

Luonnonvalon vaikutukset asuinkerrostalon suunnitteluun

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusarkkitehti AMK

Rakennusarkkitehtuuri

Opinnäytetyö

7.5.2021

Tiivistelmä

Tekijä:	Laura Honkanen
Otsikko:	Luonnonvalon vaikutukset asuinkerrostalon suunnitteluun
Sivumäärä:	56 sivua + 2 liitettä
Aika:	7.5.2021
Tutkinto:	Rakennusarkkitehti AMK
Tutkinto-ohjelma:	Rakennusarkkitehtuuri
Ohjaajat:	Janne Järvinen, lehtori Jorma Lehtinen, lehtori

Tämän opinnäytetyön aiheena on luonnonvalon hyödyntäminen asuinkerrostalon suunnittelussa. Aihetta tutkitaan kirjallisuuskatsauksena lähinnä ulkomaisten lähteiden kautta soveltaen niitä suomalaisiin olosuhteisiin sekä Helsingin Pikku Huopalahteen suunniteltavan case-suunnitelman avulla. Luonnonvalon mahdollistaminen asuntoarkkitehtuurissa on puhuttu aihe Suomessa ja ulkomailla. Varsinkin sen vaikutuksia energiateknologiaan on tutkittu erityisesti viime vuosikymmenenä. Aiheen ajankohtaisuudesta huolimatta Suomessa tuotettu kirjallisuus aiheesta rajautuu vain muutamaaan lopputyöhön, joista vain osa käsittelee aihetta nimenomaan asuinkerrostalojen kannalta.

Opinnäytetyössä pyritään vastaamaan tutkimuskysymykseen: *Miten luonnonvaloa hyödyntämällä voidaan parantaa asuinkerrostalon suunnittelua?* Koska vastaukseen pääsemiseksi on ensin selvitettävä, minkälaista luonnonvaloa on ja miten se voi parantaa suunnittelua, on tutkimuksen alakysymys: *Minkälainen on hyvä luonnonvalo asuntosuunnittelun kannalta?*

Työssä keskitytään luonnonvalon visuaalisiin ominaisuuksiin ja selvitetään näiden avulla, miten luonnonvaloa pitäisi huomioida suomalaisen asuinkerrostalon suunnittelussa. Case-suunnitelman avulla tarjotaan asukkaalle kannalta parantavia suunnitteluratkaisuja valoisan asunnon toteutukselle. Tavoitteena on ratkaista luonnonvalon saanti monipuolisesti myös pimeinä kuukausina, mutta ehkäistä valoisina kuukausina kirkkaan valon haitta-
puolia, kuten liikalämpenemistä ja häikäisyä.

Tutkielman perusteella selvitetään muun muassa kuinka luonnonvaloa on huomioitava rakennuksen jokaisessa suunnitteluvaiheessa, jotta sen ominaisuudet olisivat parhaiten hyödynnettävissä. Valoon on suhtauduttava työkaluna ja rakennusmateriaalina, jonka peruskäsitteet ja käyttäytyminen suhteessa muihin rakennusosiin on oltava hallussa, jotta lopputuloksena olisi aikaa kestävä ja miellyttävä rakennus.

Avainsanat: Arkkitehtuuri, luonnonvalo, kerrostalo, asuntosuunnittelu

Abstract

Author: Laura Honkanen
Title: The Effects of Natural Light on the Design of an Apartment Building
Number of Pages: 56 pages + 2 appendices
Date: 7th of May 2021
Degree: Bachelor of Construction Architecture
Degree Programme: Construction Architecture
Instructors: Janne Järvinen, Senior Lecturer
Jorma Lehtinen, Senior Lecturer

The subject of this thesis is how natural light affects the design of an apartment building. The topic is studied as a literature review, mainly through international sources, and applying them to Finnish conditions, and with the help of a case study planned for Helsinki Pikku Huopalahti. Enabling natural light in residential construction has been a discussed topic in Finland and abroad. Particularly its effects on energy technology have been studied in the last decade. Despite the relevance of the subject, the literature produced in Finland is limited to a few theses, only some of which focusing on the topic specifically from the point of view of apartment buildings.

The aim of this thesis is to answer the research question: *How can the design of an apartment building be improved by utilizing natural light?* To get the answers, one must first find out what kind of natural light there is and how it can enhance the design; therefore the sub-question is: *What kind of natural light is suitable for housing design?*

The work focuses on the visual properties of natural light. It uses these to decide how natural light should be considered in the design of a Finnish apartment building. With the help of the case study, better design choices are provided to achieve bright apartments. The aim is to solve the natural light intake in several ways, even in the dark months, and prevent the disadvantages of bright light during sunny months, such as overheating and glare.

This thesis studies, for example, how natural light must be considered in each design phase to make the best use of its properties. The light must be seen as a tool and a building material, and its basic concepts and behavior in relation to other building components must be understood for the result to be a time-lasting and pleasant building.

Keywords: Architecture, natural light, apartment building, housing design



Metropolia

Sisällys

1	Johdanto	1	3.1.2 Rakennelmat	28
	1.1 Tutkimuskysymys ja -menetelmät	3	3.2 Käyttötarkoitus	31
	1.2 Työn rajaus	3	3.3 Rakennusosat	36
	1.3 Tavoitteet	3	3.3.1 Aukotus	36
			3.3.2 Muoto	41
			3.4 Pintamateriaalit	45
			3.5 Energia	48
2	Mitä on luonnonvalo?	4	4 Johtopäätökset	49
	2.1 Käsitteitä	5	Lähteet	53
	2.2 Historia	10	Liitteet	57
	2.3 Valo ja ihminen	15	Rakennuspintojen heijastavuusarvoja	57
	2.4 Rakennusmääräysten näkökulma	17	Case-suunnitelman asuinkerrosten pohjapiirrokset	58
	2.5 Luonnonvalon ominaisuuksia	18		
3	Luonnonvalon saantiin vaikuttavat olosuhteet	20		
	3.1 Ympäristö	22		
	3.1.1 Ilmansuunta	25		

1 Johdanto

Suunnittelutyön ja projektin lähtökohtana on toiminut aiheen ajankohtaisuus ja hyödyllisyys. Viimevuosina on ollut paljon puhetta niin sanotuista pimeistä asunnoista, joissa oleskelu- ja ruokailutilat ovat ikkunattomia tai avautuvat varjoisaan ilmansuuntaan, kuten suoraan pohjoiseen. Tähän on vaikuttanut muun muassa halu vähentää asumiskustannuksia sekä pienten asuntojen kysynnän kasvu. Tämän myötä myös rakennuskustannuksia tulee pienentää, jolloin vaikutukset näkyvät esimerkiksi rakennusten runkosyvyyksien kasvuna. (Siren 2020) Luonnonvalon saanti on yksi ihmiselle tärkeistä mielihyvää tuottavista tekijöistä ja suunnitellessa hyviä valo-olosuhteita mukailevaa arkkitehtuuria on se pidettävä mielessä aivan suunnittelun alkumetreiltä asti (Schittich 2003).

Valoa on käsiteltävä rakennusmateriaalin tavoin. Niin kuin muidenkin rakennusmateriaalien, sen ominaisuudet on tunnettava, jotta sitä voidaan käyttää sille optimaalisella tavalla suunnittelussa. Luonnonvalo vaikuttaa rakennussuunnitteluun huomioitiin sitä tai ei. Hyvin suunniteltuna valo auttaa jakamaan tiloja erotellen alueita toisistaan. Valoisuus auttaa määrittelemään tilojen käyttötarkoituksen ja hierarkian ohjaamalla katsetta ja ottamalla huomioon toimintojen vaatiman valontarpeen. (Descottes, Ramos 2011)

Suomalaisista n esimerkiksi Alvar Aalto, Juha Leiviskä sekä Raili ja Reima Pietilä ovat myös kansainvälisesti tunnettuja luonnonvalon hyödyntämisestä arkkitehtuurissaan. He ovat suunnitelleet niin julkisia, kuin yksityisiäkin rakennuksia, jotka ovat hyviä esimerkkejä aiheen mahdollisuuksista.



Kuva 1. Alvar Aallon suunnittelema Seinäjoen kirkko (kuva: visit-seinajoki.fi)



Kuva 2. Reima Pietilän suunnittelema Dipoli (Kuva: Aalto-yliopisto)

Hanna Vikberg ilmaisee diplomityössään *Valoisa asunto. Luonnonvalon hyödyntäminen suomalaisissa kerrostaloissa* vuonna 2014 tarpeen suomalaiselle näkökulmalle luonnonvalon käyttöön arkkitehtuurissa (Vikberg 2014). Euroopassa aihetta on tutkittu paljon ja lähdemateriaalia löytyy, mutta Suomen pohjoisilla leveysasteilla auringonvaloa tarkastellaan hyvin eri tavalla kuin lämpimämmissä maissa. Esimerkiksi Suomessa suurin osa valosta on hajavaloa ja suunnittelu tulisi tehdä tämä mielessä pitäen (Corrodi 2008). Silti aihe on noussut yhä uudelleen pinnalle vuosia myöhemmin ja vaikka asiasta puhutaan paljon, on suomalaisia ja suomalaista arkkitehtuuria koskevia teoksia vaikea löytää.

1.1 Tutkimuskysymys ja -menetelmät

Tutkimuskysymys aiheesta on: *Miten luonnonvaloa hyödyntämällä voidaan parantaa asuinkerrostalon suunnittelua?* Koska ilman tutkimusta ei voida todeta minkälainen luonnonvalo parantaa suunnittelua, on tutkimuksen alakysymys: *Minkälainen on hyvä luonnonvalo asuntuunnittelun kannalta?*

Aihetta käydään läpi kirjallisuuskatsauksena lähdekirjallisuuden avulla, joiden perusteella tutkitaan ja sovelletaan tuotettua materiaalia Helsingin Pikku Huopalahteen suunniteltavan case-suunnitelman avulla. Tutkimustapana case-suunnittelu auttaa aiheen käsittelyä käytännössä. Tämä tutkimustapa on tärkeä valoa tutkittaessa, sillä valo ja sen käsitteistö on vaikea sisäistää ilman käytännön esimerkkejä. Sekä suunniteltua asuinkerrostaloa, että olemassa olevia esimerkkikohteita analysoidaan luonnonvaloa mittaavilla työkaluilla, kuten IDA Indoor Climate and Energy.

