuntopohjan suunnittelulla. Tässä luvussa tutustutaan ensin yleisimpiin talotyyppologioihin ja miten ne vaikuttavat asuinhuoneistojen luonnonvaloon (alaluku 3.2.1.) ja sen jälkeen itse asuntoihin ja pohjaratkaisuihin (alaluvut 3.2.2., 3.2.3. ja 3.2.4.).

### 3.2.1 Erilaiset talotypologiat

Kerrostalotypologioiden jako perustuu rakennuksen sisäisiin liikennejärjestelmiin sekä asuntojen tai rakennusmassojen ryhmittelytapaan (Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto 2007, 40). Todellisuudessa kerrostalot voivat olla kuitenkin yhdistelmiä useammasta erilaisesta typologiasta. Yleisimpiä typologioita tutkittaessa pääsee kuitenkin käsitykseen asuinkerrostalojen massoitteluun liittyvistä sekä hyvistä että huonoista luonnonvalo-ominaisuuksista.



**Kuva 5** Harjoittajan graafinen esitys kuvaa eri talotypologioita. Lähde: Asuntosuunnittelun perusteet 2011, Aalto-Yliopisto.

Vuosina 1995–2004 valmistuneista asuinrakennuksista 99 % oli lamelli- tai pistetaloja. Lisäksi tehtiin joitakin sivu- ja keskikäytävataloja. (Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto 2007, 35) Lamellitalolle ominaista on, että porrashuone sijaitsee talon ulkoseinällä tai rakennuksen rungon keskellä. Lamelleja liitetään usein toisiinsa kiinni nauhaksi. Ihanteellisessa lamellissa on kerroskohtainen kaksi- tai kolmijakoinen rakenne. Sen hyvänä puolena on läpivierun avautuvat asunnot. Tehokkuusvaatimusten myötä kerroskohtainen asuntoala on kuitenkin kasvanut. (Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto 2007, 41) Yhdessä kerroksessa asuntoja saattaa olla jopa viidestä kuuteen, mikä tarkoittaa että suurimmassa osassa asuntoja kaikki ikkunat aukeavat vain yhteen suuntaan. Lisäksi osat asunnot jäävät helposti syviksi ja kapeiksi, jolloin luonnonvaloa on hankala saada ylettymään koko asuntoon. Hieman uudemmalla niin kutsutulla ”rikottujen lamellien” tekniikalla voidaan lisätä ikkunoiden määrää suunnittelemalla massan keskelle aukon. Näin saadaan enemmän julkisivupintaa ja tilaa ikkunoille. Ikkunoista ei välttämättä ole näkymää taivaalle, jolloin valo heijastuu vastakkaisista pinnoista. Tämä tulee huomioida ikkunan koon suunnittelussa. (Vikberg 2014, 61)

Pistetaloissa porrashuone sijaitsee yleensä keskellä taloa tai ulkoseinällä. Pistetaloja voi kytkeä toisiinsa tai muihin rakennustyyppisiin, mutta niille tyypillistä on, että rakennus aukeaa kaikkiin suuntiin. (Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto 2007, 46) Hyvällä

suunnittelulla onkin mahdollista saada asunnoista aukotusta useampaan eri suuntaan, joka on optimaalista luonnonvalon kannalta. Usein käy kuitenkin niin, että yksittäiset asunnot aukeavat vain yhteen suuntaan (Vikberg 2014, 61). Asunnon auetessa vain yhteen ilmansuuntaan, tulee olla erityisen tarkka aukeamissuunnasta ja mahdollisista esteistä, jotta luonnonvalo pääsee asuntoon.

Sivukäytävä- ja luhtitaloissa porraskäytävät ovat yhdellä rakennuksen sivulla, mikä mahdollistaa usean asunnon kulkuyhteyden yhtä porrashuonetta ja hissiä kohti. (Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto 2007, 52) Sivukäytävätiloissa on erityisen tärkeää huomioida kapea runkosyvyys, jotta luonnonvalo pääsee asunnon syvimpäänkin kohtaan. Ikkunoiden lisääminen sivukäytävään on yleensä hankalaa yksityisyyden ja paloturvallisuuden kannalta. (Vikberg 2014, 62) Jos sivukäytävän sijoittaakin joka toiseen kerrokseen ja tekee asunnoista kaksikerroksisia, saa toisen kerroksen avattua myös käytävän suuntaan (Huttunen et al. 2011, 12). Lisäksi tämä mahdollistaa asuntoon korkeammat ikkunat, jolloin luonnonvalo pääsee syvemmälle asuntoon (ks. kappale 3.3.1).

Keskikäytävätilossa porrashuone sijoittuu vaakasuuntaisesti rakennuksen keskelle. Talotyyppille ominaista on syvät rungot ja porrashuoneen kummallekin puolelle avautuvat asunnot. (Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto 2007, 53) Tyypillisesti asunnot siis aukeavat vain yhteen suuntaan. Kuten sivukäytävätiloissa myös keskikäytävätiloissa on hyvä mahdollisuus kaksikerroksisiin asuntoratkaisuihin, mikä parhaimmillaan tarkoittaa valon pääsyä pidemmälle asuntoon. Syvän rungon ja keskikäytävän varrelle sijoittuvat, yhteen suuntaan aukeavat pienet asunnot ovat kuitenkin yleistyneet (Ympäristöministeriö 2021, 21). Nämä pienet asunnot ovat useimmiten pitkän ja kapean mallisia niin, että syvällä rungossa oleva asunnon osa jää vaille luonnonvaloa.

Terassitalo voi toteutua erilaisilla liikennöintiperiaatteilla, mutta oman talotypologian sille antaa porrastuva muoto. Terassoituvat rakennukset sopivat luontevimmin rinnemaastoon, jotta vältetään alimpien kerrosten runkosyvyyden kasvamiselta. Rakennuksen pimeisiin osiin voidaan sijoittaa muita toimintoja, kuten liiketiloja, pysäköintiä ja asumisen aputiloja. (Huttunen et al. 2011, 14) Terassien leikkaussuunnalla voidaan vaikuttaa rungon syvyyteen. Porrastuva muoto mahdollistaa valoisat ja pihamaiset terassit, kun rakennuksen yläpuoliset rakenteet eivät ole varjostamassa alapuolisia (Vikberg 2014, 63). Terassitalolla voi saada hyvinkin monipuoliset luonnonvalo-olosuhteet aikaan. Alimmat kerrokset vaativat kuitenkin huolellista suunnittelua.