1.2 Työn rajaus

Työssä keskitytään luonnonvalon käyttöön valaisevana ominaisuutena ja rajataan suppeammaksi luonnonvalon hyödyntäminen energiateknologiaan. Pois rajataan kokonaan aurinkoenergian käyttö uusiutuvana energiamuotona ja energian tuottajana. Energiaa käsitellään rakennuksen lämpenemisen ja viilenemisen kannalta eri vuodenaikoina. Tarkoitus ei ole käsitellä matalaenergiarakennuksia, vaan käyttää Suomen rakennusmääräyksiä ja suosituksia vaaditun energiatehokkuuden saavuttamiseksi. Case-suunnitelmassa keskitytään asumisen tiloihin, eikä kerrostaloasumista palveleviin tiloihin, kuten yhteistilat.

1.3 Tavoitteet

Tavoitteena on tutkia luonnonvalon käyttöä suunnittelijan sekä käyttäjän näkökulmasta suomalaisissa asuinkerrostaloissa ja soveltaa tutkimusta käytännön suunnittelussa case-

suunnitelman avulla. Tutkielman ja case-suunnitelman tarkoituksena on toimia työkaluina, jotta luonnonvalon tärkeys asutosuunnittelussa ymmärrettäisiin paremmin. Pyrkimyksenä on ymmärtää luonnonvalon osuus asutosuunnitteluun ja käsitellä miten määritellään hyvät olosuhteet luonnonvalon saannille. Jotta tämä voitaisiin ymmärtää, on selvitettävä mitä on luonnonvalo ja minkälaisia valo-olosuhteita se tarjoaa. Työssä tutkitaan eri tilojen tarvetta valon määrälle pitäen mielessä valon huonot puolet, kuten häikäisy ja liikalämpeneminen, sekä hämärän tarve tietyissä tiloissa. Työssä huomioidaan aiemmin valmistuneet lopputyöt luonnonvalosta kerrostaloasunnoissa. Työ pyrkii jatkamaan aiheen tutkimista ja luomaan uusia näkökulmia.

2 Mitä on luonnonvalo?

Jotta luonnonvaloa voidaan hyödyntää suunnittelussa, on ymmärrettävä sen perusominaisuuksia ja käyttäytymistä sekä valaistukseen liittyviä käsitteitä. Valaistusta voidaan jakaa periaatteisiin usealla eri tavalla, joihin vaikuttavat tiloissa tehtävät toiminnot ja valon jakautuminen. Valoa tarkastellessa tutkitaan sekä sen määrää, että laatua. Valoisia tiloja suunniteltaessa on usein käsitys, että hyvä valo on sama asia kuin paljon valoa, mutta valon käyttäytymistä tutkittaessa täytyy huomioida myös sen laadulliset ominaisuudet, jotka saattavat nousta määrää tärkeämmiksi.

Arkkitehtuurissa ja tilojen suunnittelussa on tärkeää ottaa lisäksi huomioon auringon tuottama energia. Tämä työ käsittelee luonnonvalon visuaalisia ominaisuuksia jättäen energian käsittelyn pintapuoliseksi. Valon aikaansaannoksia tarkastel-

laan käyttötarkoituksen ja esteettisyyden sekä emotionaalisten ja somaattisten, eli mieleen ja kehoon koskevien, vaikutusten perusteella (Corrodi 2008). Näitä käsitellään tarkemmin kohdassa 2.3 valo ja ihminen. Valaistussuunnittelija Hervé Descottes on jakanut näköön perustuvat valon ominaisuudet kuuteen suunnitteluparametriin, joita hän käyttää suunnitellessaan valaistusta. Nämä kuusi parametria ovat: valaistuksen kirkkaus, valovoima, väri ja lämpötila, korkeus, taajuus, sekä suunta ja jakautuminen. Ymmärtämällä nämä valaistuksen peruskäsitteet, on myös valoisuuden mittaaminen helpommin käsiteltävissä. (Descottes, Ramos 2011)

2.1 Käsitteitä

Valaistuksen käsitteistö on laaja ja se on ymmärrettävä, jotta valoa voidaan hyödyntää suunnittelumateriaalina. Tämä alaluku käsittelee tarvittavia käsitteitä mahdollisimman selkeästi ja lukijan on helppo palata tarvittaessa tähän lukuun. Luonnonvalosta ja keinovalosta puhuttaessa käytettävä terministö on usein sama. Vaikka nämä kaksi valaistuksen lähdettä kulkevat usein käsi kädessä, on hyvä pitää mielessä, että ovat ne eri asioita, eivätkä ne aina ole mitattavissa samoilla välineillä.

Hajavallo on valoa, joka havaitaan valaisemattoman lähteen kautta heijastuvana valona (kuva 3, s. 6). Hajavalolla ei ole hallitsevaa suuntaa. Hajavaloa on esimerkiksi pilvisenä päivänä pilvistä, maasta ja taivaalta heijastuva auringonvalo. (RT07-10912. 2008)

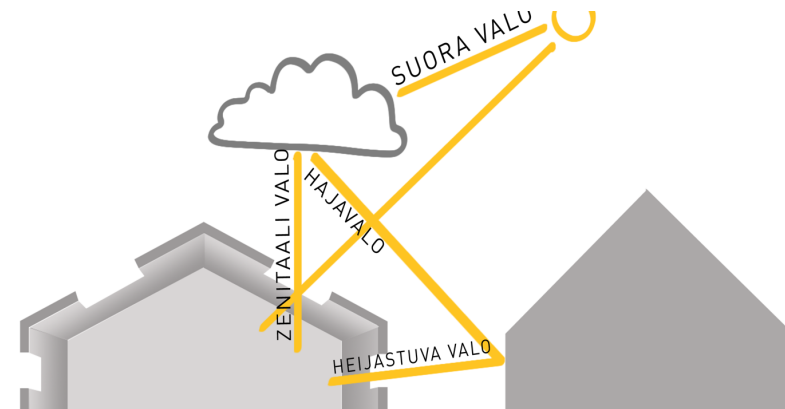
Hajasäteily (eng. sky component) on tilaan paistavaa taivaan hajavaloa päivänvalolaskelmissa. Hajasäteily yhdessä heijastuvan valon kanssa muodostavat päivänvalosuhteen. (Jokiniemi, Davies 2012)

Heijastuva valo on heijastavaan pintaan osuva valo, joka heijastuu suorana tai epäsuorana heijastuksena pois pinnasta (kuva 3). Suora heijastus syntyy esimerkiksi peilipinnasta. Heijastuvan valon voimaan vaikuttaa lähdevalon voimakkuus, sekä heijastavan pinnan kyky heijastaa ja imeä valon eri aaltopituuksia. (Baker, Steemers 2002)

Kandela (cd) on tiettyyn suuntaan kulkevan valon voimakkuuden, eli luminanssin yksikkö. Kandelaa käytetään mittaamaan keinovaloa. (Descottes, Ramos 2011)

Keinovalo on keinotekoisesti tuotettua suoraa valoa, eli auringonvalosta riippumatonta valaistusta (RT07-10912. 2008; Jokiniemi, Davies 2012).

Kelvin (K) on valon lämpötilan yksikkö, jota käytetään väriämpötilan yhteydessä. Mitä korkeampi väriämpötila, sitä kylmempi värisävy havaitaan. Auringonvalo on noin 5 300K, lämmin keinovalaisin noin 2 500K-3 000K ja kylmä keinovalaisin 5 000K-6 500K. (RT07-10912. 2008; Descottes, Ramos 2011)



Kuva 3. Valon jakautumisen termistö kuvana (Kuva: Laura Honkanen)

Luksi (lx) on valaistuksen voimakkuuden yksikkö valon suunnasta riippumatta. Luksia mitataan valovoima verrattuna valaistuun pinta-alaan, eli $lx = lm/m^2$ (RT07-10912. 2008; Jokiniemi, Davies 2012). Auringon valo on noin 2 000-100 000 luksia riippuen pilvisyydestä ja sijainnista leveysasteilla (Descottes, Ramos 2011).

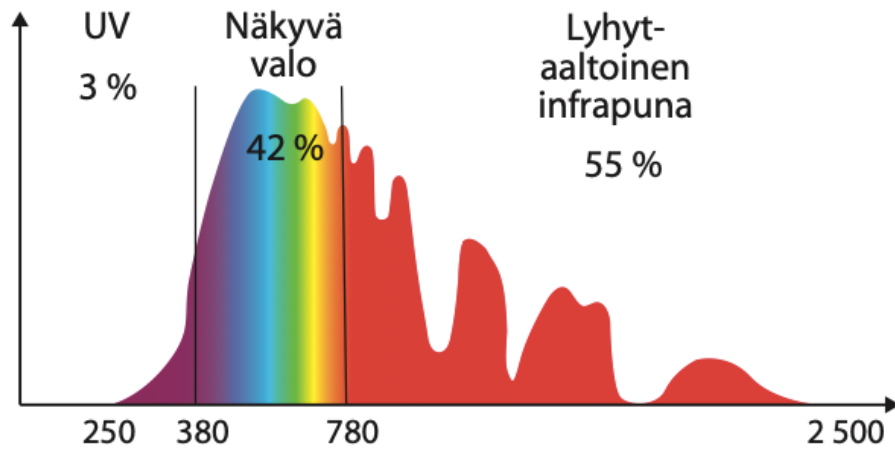
Lumen (lm) on valovirran yksikkö, jolla mitataan näkyvän pistemäisen valon valovirtaa (Jokiniemi, Davies 2012).

Luminanssilla eli **valotiheydellä** mitataan, kuinka suuri valovoima tarkastelusuuntaan lähteellä on verrattuna valaistun pinnan pinta-alaan. Luminanssia käsitellään yksikkönä cd/m^2 , eli kandela per neliömetri. (RT07-10912. 2008; Jokiniemi, Davies 2012)

Luonnonvalo eli päivänvalo, on auringosta välittyvää suoraa valoa tai taivaalta heijastuvaa hajavaloa. Muu kuin auringosta välittyvä valo mielletään keinovaloksi. (RT07-10912. 2008)

Päivänvalosuhte (DF, englanniksi daylight factor) on sisätiloihin kantautuva luonnonvalo verrattuna luonnonvaloon vapaassa ulkotilassa. Päivänvalosuhte mitataan prosentteina, jossa korkeampi prosentti ilmaisee valoisampaa sisätilaa. Tyypillinen tavoite sisätilan päivänvalosuhteelle on 1-5% (RT07-10912. 2008).

Näkyvä valo on silmin havaittavaa sähkömagneettista säteilyä. Näkyvän valon määrä vaikuttaa siihen, miten pinnasta väreinä heijastuvat säteilyn aallonpituudet havaitaan. Maan saavuttaa vain murto-osa auringon säteilemistä aallonpituuksista. Nämä jaetaan kolmeen osaan, josta näkyvä valo on 42% aallonpituuksien määrästä (kuva 4, s. 8). Ultraviolettivalo ja infrapunavalot ovat tunnetuimmat esimerkit säteilystä, jota emme pysty silmin havaitsemaan. (Descottes, Ramos 2011; RT 07-11300. 2018)



Kuva 4. Auringonsäteily maan pinnalla (RT 07-11300. 2018: 3)

Suora valo on valoa, joka tulee suoraan lähteestä, eikä heijastu pinnan kautta (kuva 3, s. 6). Koska valoa havaitaan vain, kun se osuu pintaan, nähdään suoraa valoa vain katsomalla valonlähdettä. Suoraa luonnonvaloa on auringonvalo sekä taivaan hajavallo, jos taivas luetaan itsenäiseksi valonlähteeksi. (RT07-10912. 2008; Descottes, Ramos 2011)

Valon imeytymisellä tarkoitetaan sen valon, joka ei heijastu osuessaan pintaan, muuttumista lämpöenergiaksi. Pinnassa olevien elektronien värähtelyn taajuus vaikuttaa sen kykyyn imeä energiaa valosta. Mitä lyhyempi taajuus värähtelyllä on, sitä suurempi on imetty energia. Värähtelyn taajuus vaikuttaa siihen, miten värejä nähdään. (A Level Chemistry; Chemicool periodic table)

Valon kirkkaus on riippuvainen useista tekijöistä, kuten silmän herkkyydestä valolle, minkä takia valon vastaanottajat saattavat mieltää eri asteisen valon kirkkaammaksi kuin toiset. Tämän takia tarkempi käsite valon määrän mittaamiseen on luminanssi. (RT07-10912. 2008)

Valon korkeus on korkeus, josta valonlähde säteilee valoa. Arkielämässä tämä mielletään keinovalojen asennuskorkeutena, mutta luonnonvaloa tarkasteltaessa valon korkeus viittaa auringon sijaintiin taivaalla, eli kulmaan, josta aurinko paistaa. Korkealta paistava keskipäivän aurinko on kirkas ja

lämmittää enemmän ja matalalta, lähempää horisonttia pais-tava ilta-aurinko on himmeämpi ja synnyttää pidempiä varjoja. (Descottes, Ramos 2011)

Valovirta on lumeneina mitattu silmän herkkyyys valoteholle (RT07-10912. 2008).

Valovoimalla eli **valon intensiteetillä** tarkoitetaan valon mää-rää, joka lähtee valaisevasta lähteestä. Metrisessä järjestel-mässä tätä mitataan lukseina. (RT07-10912. 2008)

Väriämpötila on valonlähteestä erittyvän näkyvän valon väri, joka mielletään kylmäksi (sinertävät sävyt) tai lämpimäksi (punertavat sävyt). Valon väriämpötilaa mitataan kelvineissä. (Descottes, Ramos 2011)

Värintoisto on valon lähteen suhde materiaalin kykyyn heijas-taa sähkömagneettista säteilyä silmän verkkokalvolle värin

vääristymättä. Eli miten ihminen havaitsee värit valonläh-teestä riippuen. Luonnonvalon värintoisto on paras mahdolli-nen ja keinovalossa tätä mitataan värintoistoindeksillä 0-100, jossa suurempi arvo mittaa parempaa värintoistokykyä. (Joki-niemi, Davies 2012)

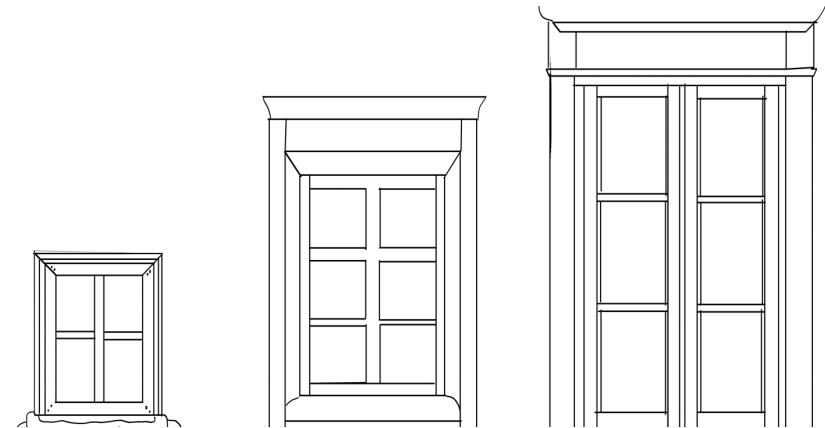
Zenitaali valaistus (englanniksi zenital daylighting) viittaa ti-lanteeseen, jossa tila tai rakennus on mahdollista valaista ka-ton kautta kattoikkunoilla (kuva 3, s. 6) (Jokiniemi, Davies 2012; Baker, Steemers 2002: 44).

2.2 Historia

Ihmiset ovat todistetusti aina tunnistaneet luonnonvalon hyödyt suojan rakentamisessa. Renessanssin aikana kehitetyssä aistijärjestelmän hierarkiassa näköaisti oli viidestä aistista korkeimmin arvostettu. Myös nykyajan länsimaisessa arkkitehtuurissa visualisoinnin painottaminen näkyy selkeänä teemana (Pallasmaa, Heininen-Blomstedt 2016: 32). Kevyemmät rakenteet, sekä rakenteiden näyttäminen mahdollistavat valon hyödyntämisen muunnelmat paremmin. Idea *form follows function*, eli *muoto seuraa funktiota* luo nykyaikaisen periaatteen tehokkaalle rakentamiselle. Ihmisen luontainen tarve valolle, sekä sen vaikutus tilojen käyttötarkoitukseen toimivat funktionaalisten rakennusten muodon perusteina. (McGill School of Architecture, Pack 1993)

Historiallisesti rakennusten valaistukseen on vaikuttanut pääasiassa seinien aukotus. Sen lisäksi jo ensimmäisissä löydetyissä asuinrakennuksissa (noin 3600 eaa.) on havaittu

luonnonvaloa hyödyntäviä tekijöitä, kuten valon suuntaan sijoittuva aukotus ja lämpimien tilojen sijoittelu ilmansuuntien mukaan. Lisäksi katosten hyödyntäminen varjostuksena keskipäivän auringolta, mutta matalalta paistavan valon päästäminen sisään on havaittavissa vanhoissa säilyneissä rakennuksissa. Sähkövalon käyttöönottoon asti luonnonvalo on ollut pääasiallinen valonlähde sisätiloissa liekin tuomaa valoa kirkkaampana. (Schittich 2003)



Kuva 5. Ikkunoiden kokoon on vaikuttanut ajan rakennustekniikka ja lasin kustannukset. (Kuva: Laura Honkanen, perustuu: Mikkola, Böök 2011: 86)

Aukotuksen kokoon ja ulkomuotoon on vaikuttanut kulloinkin käytetty rakennustekniikka sekä valoisuuden priorisointi. Lasi-ikkunoiden tullessa yleisesti käyttöön Suomessa noin 1600-luvun lopussa, aukotuksen muotoon ja kokoon vaikutti lasin korkea hinta (Mikkola, Böök 2011: 85). Koska lasi oli kallista, käytettiin sitä harkiten ja ikkunakokojen kasvaessa lisättiin olemassa oleviin ikkunoihin vain lisää ruutuja. Monesti ikkunoita suurennettiin ensin pienistä aukkoikkunoista neliruutuisiksi ja sitten vielä kuusiruutuisiksi ikkunoiksi. Valon määrään sisätiloissa vaikutti pääasiassa vain ulkoa tuleva valo sisätilojen tummien materiaalien ja nokisuuden takia. (Baker, Steemers 2002)



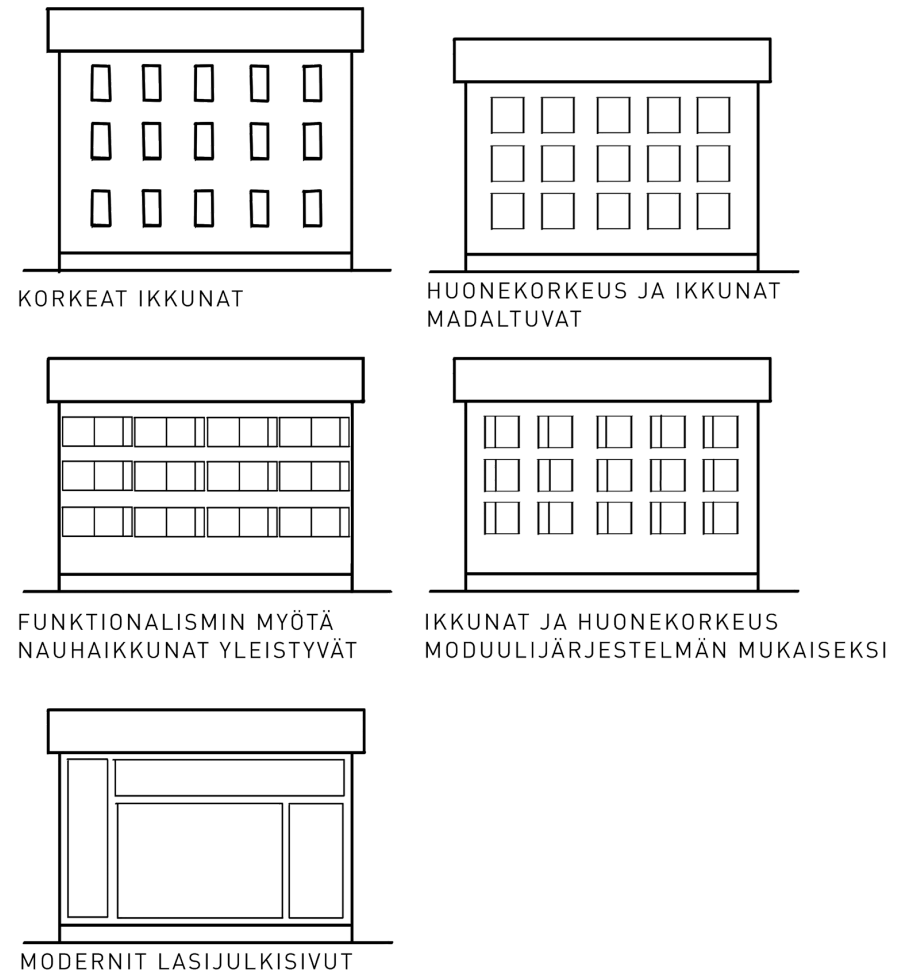
Kuva 6. 1700-luvun loppupuolella korkeat, matalalta lähtevät ikkunat tulivat muotiin. Myös ikkunanpielet maalattiin valoa heijastavain materiaalein. (Kuva: Mikkola, Böök 2011: 90)