### 3.2.2 Asunnon pohjaratkaisut

Rakennuksen typologia ja kerrospohjaratkaisut määrittävät, montako asuntoa yhteen kerrokseen mahtuu ja miten asunnot sijoittuvat kerrokseen. Useimmiten yhteen kerrokseen yritetään saada mahdollisimman monta asuntoa pyrittäessä mahdollisimman tehokkaaseen pohjaratkaisuun. Tämä johtaa helposti tilanteeseen, jossa pieniä asuntoja tehdään paljon. Ympäristöministeriön (2021) tutkimuksen tulokset paljastavat, että kerrostaloasunnoissa suurimmat ongelmat luonnonvalon kanssa on yksiöillä ja kaksioilla. Tutkimuksessa verrattiin kerrostaloasuntojen eri ominaisuuksia ja tuloksista voi havaita, että kolmiot ja sitä suuremmat kerrostaloasunnot ovat valoisampia kuin yksiöt ja kaksiot. Tuloksista käy myös ilmi, että asuinhuoneiden luonnonvalo-olosuhteet ovat parantuneet viime vuosina valmistuneissa asunnoissa huomattavasti lukuun ottamatta vuokrattavia yksiöitä ja kaksioita. Näiden kohdalla syy johtunee pitkänomaisista tiloista.

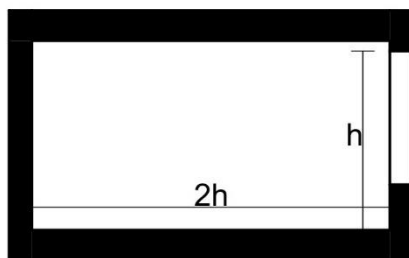
Asuntojen pohjaratkaisut määrittävät myös, miten huoneet asettuvat asunnon sisällä. Aputilat sijoitetaan useimmiten asunnon hämärimpiin paikkoihin, kuten lähelle rungon keskustaa. Aputiloja ovat esimerkiksi kylpyhuone ja sauna sekä kodinhoituhuone ja säilytystilat. Näissä tiloissa ei varsinaisesti vietetä aikaa, joten tilat voidaan valaista keinovaloilla. RT-ohjekortiston mukaan kaikkien asuinhuoneiden tulee saada luonnonvaloa. Määräykset sallivat kuitenkin yhden asuinhuoneen saavan päivänvaloa toisen tilan kautta välillisesti. Tässä tilanteessa on huolehdittava riittävästä päivänvalon määrästä ja näkymän toteutumisesta. (RT 103260 2020, 17)

Asuintiloilla kuten olohuoneella, keittiöllä, makuuhuoneella ja työhuoneella on kaikilla omat roolinsa, jonka voi huomioida luonnonvalo-olosuhteiden suunnittelussa. Esimerkiksi makuuhuoneen voi sijoittaa aamuaurinkoon päin, jotta auringon valo auttaa heräämisessä. Keittiö ja olohuone ovat päivä- ja ilta-aikaan kovalla käytöllä, joten suuntaus etelä-länsi-akselille on optimaalisin luonnonvalon kannalta. Työhuoneessa tulee miettiä valonsaantia työskentelyn näkökulmasta. On hyvä tutkia, miten aurinkoisena päivänä valo osuu huoneeseen niin, että on mukava työskennellä ilman häikäisyn riskiä. Harvassa kerrostaloasunnossa on kuitenkin mahdollista sijoittaa huoneita auringon kierron mukaan, joten tärkeintä on pitää huolta riittävästä ja tasaisesta luonnonvalosta.

### 3.2.3 Asunnon mittasuhteet

Runkosyvyyden ja huonekorkeuden suhde on luonnonvalon kannalta yksi tärkeimmistä huomioitavista asioista etenkin kerrostaloissa, koska luonnonvalo tulee pääsääntöisesti rakennukseen seinien aukotuksen kautta. Huoneen korottaminen lisää avaruuden tunnetta, mutta mahdollistaa myös korkeammat ikkunat. Korkeammat ikkunat tarkoittavat, että valo pääsee myös syvemmälle asuntoon (ks. kappale 3.3.2.). Syvärunkoisissa asunnoissa olisikin hyvä, että huonekorkeus on riittävä takaamaan valon pääsyn runkoon. Valonsaanti ei kuitenkaan useimmiten määrittele rakennusten ja huoneiden korkeuksia, joten parempi ja varmempi keino vaikuttaa luonnonvalaistukseen on kiinnittää huomiota asunnon syvyyteen. (Vikberg 2014, 65-66)

Asunnon syvyyden määrittämiseen voi apuna käyttää nyrkkisääntöä ikkunan yläreunan suhteesta huoneen syvyyteen: luonnonvalo yltää 2 kertaa niin syvälle, kuin ikkunan yläreunan etäisyys on lattiasta (Baker & Steemers 2002, 65). Näin ollen, kun kerrostalo on varustettu minimihuonekorkeudella, joka nykyisten asetusten mukaan on 2,5 metriä (1008/2017) ja katonrajaan ylettyvällä ikkunalla, pääsee valo noin 5 metrin syvyyteen. Jos huoneessa ei ole muita ikkunoita, on laskentamallin mukaan sopiva syvyys huoneelle 5 metriä. Tämä laskentamalli on suuntaa antava eikä siinä ole huomioitu esimerkiksi mahdollisia esteitä kuten parvekkeita.