1700-luvulla ikkunoiden koon arvostus kasvoi koristeellisuuden arvostuksen myötä ja varsinkin vauraisiin arvorakennuksiin, kuten kirkkoihin ja kartanoihin, tehtiin entistä suurempia ikkunoita. Myös ikkunan muoto muuttui korkeammaksi kuin aikaisemmin käytetty enemmän neliön muotoinen tai vaakasuuntainen ikkuna. Vasta 1800-luvun teollistumisen aikaan ikkunoiden kokoon ei enää vaikuttanut pelkkä käytännöllisyys, vaan estetiikka nousi etusijalle. (Mikkola, Böök 2011) 1800-luvun lopun rakentamisessa arvostettiin korkeaa huonekorkeutta, jopa reilusti yli kolmemetristä. Tämä mahdollisti myös korkeiden ikkunoiden käytön ja normaali ikkunan korkeus oli jopa 2,1-2,4 metriä. 1900-luvulle siirryttäessä huonekorkeuden arvotus kuitenkin laski ja sähkövalon yleistymisen myötä myös arvostus suuria ikkunapintoja kohtaan pieneni. Näistä syistä 1900-luvun alussa korkeaksi ikkunaksi määriteltiin vain 1,8 metriä korkeat ikkunat. Aiemmin arvostetut suuret lasipinnat nähtiin nyt jopa epäesteettisinä. (Malinen, Mäkiö et al. 2002)



Kuva 7. Korkea huonekorkeus mahdollisti myös korkeiden ikkunoiden käytön ja teollisen tuotannon myötä ikkunoita pystyttiin valmistamaan estetiikka edellä (Kuva: Laura Honkanen)

1920-1930-luvuilla alkaneen funktionalismin myötä rakennusten muotokieli perustui pelkistämiseen ja valoisuudesta tuli tavoite arkkitehtuurissa. Aikaisempi koristeellisuus arkkitehtuurissa katosi. Suuret lasipinnat ja nauhaikkunat tulivat muotiin, sekä erkkerit ja kulmaikkunat yleistyivät asuinrakentamisessa. Tämä mahdollisti luonnonvalon pääsyn sisätiloihin aikaisempaa paremmin. Kustannussyistä ikkunoiden tuotantoa koitettiin massoittaa ja niiden mitat standardisoitiin, minkä johdosta suuret ikkunakoot pienenivät entisestään, jotta niitä voitaisiin käyttää useampaan talotyyppiin. (Malinen, Mäkiö et al. 2002; Mikkola, Böök 2011)



Kuva 8. Julkisivujen aukotuksen muutokset 1900-luvun alusta puoleenväliin. (Kuva: Laura Honkanen)

1900-luvulla sotien aiheuttamien pula-aikojen takia rakennusmateriaaleista ja muista resursseista tahdottiin säästää mahdollisimman paljon. Energiansäästöystä, sekä lasin korkean hinnan vuoksi siirryttiin säästöratkaisuihin, joiden perusteella ikkunapinta-alat rakennuksissa puolittuivat aikaisemmasta 1900-luvun puolivälissä. Sen lisäksi huonekorkeuksia madallettiin jopa alle 2,5 metrin, joka on nykyään asuinhuoneiden minimi huonekorkeus. Vaikka pienet ikkunapinnat päästävät luonnonvaloa sisään suuria ikkunoita vähemmän, tuntuivat säädökset kuitenkin lisäävän viihtyvyyttä luonnonvalon kannalta. Pienet huoneet mitoittuivat luonnonvalon kannalta optimaalisesti, jolloin valo ulottui myös huoneen perälle. Matalan huonekorkeuden ansiosta katosta heijastuvaa valoa saatiin myös hyödynnettyä enemmän. (Malinen, Mäkiö et al. 2016)

1950-luvulla talouden elpyessä funktionalismin ihanteita päästiin jälleen toteuttamaan. 1960-luvulla teollisesti tuotetut

julkisivuelementit vaativat kuitenkin nauhaikkunoista luopumisen, joka vaati liian paljon käsityötä. Sekä huonekorkeus, että ikkunakoko noudattivat nyt moduulimittajärjestelmää, joka nopeutti teollista rakennustuotantoa. (Mikkola, Bök 2011)

1990-luvulla määrättiin minimikerroskorkeudeksi 3 metriä, joka vaikutti julkisivun aukotukseen kasvattaen niitä. Elementtiteollisuuden kehittyessä 1990-luvulla julkisivujen aukotusta saatettiin taas monipuolistaa. Teräsrakenteiden mahdollistaminen kantavana rakenteena vaikutti julkisivujen aukotukseen. Kokonaan lasiset julkisivut, jotka paljastivat teräsrakenteen mahdollistaman keveyden, tulivat muotiin. (Väisänen 2007)

2.3 Valo ja ihminen

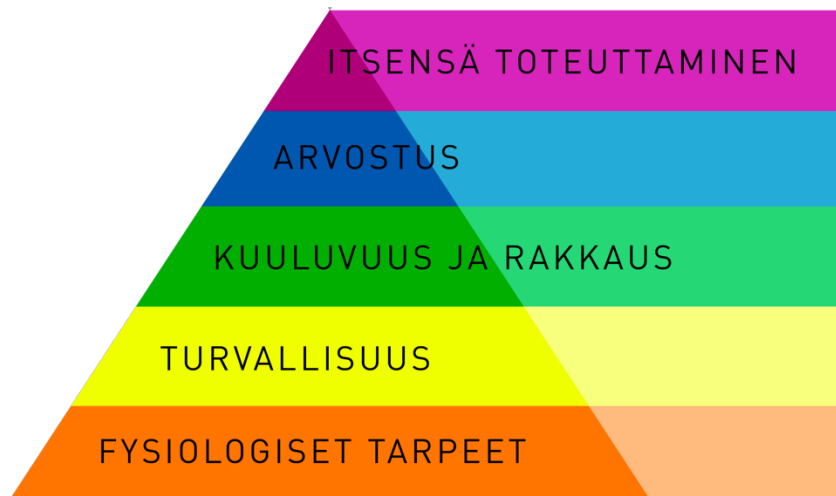
Arkkitehtuuriin ja sen kokemiseen liittyy sekä fyysisiä että mentaalisia ulottuvuuksia. Kokemiseen vaikuttaa yhtä paljon se, mitä näemme ja koemme hetkessä, kuin se mitä muistamme aikaisemmasta, minkä takia eri elämykset herättävät tunteita. Aistit välittävät kokemukset informaatioksi, jonka perusteella syntyy mielikuvia ja assosiaatioita. Esimerkiksi hämärä tila on useimmille rauhoittava kokemus, jossa näköaisti saa levätä, kun taas joillekin valon puute voi tuottaa pelkoa ja ahdistusta. (Pallasmaa, Heininen-Blomstedt 2016: 35-37)

Pääasiassa valo ja iloisuus mielletään toisiinsa, kuten esimerkiksi kuinka aurinkoiset kesäpäivät tuntuvat iloisemmilta kuin loppusyksyn pimeät illat. Tästä johtuen valoisat paikat tuovat usein myös kokijalleen mielihyvää ja siksi asunnoista pyritään suunnittelemaan valoisia (Pallasmaa 2016). Esimerkki ihmisen luontaisesta valon kaipuusta on se, miten valon ollessa

vähäistä, katse hakeutuu kohti valonlähteitä; nuotion valoa pimeässä, auringon nousua ja laskua, sekä kynttilän valoa. (Plummer 2012: 74)

Psykologi Abraham Maslown mukaan ihminen pyrkii alitajuisesti selviytymään tietyn kaavan mukaan, jota voidaan havainnoida tarvehierarkiana. Maslown vuonna 1943 kehitteilyn tarvehierarkiaan kuuluu viisi perustarvetta selviytymisestä mukavuuden etsimiseksi. Valoisuutta ei ole suoraan luokiteltu näihin perustarpeisiin, mutta on havaittavissa jokaisessa näistä. Nämä viisi perustarvetta ovat fysiologiset tarpeet, turvallisuuden tarpeet, yhteenkuuluvuuden ja rakkauden tarpeet, arvostuksen tarpeet, sekä itsenä toteuttamisen tarpeet. Ne ovat jaoteltavissa tärkeimpänä perustarpeisiin, joita ovat hierarkian mukaan fysiologiset tarpeet, sekä turvallisuuden tarpeet. Näissä valon tarve esiintyy lämmön, sekä turvallisuuden hakemisessa. Seuraavaksi tulee psykologisiin tarpeisiin lueteltavat kuulumisuus ja rakkauden tarpeet, sekä arvostuksen

tarpeet. Näihin vaikuttaa ihmisen luonnollinen tarve valolle. Viimeisenä tulee itsensä täydentämiseen kuuluva itsensä toteuttaminen, eli luovuuden osa-alueet, joihin valon mahdollistama visuaalisuus kuuluu vahvasti. (McLeod 2020)



Kuva 9. Maslowin tarvehierarkian viisi perustarvetta (Kuva: Laura Honkanen. Perustuu: McLeod 2020)

Valon vastakohtana varjot ovat yhtä tärkeitä niiden paljastessa valon kanssa yhteistyössä muun muassa muotoja, pintoja ja materiaaleja. Valon määrän ja laadun on todettu vaikuttavan ihmisen melatoniinin tuotantoon, minkä takia pimeässä ihminen tuntee olonsa väsyneeksi ja raukeaksi ja päinvastoin kirkas valo on optimaalinen työskentelyyn, sillä mieli pysyy paremmin virkeänä. Valon emotionaalinen vaikutus lisääntyy havaitessamme sen niin sanotusti itsenäisenä aineena. Tällainen kokemus tulee, kun valo siroaa ilmaan nousevasta huonepölystä tai ulkona sadepisaroista, jolloin valo tuntuu täyttävän tilaa enemmän. (Pallasmaa 2016; SIT 63-610044. 2007)

Valon vaikutus ihmiseen on siis suuri. Parhaiten valo vaikuttaa ihmiseen, kun sitä hyödynnetään vuorokausirytmiiin kuuluvalla tavalla. Jotta ihminen olisi virkeä ja iloinen päivisin valoisaan aikaan, on myös levättävä ja annettava mielen rentoutua hämärällä, kun se on luonnollisinta.

2.4 Rakennusmääräysten näkökulma

Suomessa ei aseteta luonnonvalon saannille paljoa suoria määräyksiä. Suomen ympäristöministeriö määrittelee rakennusmääräyskokoelmissaan ehdottoman minimin päivänvalon saannille seuraavasti:

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.

Etäisyyden asuinhuoneen pääikkunan edessä samassa tai naapurikiinteistössä 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. (RakMK 2017: 5§)

Osassa huoneistoa ikkunat voivat avautua valoa läpäisevällä materiaalilla rajattuun tilaan, kuten parvekkeelle tai viherhuoneeseen. Ohjeellinen tavoite sisätilojen päivänvalosuhteelle on 1-5% huoneen käyttötarkoituksesta riippumatta. Tyypillisesti alle 2 %:n päivänvalosuhte vaatii myös päiväsaikaan keinovalaistuksen hyödyntämistä käyttötärpeen vaatimasta valontarpeesta, sekä ilmansuunnasta, vuodenaikasta ja ulkoisista valaistuksen esteistä riippuen. (RT07-10912. 2008)

Yleisiä, joskaan ei pakollisia ohjeita, valon jakautumiselle on:

1. huoneen suurin lukema päivänvalosuhteelle verrattuna pienimpään lukemaan pitäisi olla noin 10 (max DF / min DF = 10)
2. huoneen valoisan puolen lukemat verrattuna huoneen hämärän puolen lukemiin pitäisi olla alle 3 (DF valoisa puoli / DF hämärä puoli \leq 3).

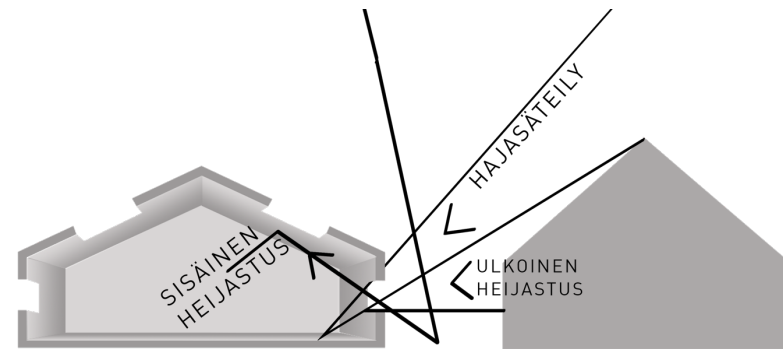
Näillä ohjeilla valon jakautuminen tilassa on tarpeeksi tasaista, eikä valoeron vaihtelu vaikuta häiritsevältä. (Baker, Steemers 2002: 64-65)

Muissa maissa asuntojen välisiä eroja luonnonvalon saantiin tai hankkeilla säästää lämmityskuluissa on yritetty tasoittaa lisäämällä luonnonvaloa koskevia säädöksiä. Esimerkiksi Virossa vuodesta 2010 on määritelty, että asuntoon täytyy tulla vähintään kolme tuntia päivässä suoraa auringonvaloa huhtikuusta elokuuhun (Voll 2010). Käytännössä tämä siis kieltää asuntojen kaikkien ikkunoiden avautumisen pohjoiseen päin, mikä on Suomessa mahdollista ja valitettavan yleistä.

2.5 Luonnonvalon ominaisuuksia

Arkkitehtuuri on visuaalisesti havaittavaa ja siten valo, ja miten sen havaitsemme, vaikuttaa merkittävästi arkkitehtuuriin (Pallasmaa, Heininen-Blomstedt 2016: 32). Valo tarvitsee osumapinnan, jotta se voidaan havaita. Osumapinnan laadulla

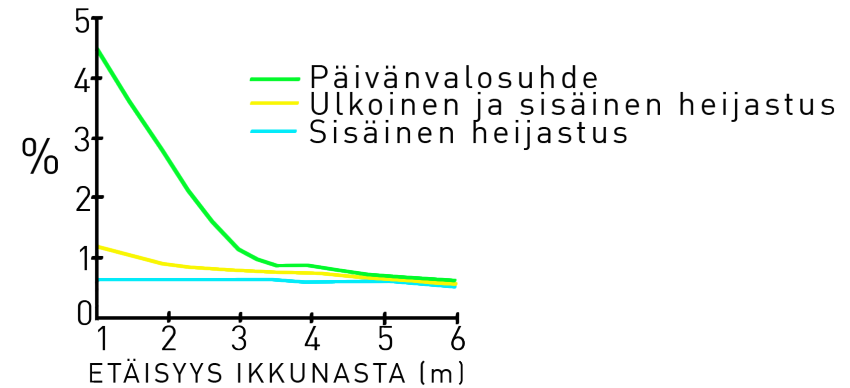
ja tiheydellä voimme hallita valon visuaalisuutta. Sama valonlähde heijastettuna valkoiseksi maalattuun seinään näyttäytyy eri lailla kuin osuessaan huoneessa leijailevaan pölyyn. (Pallasmaa 2016)



Kuva 10. Sisäisen heijastuksen, ulkoisen heijastuksen, sekä hajasäteilyn yhteenlaskettu vaikutus on päivänvalosuhte, jolla mitataan sisätiloihin kantautuvaa luonnonvaloa (Kuva: Laura Honkanen)

Luonnonvaloa voidaan saada tilaan kolmella eri tapaa; hajasäteilynä, ulkoisena heijastumisena ja sisäisenä heijastumisena (kuva 10, s. 18). Taivaalta tulevaa valoa kutsutaan hajasäteilyksi (englanniksi sky component). Hajasäteilyyn ei laskeeta mukaan suoraa auringonvaloa. Lisäksi luonnonvalo voi saavuttaa sisätilat heijastamalla ulkoisista tai sisätilojen pinnoista. Näiden tärkeysjärjestys muuttuu tilan syvyyden kasvaessa. Kun hajasäteily ei enää saavuta tilaa, muuttuu pinnoista heijastuva valo tärkeämmäksi (kuva 11). Näiden kolmen komponentin yhteenlaskettua vaikutusta kutsutaan päivänvalosuhteeksi (englanniksi daylight factor), jolla mitataan sisätilaan kantautuvaa luonnonvaloa prosentteina. Yleinen tavoite päivänvalosuhteelle asuintiloissa on 1-5 %, jossa suurempi prosentti merkitsee valoisampaa tilaa. Päivänvalosuhteen tavoite riippuu tilojen käyttötarkoituksesta ja siten niiden tarpeesta valolle, sekä vallitsevasta ilmastosta. Lähemmäs päi-

väntasaajaa mentäessä aurinko paistaa yleensä pohjoisia leveyksiä kirkkaammin, jolloin päivänvalosuhteen tavoite myös pienenee. (Baker, Steemers 2002: 58-61)



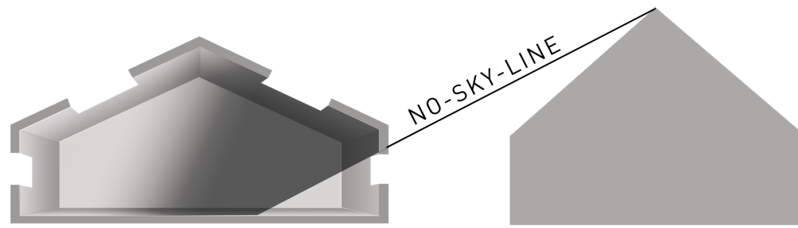
Kuva 11. Hajasäteilyn ja heijastuvan valon osuudet tyypillisen huoneen valon osuudesta. (Kuva: Laura Honkanen, perustuu: Baker, Steemers 2002: 59)

3 Luonnonvalon saantiin vaikuttavat olosuhteet

Rakennuksen valo-olosuhteisiin vaikuttavat sen sijainti, suunta, muoto, materiaalit, sekä rakennusosat, kuten ikkunat, katokset ja parvekkeet. Nämä ovat passiivisia tekijöitä, jotka vaikuttavat luonnonvalon saantiin huomattavasti, otettiin ne huomioon suunnittelussa tai ei. Vastaavasti hyvin suunniteltuina nämä tekijät voivat vaikuttaa valoisuuden lisäksi energiatehokkuuteen. (Schittich 2003) Luonnonvaloa hyödynnettäessä jokaisessa suunnitteluvaiheessa saadaan paras lopputulos. Suunnittelu luonnonvalon kannalta riippuu monesta tekijästä, mutta tiivistettynä nyrkkisääntöön, taivaanvalon raja, eli no-sky-linja (englanniksi no-sky-line) (kuva 13, s.21) tulisi näkyä kaikista tiloista, jotta näissä olisi riittävä luonnonvalo. (Baker, Steemers 2002: 59)

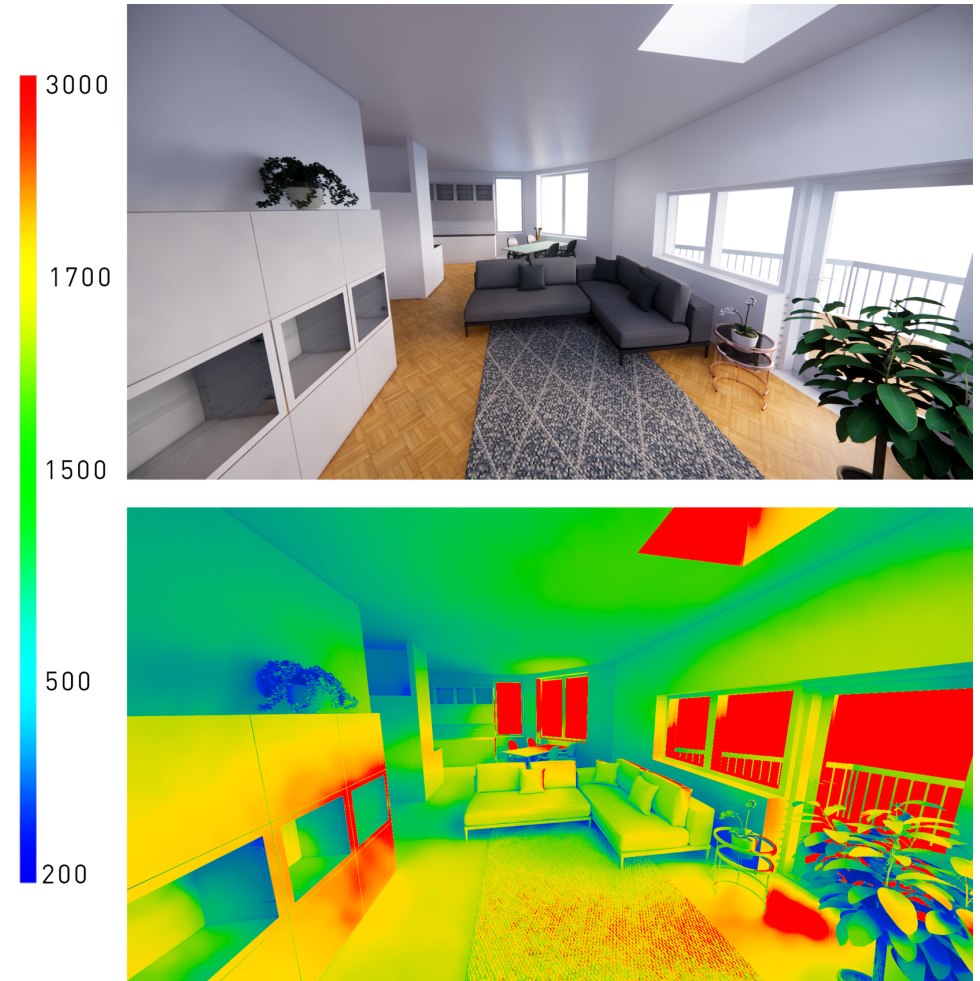
Suunnittelun vaiheet	Luonnonvalon vaikutus
Luonnossuunnittelu	-Rakennuksen sijainti -Suuntaus tontilla -Kaupunkirakenteen varjostaminen -Ilmansuuntien vaikutus
Rakennussuunnittelu	-Rakennuksen muoto -Rakennusosien varjostava vaikutus -Aukotus -Tilojen sijoittelu
Toteutussuunnittelu	-Materiaalit ja pinnat -Ikkunoiden lasitukset