**Kuva 6** Runkosyvyyden nyrkkisääntö. Kuva perustuu Bakerin & Steemersin (2002, 65) julkaisuun.

### 3.2.4 Parvekkeet

Parvekkeiden vaikutus asunnon valoisuuteen on merkittävä, etenkin jos vastapäinen rakennus estää jo valmiiksi suuren osan näkymästä taivaalle. Parvekkeen syvyydellä onkin suuri vaikutus sekä sen takana olevan huoneen luonnonvaloon, että alapuolisen asunnon luonnonvalo-olosuhteisiin. Parveke toimii esteenä sekä suoralle auringonvalolle että hajavalolle. (Vikberg 2014, 69) Parvekkeet saattavat olla koko

asunnon levyisiä, milloin ne yhdessä muodostavat koko julkisivun peittävän parvekevyöhykkeen. Lylykankaan (2016) tutkimuksissa käy ilmi, voi parvekkeen rakenteet ja lasitus heikentää takana olevan tilan keskimääräistä päivänvalosuhdetta 40–54 %. Toisaalta etenkin lasitetut parvekkeet toimivat hyvänä sääsuojana rakenteille ja parantavat rakennuksen eristävyttä parvekkeiden kohdilta (Hilliaho 2010, 35).

RT-kortistossa kalustamisen näkökulmasta käytännöllisen parvekkeen mitaksi suositellaan 1,8–2,4 metriä (RT 93-10544, 3). Jos parveke on 1,8 metriä syvä, voi se ikkunan korkeudesta riippuen pienentää näkyvän taivaan kulmaa 70 %. Parvekkeen ollessa 2,4 metriä pienentyy näkyvän taivaan kulma 80 %:iin. Jos asunto puolestaan sijaitsee korkealla, eikä näkymää taivaalle ole estetty, voidaan parvekettä tietoisesti käyttää varjostavana elementtinä häikäisyyn ja ylikuumentumiseen. (Vikberg 2014, 69)

Parvekkeiden negatiivisia vaikutuksia on mahdollista vähentää parvekkeiden terassoimisella ja porrastuksella (Vikberg 2014, 68). Lisäksi sisäänvedetyt kokonaan tai osittain lasiset parvekkeet voivat tuoda jopa valoa asuntoon, kuten Jyväskylän Puukuokka-kerrostalokorttelissa. Sisään vedetyn parvekkeen etuna on myös se, ettei parveke muodosta uloketta varjostamaan ympäröiviä asuntoja.

### **3.3 Asunnon ikkunat**

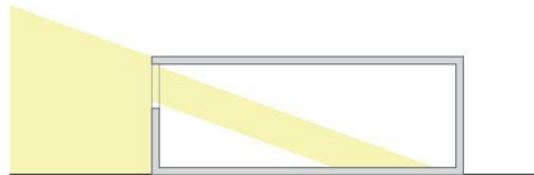
Ikkunalla voi olla erilaisia tarkoituksia, mutta kolme sen tärkeintä tehtävää on valaista, antaa näkymä ja mahdollistaa tuulettaminen. Ikkunoiden määrä, koko ja muoto sekä sijainti vaikuttavat voimakkaasti tilan luonteeseen ja valon määrään. (Baker et al. 1993, 5.7) Luonnonvalo-olosuhteiden lisäksi ikkunoiden suunnittelussa tulee miettiä ikkunan roolia energiatehokkuuden, sisälämpöolosuhteiden, häikäisyn, melun ja yksityisyyden kannalta. Ikkunoiden suunnittelussa ja sijoittelussa lisähaastetta voi tuoda esteettinen puoli eli miten ikkunat sopivat julkisivuun.

Tässä luvussa keskitytään tarkastelemaan, miten ikkunoiden suunnittelulla voidaan vaikuttaa asunnon luonnonvalo-olosuhteisiin (alaluvut 3.3.1., 3.3.2. ja 3.3.3.). Luvussa sivutaan hieman myös energiataloutta, mutta aihe on niin laaja, ettei se kokonaisvaltaisesti mahdu tähän selvitykseen.

### 3.3.1 Ikkunan sijoittelu

Luonnonvalo tulee pääsääntöisesti yläviistosta, joten teoreettisesti tarkasteltuna kattoikkuna olisi tehokas keino asunnon luonnonvalo-olosuhteiden parantamiseksi. Kerrostaloissa tällainen on kuitenkin hankalasti toteutettavissa ja siksi harvinaista. RT-ohjekortistossa sanotaan, että kussakin asuinhuoneessa tulee vähintään yhden ikkunan sijaita niin, että siitä näkee ulos. Ikkunoiden alareuna tulisi ulottaa niin, että lapset ja istuvat aikuiset näkevät oleskelutiloista ulos. Tämä on tärkeää varsinkin vanhuksille ja pyörätuolin käyttäjille. Lisäksi huoneissa voi olla lape- tai kattoikkuna valoisuuden lisäämiseksi. (RT 103260 2020, 17)

Vikberg (2014) on tutkinut ikkunan asemoinnin vaikutusta asunnon luonnonvalo-olosuhteisiin ja analysoinut sen sijoittelun merkitystä. Ikkunan aseointi ei vaikuta merkittävästi huoneen keskimääräiseen valonsaantiin, mutta sillä on merkitys valon jakautumiseen. Vertikaalisesti korkealle, katonrajaan sijoitettu ikkuna päästää valoa pidemmälle huoneeseen ja heijastaa sitä myös katon kautta. Ikkunan ollessa nauhamaisen leveä, jakautuu valo huoneeseen tasaisesti. Ja mitä alemmas ikkunan alareuna ulottuu, sitä enemmän etuala saa valoa. Korkealle sijoitetut ikkunat voivat kuitenkin olla ongelmallisia aurinkoisina päivinä, jolloin aurinkosuojaus tulee olla mietittynä.



**Kuva 7** Vertikaalisesti korkealle sijoitetulla ikkunalla luonnonvalo ylettyy pidemmälle huoneeseen. Lähde: Vikberg 2014, 75.