Kuva 12. Luonnonvalon huomiointi eri suunnitteluvaiheissa (Kuva: Laura Honkanen)



Kuva 13. No-sky-linja jakaa sisätilat alueisiin, joista näkee suoraan taivaalle niistä, joista ei näy suoraan taivaalle jonkin ulkoisen esteen takia. (Kuva: Laura Honkanen)

Hyvässä suunnittelussa otetaan valon positiivisten ominaisuuksien lisäksi huomioon sen negatiiviset ominaisuudet, kuten häikäiseminen ja energiasta johtuva liika lämpeneminen. Varsinkin pohjoisilla leveysasteilla, jossa aurinko paistaa matalammalta päiväntasaajan läheisyyteen verrattuna, suoran auringonvalon häikäisemisriski on korkea. Koska häikäisy on riippuvainen silmän verkkokalvon herkkyydestä valolle, ei sitä voi suoraan mitata.



Kuva 14. Huoneen valovoimaisuus esitetty väärävärinä. (Kuva: Laura Honkanen)

Suunnittelulla häikäisyä voi kuitenkin ehkäistä esimerkiksi pienentämällä ja jakamalla ikkunapinta-alaa, sekä avaamalla huoneita useampaan ilmansuuntaan. Näillä keinoilla häikäisevä valo ei ole tilan ainoa lähde luonnonvalolle. Suomen sääolosuhteissa suora valo jää vähäiseksi, joten taivaankannen hajavalon on tärkeä valonlähde. Taivaan hajavalon valovoima on parhaassakin tapauksessa alle puolet suoraan valoon verrattuna. (RT07-10912. 2008)

Tilan valaistusta mitataan yleensä päivänvalosuhteella, jonka mukaan huoneeseen tulisi päästä 1-5 % vapaan ulkotilan valosta. Koska tämä suhdeluku ei kuitenkaan kerro vielä tilan valoisuutta, mitataan huoneen luminanssia tai valovoimaa. Yleensä sisätiloihin pääsevä luonnonvalosta johtuva valovoima on korkeimmillaan noin 10 000 luksia, eli päivänvalosuhte on 10 %. (Descottes, Ramos 2011) Valovoiman ollessa alle 100 luksia valoisuus vastaa hyvin pilvisen päivän valovoimaa ulkotiloissa, kun suoraa valoa ei juurikaan ole. Tällöin

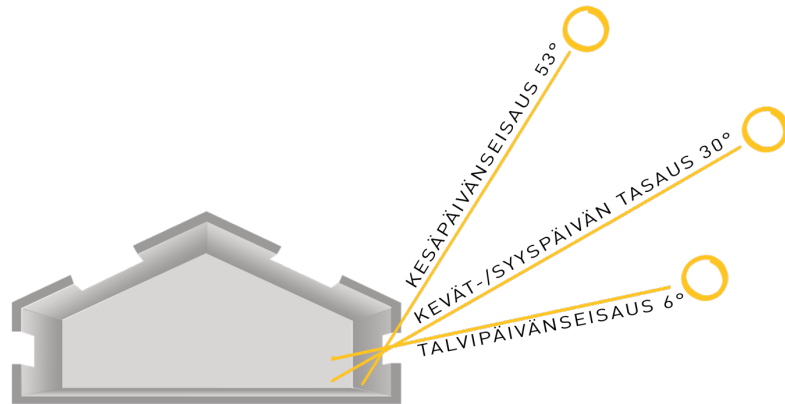
tilat yleensä määritellään pimeiksi, kuten kuvan 14 (s. 21) väärärikuvassa esitetyt siniset alueet, jotka ovat selvästi varjossa.

3.1 Ympäristö

Valaisevaa luonnonvaloa on sekä suora auringonvalo että pilvistä ja taivaalta heijastuva epäsuora valo. Suurimpina tekijöinä suoran ja epäsuoran valon määrään vaikuttavat kohteen sijainti leveysasteilla, sekä pilvisyys. Muita tärkeitä tekijöitä ovat kellonaika ja vuodenaika, jotka määräävät kulman, josta suora auringonvalo paistaa. (Baker, Steemers 2002)

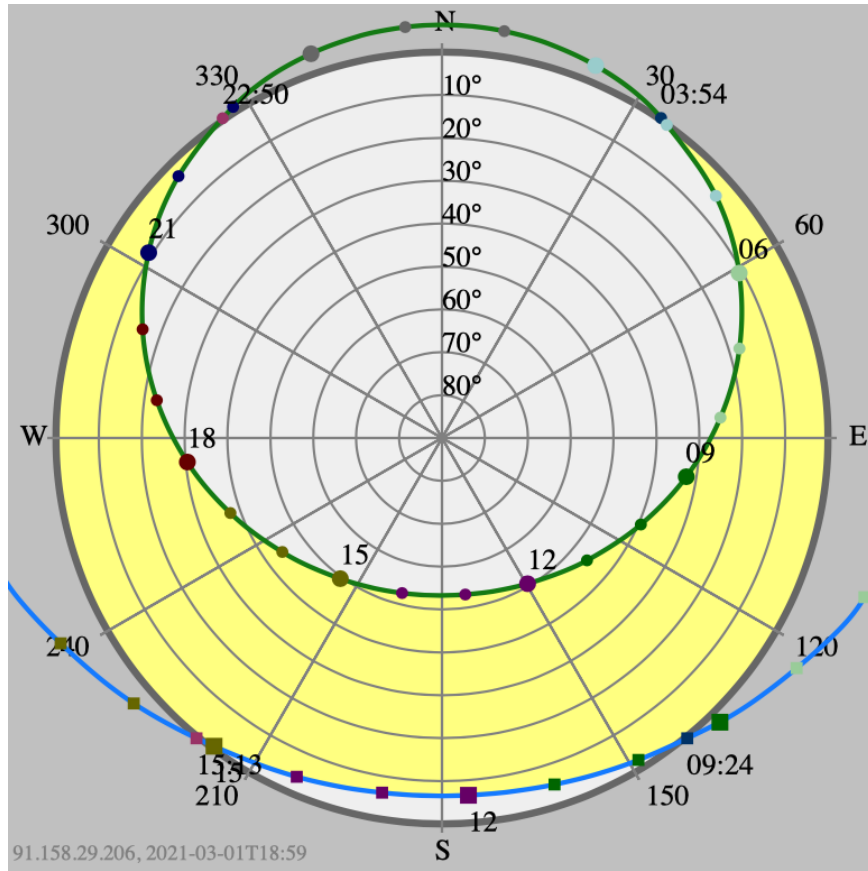
Suomessa on keskimääräisesti enemmän pilvisiä päiviä, jolloin vähintään 80 % taivaankannesta on pilvien peitossa (Ilmasto-opas n.d.). Tämän takia Suomen valo-olosuhteet on suunniteltava pilvisen sään mukaan, jolloin suurin osa valosta on pilvistä ja taivaalta heijastuvaa hajavaloa. Kevyestä pilvi-

peitteestä heijastuva hajavalon on noin kaksinkertainen kirkkaalta taivaalta heijastuvaan hajavaloon verrattuna. (RT07-10912. 2008: 2) Aurinko paistaa korkeimmillaan keskipäivällä. Sen kulma on suurimmillaan kesäpäivänseisauksena kesäkuussa ja pienimmillään talvipäivänseisauksena joulukuussa (kuva 15).



Kuva 15. Auringon korkeuskulmat Helsingissä. Vuodenaikojen vaihtelu vaikuttaa auringon korkeuskulmaan ja siihen, kuinka pitkään valoa on saatavilla. (Kuva: Laura Honkanen, perustuu: RT 07-11300. 2018: 2)

Suomessa aurinko paistaa keskipäivällä korkeimmillaan noin 53 asteen kulmassa ja matalimmillaan noin kuuden asteen kulmassa. Suomalaisia valo-olosuhteita ei voida verrata esimerkiksi keskieurooppalaisiin valo-olosuhteisiin, sillä talvisin aurinko paistaa lähes horisontin tasosta ja pohjoisessa joskus jopa sen alapuolelta. Keskiarvona käytetään yleisesti 30 asteen kulmaa laskiessamme auringon valaisukulmaa Suomessa. (TECHY SARL n.d.) Vuodenaikat vaikuttavat myös siihen, kuinka pitkään valoa on saatavilla. Helsingissä päivän pituus on pisimmillään noin 19 tuntia ja lyhyimmillään noin 6 tuntia. (RT 07-11300. 2018)

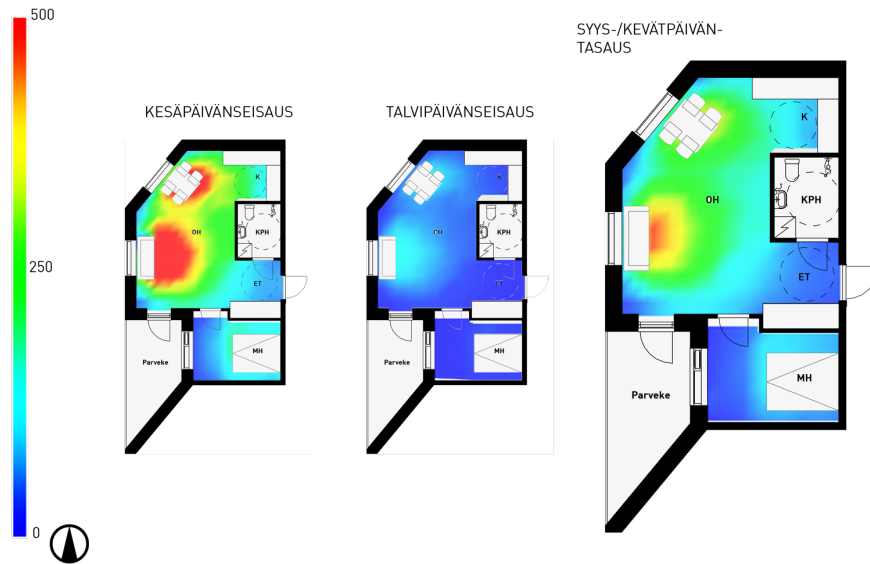


Kuva 16. Auringon vuotuinen kulku Helsingissä. Vihreä linja esittää kesäpäivänseisausta, jolloin aurinko paistaa korkeimmalta ja pisimpään. Sininen linja esittää talvipäivänseisausta, jolloin aurinko paistaa matalimmalta ja lyhyimpään. (Kuva: gaisma.com)

Taulukko 1. Vuodenaikojen vaikutus esimerkiasunnon (kuva 17, s. 25) keskimääräiseen valovoimaan (lx).

Oleskelutilat	MH	Vuodenaika
515	150	Kesä
320	90	Syksy/Kevät
75	25	Talvi

Suomessa talven pimeinä kuukausina asuntoihin saadaan harvoin tarpeeksi valoa. Kuvassa 17 (s. 25) esitetystä case-suunnitelman esimerkiasunnossa valovoima tiloissa on riittävä (lisää luvussa 3.2. käyttötarkoitus) kesä-, kevät- ja syyskuukausina, mutta talvikuukausina valovoima saavuttaa parhaimmillaan vain 120 luksin valovoiman, joka vaatii keinovaistuksen käyttöönottoa esimerkiksi lukemisen tai ruuanlaiton avuksi.



Kuva 17. Vuodenaikojen vaikutus valovoimaan (lx) case-suunnitelman esimerkiasunnossa. (Kuva: Laura Honkanen)

Pohjoisissa maissa on hyvä ottaa huomioon lumesta heijastuva valo, joka voi parhaimmillaan kompensoida talven pimeitä päiviä. Maan ollessa lumen peitossa valo heijastuu ylöspäin valaisten rakennuksia ja pilviä, mikä saa taivaan vaikuttamaan kirkkaammalta. Suunnittelua ei voi kuitenkaan perustaa tähän. (Plummer 2012: 6; Baker, Steemers 2002: 35)

3.1.1 Ilmansuunta

Yleinen ymmärrys auringosta valonlähteenä on, että se nousee idästä ja laskee länteen. Aurinko siis tuntuu kiertävän noin 180 asteen kaarella taivaalla. Auringon kulusta ja sen vaikutuksista ilmakehästä heijastuvaan valoon pystytään erottamaan vuorokaudenajat ja vuodenajat. Elämän aikana opittu vuorokausirytmä vaikuttaa myös ihmisen valontarpeeseen ja sitä kautta tilojen valontarpeeseen niiden käyttötarkoituksen mukaan. (Descottes, Ramos 2011)

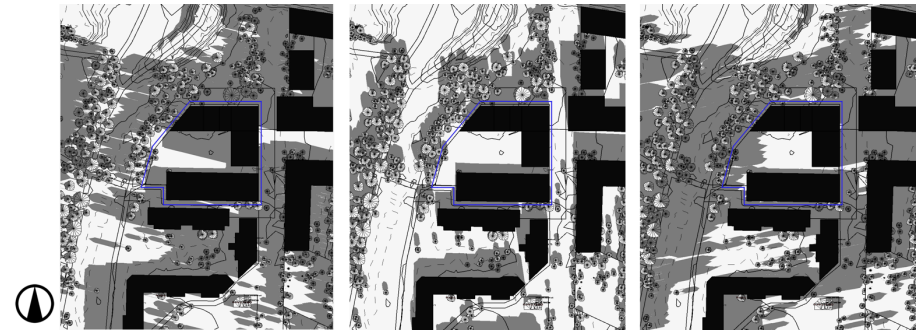
Ilmansuunnat ovat yksi ensimmäisistä tekijöistä, joita mietitään rakennuksen sijoittelussa ja suuntauksessa. Yleensä rakennuksen pääjulkisivu, eli julkisivu, jolla on eniten ikkunapinta-alaa, sijoitetaan ilmansuuntien kannalta parhaaseen suuntaan. Nämä ovat rakennuksen asennosta ja ulkoisista esteistä riippuen ne ilmansuunnat, joista pääjulkisivu saa eniten luonnonvaloa. Ilmansuuntien vaikutusta sisätilan valaistuk-

seen voidaan havainnollistaa ilmansuuntien suuntautumistekijöillä, jotka esittävät D.R.G. Huntin havaintoja keinovalon tarpeellisuudesta sisätiloissa ilmansuunnista riippuen (kuva 18). Suuntautumistekijät ovat kertoimia, jotka vaikuttavat keinovalon käyttöönoton todennäköisyyteen sisätiloissa. (Baker, Steemers 2002: 45) Ilmansuuntien vaikutus vaihtelee suuntautumistekijöiden perusteella noin ± 28 %:lla tilojen valonsaantiin, eniten etelän ja pohjoisen välillä.

Pohjoinen	Itä	Etelä	Länsi
1.04	1.27	1.60	1.15

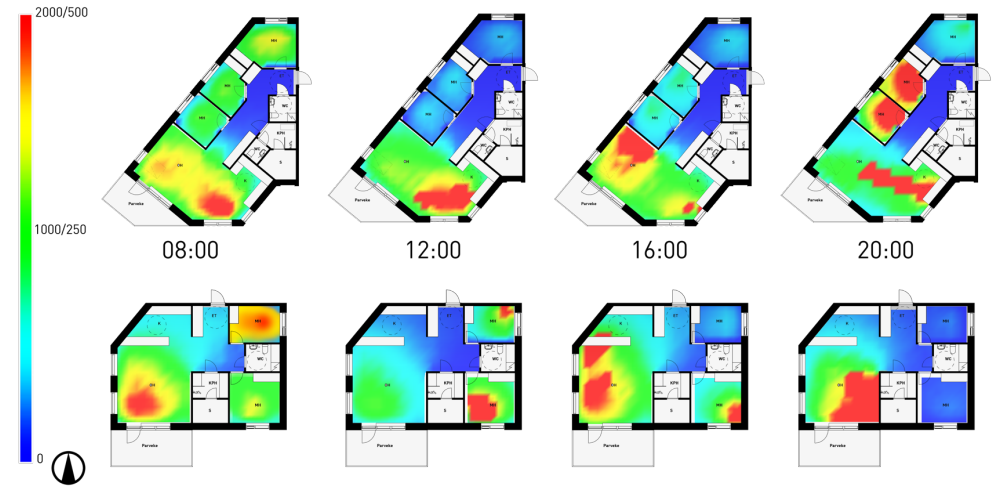
Kuva 18. Suuntautumistekijät Bergenissä, Norjassa. Bergen on pohjoisilla leveysasteilla Helsingin kanssa samalla korkeudella. (Kuvan taulukko: Baker, Steemers 2002: 128)

Case-suunnitelman suunnittelualueena toimii Helsingin Pikku-Huopalahteen suunniteltava Huopalahdenportin asuinkerrostalojen alue Mannerheimintien ja Vihdintien risteyksessä. Rakennuspaikkaa rajaa pohjoisesta ja lännestä puisto-alue, sekä idästä ja etelästä asuinkerrostalojen korttelialueet. Suunnittelualueen ulkoisia esteitä suoralle valolle on idästä varjostavat asuinkerrostalot (kuva 19). Etelästä asuinkerrostalot varjostavat suunnittelualueen etelärajalle suunniteltavaa kaksikerroksista pysäköintilaitosta, mutta ei vaikuta pohjoisreunalle suunniteltavaan asuinkerrostaloon.



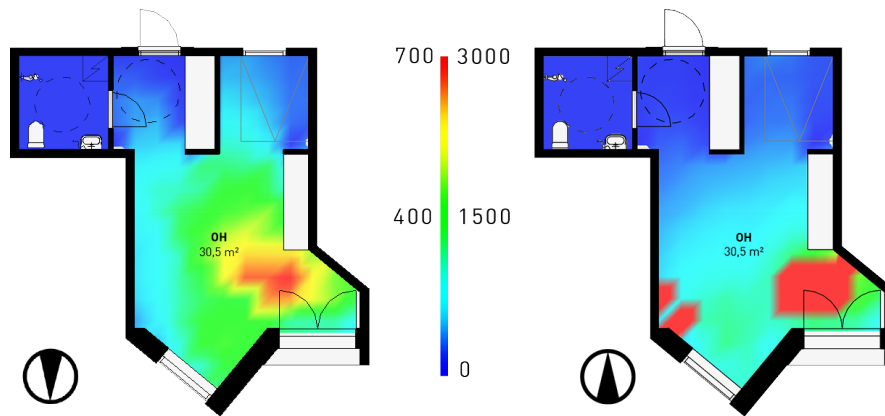
Kuva 19. Case-suunnitelman rakennuspaikkaan vaikuttavat varjot aamulla, keskipäivällä ja iltapäivällä (Kuva: Laura Honkanen)

Parhaiten ilmansuuntien vaikutukset luonnonvalon saantiin pystytään hyödyntämään asuntojen suuntauksella. Toisinkuin pientaloasumisessa, kerrostaloasunnot eivät voi avautua kaikkiin ilmansuuntiin, joten paras tilanne on saada asuntoon ikkunoita kolmeen ilmansuuntaan, jotta auringonvalo saataisiin hyödynnetyksi aamusta iltaan. Kuvassa 20 on esitetty kaksi case-suunnitelman päätyasuntoa, joissa saadaan kolmelta ilmansuunnalta tuleva valo hyödynnetyksi. Kuvassa ylemmän asunnon oleskelutila ja keittiö on suunnattu niin että ikkunat saadaan avautumaan kaakosta luoteeseen, jolloin aurinko valaisee tiloja parhaiten aamupäivällä ja jatkaa valaistamista iltaan. Alemmassa asunnossa oleskelutilat saavat auringon valoa parhaiten vasta iltapäivästä ikkunoiden avautuessa etelään ja länteen.