Luonnonvalon näkökulmasta matalalle, työskentelytason alapuolelle sijoitettuja ikkunoita tulee välttää. Ne eivät varsinaisesti paranna huoneen valo-olosuhteita, mutta osallistuvat kuitenkin lämpöhävikkiin. Matalalla sijaitseva ikkuna aiheuttaa vahvan kontrastin huoneen etu ja takaosien välille. (Vikberg 2014,75) Hämärässä huoneessa lattiasta heijastuva valo saattaa tuntua silmissä jopa häikäisevältä. Lapsen näkökulmasta matalalle sijoitettu ikkuna voi puolestaan saada tarkoituksen luomalla näkymän ulos.



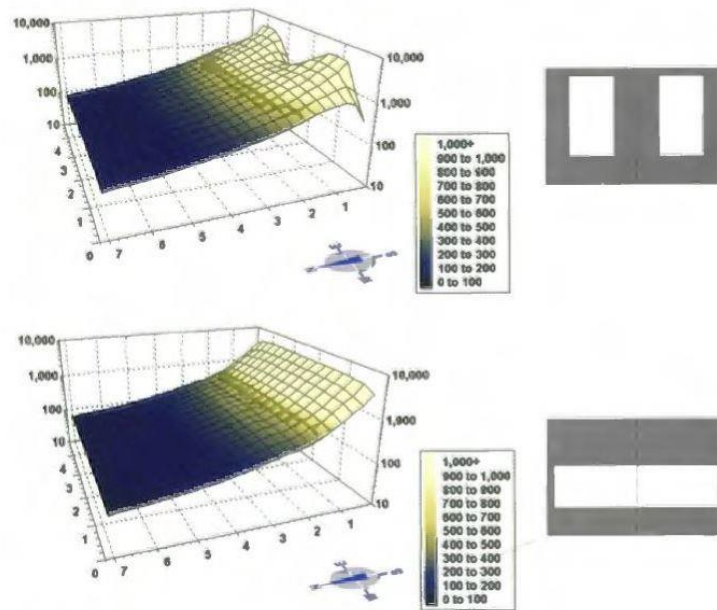
**Kuva 8** Ikkunan vertikaalisen sijainnin vaikutus keskellä ja matalalla luonnonvalon syvyyteen huoneessa. Lähde: Vikberg 2014, 75.

Vertikaalisesti seinän keskelle sijoitettu ikkuna on melko normaali näky suomalaisissa asunnoissa. Siinä toteutuu hyvin näkymän luominen ja valo tulee keskitetysti huoneeseen. Etenkin kerrostaloissa ikkunan kasvattaminen ylöspäin sen sijaan, että ikkunan alinjaa ulotetaan alaspäin, voisi lisätä valon ulottumista pidemmälle asuntoon. Ikkunan kasvattaminen kohti katonrajaan lisäisi myös huoneen kalustettavuutta ja vähentäisi vedon tunnetta (Vikberg 2014, 76).

Ikkunan horisontaalisella sijoittelulla voidaan vaikuttaa luonnonvalon suuntaukseen huoneessa. Keskellä seinää sijaitseva ikkuna valaisee päivän kuluessa laajimmin huonetta. Kulmaikkunat puolestaan luovat suuremman kontrastin huoneeseen. Kulmaikkunalla voi saada miellyttävää ja pehmeää valoa aikaan, kun viereinen seinä heijastaa valoa huoneeseen.

### 3.3.2 Ikkunoiden muoto ja pinta-ala

Ikkunat voidaan muodon perusteella jakaa vertikaalisiin, horisontaalisiin ja neliöihin. Vertikaalinen ikkuna antaa luonnonvalolle parhaimmat mahdollisuudet päästä syvälle huoneeseen, koska osa ikkunasta ylettää korkealla ikkunaseinällä. Nauhamaisten horisontaalisten ikkunoiden etuna on taas läpi vuorokauden tasaisena pysyvä luonnonvalo. Ikkunan muodolla ei ensisijaisesti ole merkitystä huoneeseen pääsevän valon määrään (ks. kuva 9), ellei se vaikuta lasitukselle varattavaan vyöhykkeeseen. (Baker & Steemers 2002, 66) Sen sijaa ikkunan pinta-alan merkitys on suurempi.



**Kuva 9** Luonnonvalon jakautuminen kahdesta vertikaalisesta ikkunasta verrattuna jakautumiseen saman kokoisesta horisontaalisesta ikkunasta. Lähde: Baker & Steemers 2002, 66.

Vikbergin (2014, 81) mukaan suomalaisissa kerrostaloissa ikkunoiden pinta-alat pysyvät useimmiten samana kerroksesta riippumatta. Joskus tilanne on kuitenkin se, että ylimpien kerrosten ikkunat ovat pinta-alaltaan suurempia kuin alempien kerrosten. Asettelen taustalla on todennäköisesti ajatus siitä, että alempien kerrosten pienemmällä ikkunoilla saadaan suojattua yksityisyyttä ja ylempien kerrosten suurilla ikkunoilla saadaan avattua laajat näkymä. Tiiviissä kaupunkiympäristössä luonnonvalon pääseminen alimpiin kerroksiin on usein kuitenkin rajoittunutta ympäröivien rakennusten johdosta (ks. kappale 3.1.), eikä pinta-alaltaan pienet ikkunat paranna tilannetta. Niin kuin Vikberg (2014, 81) tekstissään toteaa, suurimpien ikkunoiden tulisi sijaita alimmissa kerroksissa varmistamassa parempaa luonnonvaloa. Kun taas ylimmissä kerroksissa pienemmät ikkunat vähentävät häikäisyn- ja ylikuumenemisen riskejä.

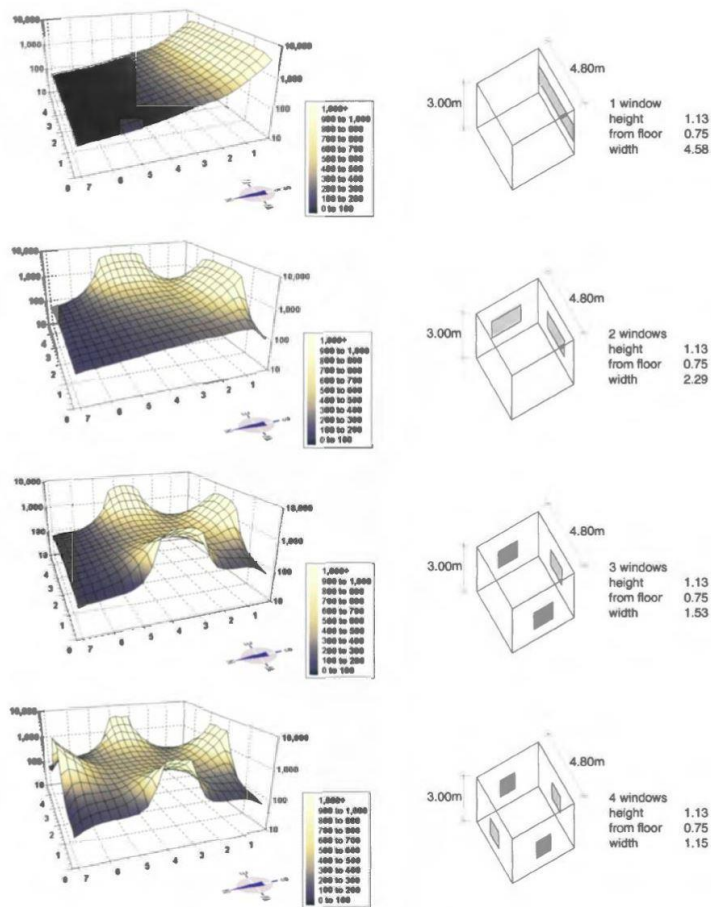
On hyvin tapauskohtaista, mikä on paras koko ikkunalle, joten yhtä suositusta on hankala löytää. Suomessa ei aina saavuteta tyydyttävää valaistusta vain seuraamalla rakentamismääräyskokoelman vaatimusta huoneen valoaukosta, jonka tulisi olla 10 % lattiapintaalasta. Onkin tärkeää, että suunnittelija osaa itse huomioida seikat, jotka vaikuttavat luonnonvaloon. (Vikberg 2014, 82)

Energiatalouden näkökulmasta katsottuna voidaan todeta, että lähtökohtaisesti suuri ikkunapinta-ala lisää ulkovaipan lämpöhäviötä, koska parhaimmatkin ikkunat ovat huonompia eristämään lämpöä verrattuna ulkoseiniin. Suurta ikkunapinta-alaa voidaan kuitenkin käyttää hyväksi hyödyntämällä aurinkoenergiaa passiivisesti

lämmityskaudella. Luonnollisesti ikkunan koko vaikuttaa myös sähkövalaistuksen tarpeeseen. (Lylykangas et al. 2015, 32) Ympäristöministeriön (2021) julkaisusta käy ilmi, että ikkunoiden energiatehokkuus on parantunut viimeisten 20 vuoden aikana huomattavasti.

### 3.3.3 Ikkunoiden määrä

Yksittäinen ikkuna, huoneen kirkkaimpana kohtana herättää huomion eri tavalla kuin useampi ikkuna ja se saattaa luoda huoneeseen vahvoja kontrasteja. Kontrastien vähentämiseksi ja valon tasaisuutta lisäämään kannattaakin suunnitella useampi ikkuna, jos mahdollista. Kun ikkunoita saa jaettua useammalle eri seinälle, luonnonvalo jakautuu huoneeseen laajemmin eikä huone jää pimeäksi, jos esimerkiksi häikäisyn tai yksityisyyden takia sulkee verhot yhdestä ikkunasta. Jos ulkoseinäpintaa ei ole kuin yhdellä seinällä, voi huonetta avata muihin ikkunallisiin sisätiloihin. Pienikin sisäikkuna voi tasoittaa kontrastia tehokkaasti. (Vikberg 2014, 79)



**Kuva 10** Useampaan suuntaan avautuvat ikkunat hajauttavat luonnonvaloa tehokkaasti ja vähentävät kontrasteja. Lähde: Baker & Steemers 2002, 67.

Useimmiten yhteen ikkunaan on yhdistetty tuuletus, näkymä ja valaistus. Huoneeseen säteilevän valon määrä on kuitenkin melko sama riippumatta ikkunan pinta-alan jaosta yhteen tai useampaan ikkunaan (Baker & Steemers 2002). Ikkunan eri toimintoja on mahdollisuuksien mukaan hyvä eriyttää eri ikkunoihin: luonnonvalolle nauhaikkuna katonrajaan, seinän keskelle ikkuna näkymää varten ja tuuletus korkeaan sekä helposti avattavaan ikkunaan (Vikberg 2014, 81). Jos ikkunoita voi olla vain yhdellä seinällä, kannattaakin yksi ikkuna jakaa esimerkiksi kahtia ylempään ja alempaan ikkunaan. Näin kaihtimilla on helppo säädellä yksityisyyttä ja häikäisyä ilman, että luonnonvalo estyy kokonaan pääsemästä huoneeseen.



## 4. TULOKSET

Selvityksessä tarkasteltiin asunnon luonnonvalo-olosuhteisiin vaikuttavia tekijöitä, haasteita ja suunnittelun ratkaisuja, joilla luonnonvaloon voidaan vaikuttaa. Taulukkoon on koostettu tulokset keskeisimpien luonnonvalo-olosuhteisiin vaikuttavien tekijöiden haasteiden ja kehitysehdotusten tarkastelun kautta. Lisäksi jokaisesta luonnonvaloon vaikuttavasta tekijästä on kirjattu huomio, joka edistää hyviä luonnonvalo-olosuhteita asunnossa.

<b>Luonnonvalo-olosuhteisiin vaikuttavat tekijät:</b>	<b>Haasteet</b>	<b>Kehitysehdotukset</b>	<b>Luonnonvaloa edistävät suunnittelunratkaisut</b>
<b>Rakennuksen sijainti</b>	Suomen luonnonvalo-olosuhteet ovat hyvin vaihtelevat.	Tarvittaisiin enemmän tutkimustyötä suomalaisten asuntojen luonnonvalo-olosuhteista.	Sijainnin tiedostaminen ja sen ominaispiirteiden huomioiminen luonnonvalon suunnittelussa.
<b>Rakennuksen lähiympäristö</b>	Ympäröivät esteet vaikeuttavat luonnonvalon pääsyä asuntoihin. Etenkin alimmat kerrokset jäävät helposti hämäräksi tiiviissä kaupunkiympäristössä.	Alimpiin kerroksiin tulisi suunnitella isommat ikkunat ja julkisivujen materiaalivalinnoissa kiinnittää huomiota heijastavuuteen.	Eri korkuiset rakennukset auttavat luonnonvaloa pääsemään katutiloihin. Matalampi asuinrakennus tulee mahdollisuuksien mukaan sijoittaa korkeamman eteläpuolelle.

<b>Rakennuksen suuntaus</b>	Tiiviissä kaupunkiympäristössä rakennuksen suuntaaminen tiettyyn ilmansuuntaan voi olla hankalaa rajallisen tilan vuoksi.	Rakennusten aukeamissuunnat tulisi huomioida jo kaupungin suunnitteluvaiheessa.	Luonnonvalon kannalta etelä on paras aukeamissuunta.
<b>Talotypologiat ja kerrospohjat</b>	Asuntojen avautuminen vain yhteen suuntaan heikentää luonnonvalon saatavuutta, kuten myös rakennusten syvät rungot.	Asunnon olisi optimaalista aueta vähintään kahteen eri suuntaan tai olla kaksikerroksinen. Syviä runkoja tulisi lähtökohtaisesti välttää.	Kun asuntokohtaista julkisivupintaa on tarpeeksi, saadaan ikkunoita riittävästi.
<b>Asunnon pohjaratkaisut</b>	Huonot luonnonvalonolosuhteet korostuvat helposti pienissä asunnoissa. Pienet asunnot avautuvat usein yhteen suuntaan ja ovat malliltaan pitkiä ja kapeita.	Pienten asuntojen luonnonvalon saantiin tulisi kiinni erityishuomiota. Pienten asuntojen luonnonvalonolosuhteille voisi olla jopa omia määräyksiä.	Aputilojen sijoittaminen asunnon hämärimpiin osiin ja asuintilat ikkunapaikoille.
<b>Asunnon mittasuhteet</b>	Syvät ja matalat asunnot ovat haasteellisia luonnonvalon kannalta.	Syviä asuntoja tulisi välttää, mutta jos sellaisen suunnittelee voi luonnonvaloa parantaa tilan korkeuden kasvattamisella.	Asunnon syvyyden ja korkeuden oikea suhde on tärkeä. Huoneen syvyyden määrittämiseen löytyy hyvä nyrkkisääntö (ks. luku 3.2.3).

<b>Parvekkeet</b>	Parveke estää luonnonvalon pääsyä sen takana olevaan asuntoon ja saattaa toimia esteenä myös ympäröivien asuntojen luonnonvalon saannille. Suuret parvekevyöhykkeet ovat hankalia etenkin talvisin, kun on muutenkin hämärää.	Asuntokohtainen parveke voisi olla pieni esimerkiksi ranskalainenparveke. Talonyhtiöllä voisi olla isompi parveke yhteiskäyttöön.	Pieni parveke mahdollistaa paremmat luonnonvalo-olosuhteet asunnolle.
<b>Ikkunan sijoittelu</b>	Ikkunan ulottaminen lattianrajaan ei lisää merkittävästi huoneen luonnonvaloa, mutta ikkunan matala sijainti voi silti vaikuttaa negatiivisesti esimerkiksi energiatalouteen, meluun ja yksityisyyteen.	Ikkunan sijoittaminen noin 80–90 senttimetrinä ylöspäin katonrajaan asti parantaa luonnonvalon pääsemistä asuntoon ja vaikuttaa positiivisesti esimerkiksi yksityisyyteen ja kalustettavuuteen.	Mitä korkeammalla seinää ikkunan yläkarmi sijaitsee, sitä enemmän huone saa näkymää taivaalle ja luonnonvalo ylettää pidemmälle asuntoon.
<b>Ikkunan muoto</b>	Ikkunan muoto vaikuttaa oleellisesti rakennuksen ulkoarkkitehtuuriin. Ikkunan ulkonäöllisen muotokielen ja luonnonvalon optimointi yhteen voi tuottaa haasteita.	Rakennuksen ulkoarkkitehtuuria suunniteltaessa tulisi kiinnittää huomiota, miten ikkunoiden muotokieli vaikuttaa sisätilojen luonnonvalo-olosuhteisiin.	Ikkunan muoto on hyvä valita tilannekohtaisesti. Vertikaaliset ikkunat mahdollistavat syvälle huoneeseen ylettyvän luonnonvalon. Horisontaaliset ikkunat luovat tasaisempaa valoa ympäri vuorokauden.

<b>Ikkunan pinta-ala</b>	Suuret ikkunapinta- alat mahdollistavat hyvät luonnonvalo- olosuhteet, mutta ongelmia voi syntyä häikäisyn ja yksityisyyden kanssa.	Yhden isomman ikkunan voi jakaa esimerkiksi kahteen ikkunaan. Näin luonnonvalo säilyy, vaikka toisen ikkunan kaihtimet sulkisi.	Suuret ikkunapinta- alat päästävät luonnonvaloa paremmin sisään.
<b>Ikkunoiden määrä</b>	Jos huoneessa on vain yksi ikkuna, jakautuu luonnonvalo useimmiten epätasaisesti.	Pienikin ikkuna toiseen luonnonvalolliseen sisätilaan tasoittaa kontrasteja.	Luonnonvalo jakautuu huoneeseen sitä paremmin ja tasaisemmin, mitä useammalle seinälle on ikkunoita mahdollista saadaan.

## 5. YHTEENVETO

Tähän selvitykseen kerättiin olemassa olevien tutkimuksien pohjalta tietoa asuntojen luonnonvalo-olosuhteisiin vaikuttavista tekijöistä. Tarkastelu tapahtui suomalaisen kaupunkiympäristön ja erityisesti kerrostaloasumisen näkökulmasta ongelmakohtiin syventyen. Aiheen ajankohtaisuus on ilmeinen tiivistyvissä ja ylöspäin kasvavissa kaupungeissa, etenkin kun kotona vietetään enenevässä määrin aikaa. Suomen olosuhteet huomioon ottavaa tutkimusaineistoa luonnonvalon suunnittelusta löytyy niukasti ja määräykset ovat välillisiä, joten aiheen pohtiminen on perusteltua.

Selvitys osoittaa, että Suomessa asuntojen luonnonvalon säätelyyn haasteita tuo maantieteelliselle sijainnille ominaiset vaihtelevat luonnonvalo-olosuhteet. Taivaan hajavaloo on Suomessa tärkein luonnonvalonlähde, mutta hajavaloo on hankalampi tutkia kuin suoraa auringon valoo. Ilmansuunnat ovat luonnonvalon suunnittelussa merkitykselliset, mutta tiiviissä kaupunkiympäristössä niiden merkitys on vähäisempi. Luonnonvalon kannalta kapeat katutilat ovat lähtökohtaisesti hankalia lähiympäristön esteiden vuoksi. Sekä suora auringonvalo että taivaan hajavaloo pääsevät heikosti etenkin alimpien kerrosten asuntoihin.

On selvää, että ikkunan suuri pinta-ala vaikuttaa myönteisesti luonnonvalon määrään asunnossa. Suuret ikkunat etenkin alimmissa kerroksissa parantaisi asuntojen luonnonvaloo. Onkin ristiriitaista, että usein suuremmat ikkunat sijaitsevat kerrostalojen ylimmissä kerroksissa, joissa asunnot ovat myös alttiita häikäisylle ja ylikuumenemiselle. Ikkunan yläreunan sijoittaminen katonrajan tuntumaan on myös huomion arvoinen suunnittelun ratkaisu, joka vaikuttaa myönteisesti luonnonvaloon asunnossa.

Selvityksessä käy ilmi, että parveke voi merkittävästi syrjäyttää luonnonvalon pääsyä asuntoihin. On siis suotavaa miettiä parvekkeen kokoo ja sijaintia luonnonvalon näkökulmasta sekä toisinaan harkita parvekkeen pois jättämistä. Etenkin kaupunkiympäristöissä, joissa on valmiiksi hankalat luonnonvalo-olosuhteet, on asuntokohtaisia parvekkeita hyvä välttää kokonaan.

Suunnittelussa on tärkeää huomioida asunnon syvyyden ja korkeuden oikea suhde, johon voi esimerkiksi rakennuksen typologisilla ratkaisuilla vaikuttaa. Syviä runkoja on lähtökohtaisesti suotavaa välttää. Maankäytön tehostamisen johdosta asuinkerrostaloista pyritään tekemään mahdollisimman tehokkaita, joka tarkoittaa kerrospohjilta paljon pieniä asuntoja. Pienissä asunnoissa luonnonvalo-olosuhteet ovat yleisesti ottaen huonommat isoihin verrattuna, sillä pieniä asuntoja yhdistää usein

avautuminen vain yhteen suuntaan sekä asuntojen pitkä ja kapea muotokieli. Tästä herääkin kysymys, missä menee raja tehokkuuden ja asumisviihtyvyyden välillä.

Hyvät luonnonvalo-olosuhteet edistävät sekä asukkaan terveyttä ja viihtyvyyttä että kestäväää kehitystä ja asunnon pitkää elinkaarta. Työstä tehtyjen havaintojen pohjalta voidaan päätellä, että luonnonvalo on yleisesti ottaen melko pienessä roolissa asuinkerrostalojen suunnittelussa. Luonnonvalolla on kuitenkin paljon potentiaalia kestävään rakentamiseen ja energiatehokkuuden näkökulmasta, joten aiheella olisi paikka lisätutkimukselle.

# LÄHTEET

- Baker, N., Franchiotti, A., Steemers, K.**, 1993. *Daylighting in Architecture : a European Reference Book*. Lontoo: Taylor & Francis Group. ProQuest Ebook Central.
- Baker, N. & Steemers, K.**, 2002. *Daylight Design of Buildings*. Lontoo: Taylor & Francis Group. ProQuest Ebook Central.
- Baker, N. & Steemers, K.**, 2019. *Healthy Homes : Designing with Light and Air for Sustainability and Wellbeing*. RIBA Publications. ProQuest Ebook Central.
- De Luca, F., Lylykangas, K., Vikberg, H.**, 2019. Päivänvalo-olosuhteiden arviointi- ja ohjausmenetelmät. Saatavissa: [file:///C:/Users/Omistaja/Downloads/P%C3%A4iv%C3%A4nvalo-olosuhteet%2019.12.2019%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/Omistaja/Downloads/P%C3%A4iv%C3%A4nvalo-olosuhteet%2019.12.2019%20(3).pdf) [noudettu 12.4.2022].
- Englund, A. & Partonen, T.**, 2009. *Valon vaikutus terveyteen*. Duodecim, 125(6):609-16. Saatavissa: <https://www.duodecimlehti.fi/duo97925> [noudettu 11.2.2022].
- Frazier, M.C.**, 2003. *The role of daylighting in green building design*. Environmental Design + Construction, 6(6), 54.
- Helander, H.**, 2020. *Korjausliike kohti hyvinvointia*. Arkkitehtiliitto Safa. Saatavissa: <https://www.safa.fi/blogi/korjausliike-kohti-hyvinvointia/> [noudettu 15.4.2022].
- Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto**, 2007. *Kerrostalojen kehittäminen – talotyyppiselvitys*. Saatavissa: <https://www.hel.fi/static/liitteet/kanslia/aluerakentaminen/kehittyvakerrostalo/Julkaisut/kerrostalojen-kehittaminen-talotyyppiselvitys.pdf> [noudettu 18.4.2022].
- Hilliaho, K.**, 2010. *Parvekelasituksen energiataloudelliset vaikutukset*. Tampereen yliopisto, Tampere.
- Huttunen H., Pakarinen H., Mannerla-Magnusson M., Verma I., Hänninen P.**, 2011. *Asuntosuunnittelun perusteet*. Aalto Yliopisto. Saatavissa: <https://shop.aalto.fi/media/attachments/a0682/Asuntosuunnittelun%20ev%C3%A4%C3%A4t.pdf> [noudettu 30.3.2022].
- Lylykangas, K., Andersson, A., Kiuru, J., Nieminen, J., Päätaalo, J.**, 2015. *Rakenteellinen energiatehokkuus*. Opas. Saatavissa: [https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/oppaat-ohjeet/ret\\_opas\\_20150917.pdf](https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/oppaat-ohjeet/ret_opas_20150917.pdf) [noudettu 30.3.2022].

**Lylykangas, K.**, 2016. *Energiatehokas ja valoisa kaupunkikerrostalo*.

Tutkimussuunnitelma. Saatavissa:

<https://dev.hel.fi/paatokset/media/att/29/294d093c7772d9edf722d5914cfaa4b3b2dfb566.pdf> [noudettu 16.3.2022].

**Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999)**.

**Partonen, T.**, 2022. *Kaamosmasennus*. Lääkärikirja Duodemic. Saatavissa:

<https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00377> [noudettu 11.2.2022].

**RT 07-10912**, 2008. Päivänvalon hallinta sisätiloissa. Rakennustietosäätiö. Helsinki.

**RT 103260**, 2020. Asuntosuunnittelu. Määräyksiä ja ohjeita. Rakennustietosäätiö. Helsinki.

**RT 93-10544**. Rakennustietosäätiö. Helsinki.

**Terveyden ja hyvinvoinninlaitos**, 2019. *Uni*. Saatavissa: <https://thl.fi/fi/web/elintavat-ja-ravitseminen/uni> [noudettu 9.3.2022].

**Tieteen Kuvalehti**, 2021. *Kesäpäivänseisauksena päivä on pisimmillään*. Saatavissa:

<https://tieku.fi/luonto/vuodenajat/kesapaivanseisauksena-paiva-on-pisimmillaan> [noudettu 14.3.2022].

**Tieteen Kuvalehti**, 2021. *Talvipäivänseisaus 2021: Vuoden lyhin päivä*. Saatavissa:

<https://tieku.fi/luonto/vuodenajat/talvipaivanseisaus-vuoden-lyhin-paiva-tulee-taas> [noudettu 14.3.2022].

**Tilastokeskus**, 2021. *Asunnot ja asuinolot, yleiskatsaus 2020, 1. Asuntokanta 2020*.

Saatavissa: [https://www.stat.fi/til/asas/2020/01/asas\\_2020\\_01\\_2021-10-14\\_kat\\_001\\_fi.html](https://www.stat.fi/til/asas/2020/01/asas_2020_01_2021-10-14_kat_001_fi.html) [noudettu 10.3.2022].

**Tilastokeskus**, 2018. *Kerrostaloasumisen suosio kasvaa*. Saatavissa:

[https://www.stat.fi/til/asas/2017/asas\\_2017\\_2018-05-17\\_tie\\_001\\_fi.html](https://www.stat.fi/til/asas/2017/asas_2017_2018-05-17_tie_001_fi.html) [noudettu 11.4.2022].

**Vikberg, H.**, 2014. *Valoisa asunto. Luonnonvalon hyödyntäminen suomalaisissa kerrostaloasunnoissa*. Aalto Yliopisto. Saatavissa:

[https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/15528/master\\_Vikberg\\_Hanna\\_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/15528/master_Vikberg_Hanna_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y) [noudettu 16.4.2022].

**Ympäristöministeriö**, 2021. *Asuntotuotannon laatumuutokset 2005-2020*.

Ympäristöministeriön julkaisuja 2021:29. Saatavissa:

[https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163421/YM\\_2021\\_29.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163421/YM_2021_29.pdf?sequence=1&isAllowed=y) [noudettu 28.3.2022].



**Ympäristöministeriö (1008/2017).**

**Ympäristöministeriö (1009/2017).**

# KUVALÄHTEET

Kuva 1: Lylykangas, K., 2015. *Aurinkokaavio*. Saatavissa:

<https://dev.hel.fi/paatokset/media/att/29/294d093c7772d9edf722d5914cfaa4b3b2dfb566.pdf> [noudettu 31.3.2022].

Kuva 2: RT 103260, 2020. Asuntosuunnittelu. Rakennustietosäätiö. Helsinki. s.13.

Kuva 3: Mutikainen, A., 2022. Helsinki. [piirros]

Kuva 4: Mutiakinen, A., 2022. Helsinki. [piirros]

Kuva 5: Pakarinen Harri, 2011. *Asuntosuunnittelun perusteet*. Aalto Yliopisto.

Saatavissa:

<https://shop.aalto.fi/media/attachments/a0682/Asuntosuunnittelun%20ev%C3%A4%C3%A4t.pdf> [noudettu 31.3.2022].

Kuva 6: Mutikainen, A., 2022. Kuva perustuu teokseen: Baker, N. & Steemers, K., 2002. *Daylight Design of Buildings*, Taylor & Francis Group, London.

Kuva 7: Vikberg, H., 2014. *Valoisa asunto. Luonnonvalon hyödyntäminen suomalaisissa kerrostaloasunnoissa*. Aalto Yliopisto. Saatavissa:

[https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/15528/master\\_Vikberg\\_Hanna\\_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/15528/master_Vikberg_Hanna_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y) [noudettu 15.4.2022]. s. 75.

Kuva 8: Vikberg, H., 2014. *Valoisa asunto. Luonnonvalon hyödyntäminen suomalaisissa kerrostaloasunnoissa*. Aalto Yliopisto. Saatavissa:

[https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/15528/master\\_Vikberg\\_Hanna\\_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/15528/master_Vikberg_Hanna_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y) [noudettu 15.4.2022]. s. 75.

Kuva 9: Baker, N. & Steemers, K., 2002. *Daylight Design of Buildings*, Taylor & Francis Group, London. s. 66.

Kuva 10: Baker, N. & Steemers, K., 2002. *Daylight Design of Buildings*, Taylor & Francis Group, London. s. 67.