Kuva 20. Kahden huoneiston valovoima kesällä kellonajasta riippuen. Kaaviot esitetty 0-200 luksin asteikolla, paitsi aamuaurinko, joka on esitetty 0-500 luksin asteikolla parhaan tuloksen saamiseksi. (Kuva: Laura Honkanen)

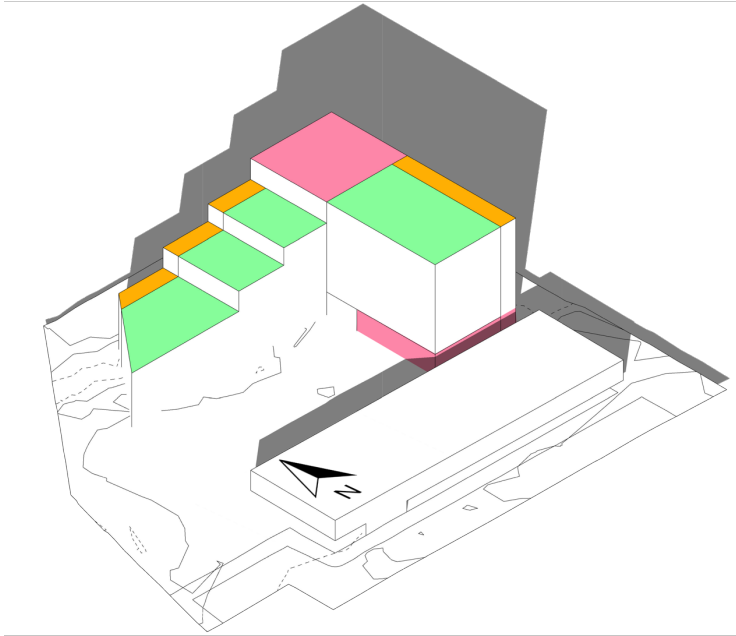
Kuvassa 21 on esitetty asunto ja sen valovoiman vaihtelu riippuen siitä, mihin ilmansuuntaan asunto on suunnattu. Etelään aukeavan asunnon keskiverto valovoima on 2 800 lx, kun pohjoiseen aukeavassa se on noin kymmenen kertaa vähemmän, vain 260 lx.



Kuva 21. Ilmansuunnan vaikutus tilan valovoimaan kirkaalla taivaalla kesäpäivänseisauksena. (Kuva: Laura Honkanen)

3.1.2 Rakennelmat

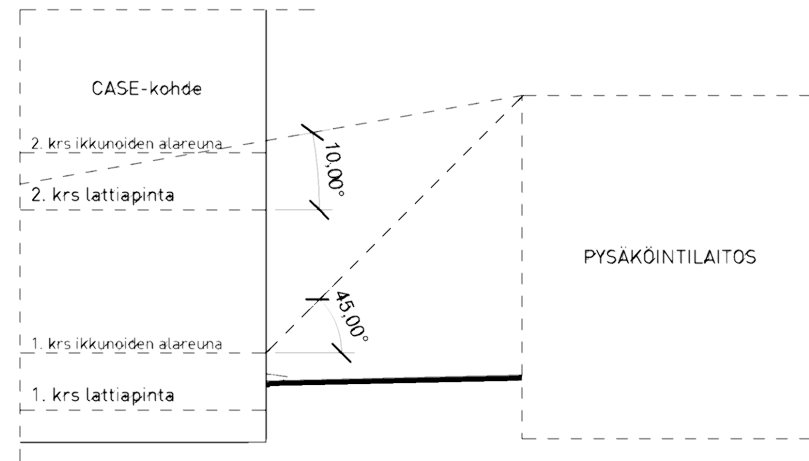
Ympäröivien rakennusten vaikutus rakennuspaikkaan on suuri ja tihentävässä rakennuskannassa huomioitava asia. Ympäröivät rakennukset voivat varjostaa toisiaan estäen suoran valon pääsyn rakennukseen sisään tai peittämällä taivaan. Luonnonvaloa voidaan saada ympäröivistä rakennuksista huolimatta joko niiden yli tai väleistä. Jotta valon saanti olisi optimaalinen, tulisi ympäröivien rakennusten korkeuden suhteen etäisyyden olla alle 10 astetta (kuva 23, s.29). (Baker, Steemers 2002: 36, 46)



Kuva 22. Case-suunnitelman suhde varjostaviin tekijöihin suunnittelualueella. (Kuva: Laura Honkanen)

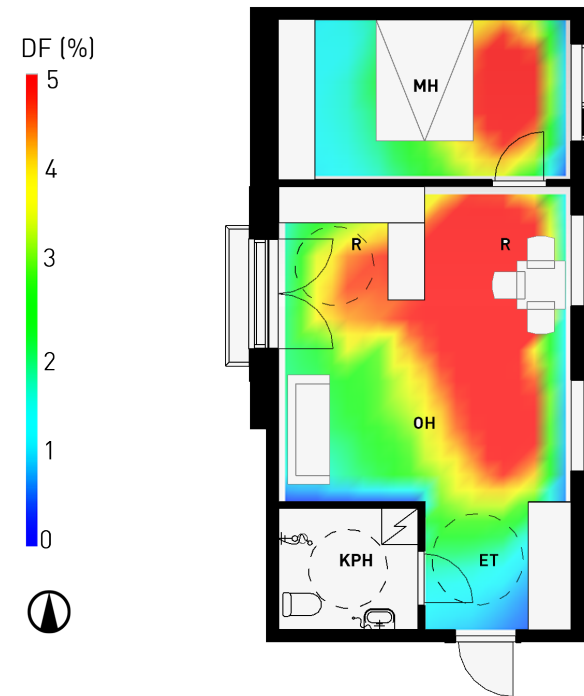
Kuvassa 22 havainnollistetaan case-suunnitelman muotoa ja asettumista suunnittelualueelle, sekä suhdetta viereiseen pysäköintilaitokseen asemakaavassa esitettyjen muotojen ja sijaintien perusteella. Väreillä havainnollistetaan valon kantalta optimaalisia alueita, joista punaisella värillä on merkitty

alueet, joissa on valon saantiin vaikuttava rajoite. Rakennuksen kulmaan esitetylle alueella suunniteltavat asunnot avautuisivat vain pohjoiseen tai itään, jossa on luvussa 3.1 ympäristö todettu olevan aamuaurinkoa varjostava kerrostalo. Lisäksi suunnittelualueen etelärajalla oleva pysäköintilaitos varjostaa osaa rakennuksesta.



Kuva 23. Pysäköintilaitoksen aiheuttama este luonnonvalon saannille case-suunnitelmassa. (Kuva: Laura Honkanen)

Parhaissa tapauksissa voidaan rakennusta ympäröiviä rakennelmia käyttää hyödyksi suoran tai hajavalon heijastamisessa sisään rakennukseen. Etelästä tuleva valo, joka heijastuu pohjoiseen ilmansuuntaan avautuvaan ikkunaan, voi parhaimmillaan valaista sisätiloja jopa paremmin kuin pilvetön taivas. Tällaiset tilanteet ovat hyvin riippuvaisia kahden rakennuksen suhteesta toisiinsa ja auringon korkeuskulmasta, sekä kellonajasta, joten mitään yhtä selkeyttävää sääntöä tähän ei ole. Ulkoisista rakenteista heijastuva valo heijastuu pääasiassa hyvin pienessä kulmassa, melkein vaakatasoisessa ja siten ulottuu syvälle tilaan. Valon imeytyessä osittain heijastuspintaan se on kuitenkin yleensä taivaan hajavaloa himmeämpää. (Baker, Steemers 2002: 35, 37, 59)



Kuva 24. Luonnonvalon jakautuminen case-suunnitelman toisen kerroksen kaksiossa päivänvalosuhteena. (Kuva: Laura Honkanen)

Taulukko 2. Kuvan 24 (s. 30) esittämän asunnon keskimääräinen päivänvalosuhte eri kerroskorkeuksilla.

Tila/Sijainti	2. krs	3 krs	4 krs.	5 krs.
Oleskelutilat	3,1	3,1	4,0	4,5
Makuuhuone	2,6	2,6	3,1	3,2

Idästä varjostavien rakennusten vaikutusta kuvassa 24 (s. 30) esitetyn asunnon valoisuuteen on havainnollistettu taulukossa 2. Rakennusten varjostava vaikutus näkyy selvimmin toisen ja kolmannen kerroksen asunnoissa, jossa ero päivänvalosuhteessa verrattuna ylempien kerrosten asuntoihin on prosentista puoleentoista prosenttiin. Neljännen ja viidennen kerroksen päivänvalosuhteita verrattaessa ero oleskelutilojen välillä on suurempi kuin makuuhuoneiden. Tässä näkyy mukana rakennuksen itsensä varjostava vaikutus pohjoisesta päin, joka ei vaikuta enää kyseiseen asuntoon viidennessä kerroksessa.

3.2 Käyttötarkoitus

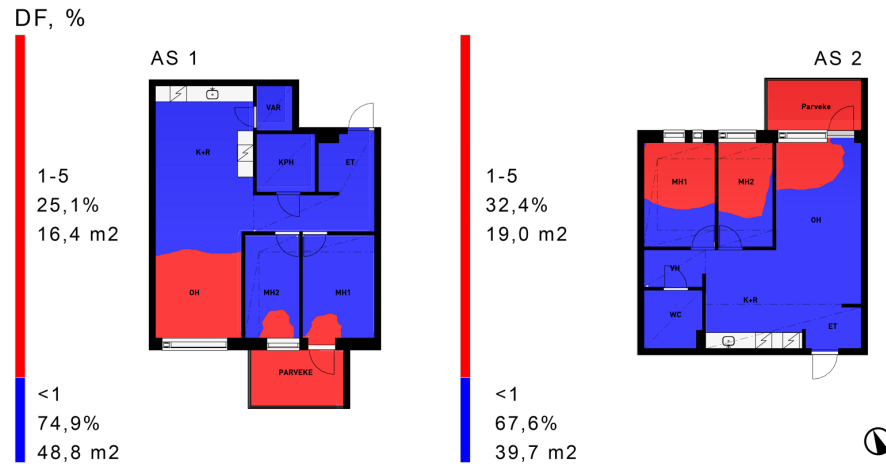
Valon jakautuminen eri vuoden- ja vuorokaudenaikaan vaikuttaa elämisen perusrytmiin. Ihmisen energisyys, mieliala, aktiivisuus ja hormonaalinen toiminta ovat sidoksissa valon määrään. Siksi tilojen suunnittelussa onkin tärkeää luoda optimaaliset olosuhteet käyttötarkoituksen mukaan. Tavoite on, että makuuhuoneessa rentoutuessa liika valo ei tuota ärsykeitä ja mieli saa levätä, sekä vastaavasti päivittäiseen oleskeluun tarkoitetut tilat loisivat positiivisen ilmapiirin valoisuudellaan. Luonnonvaloa tulisi siis jakaa toimintojen mukaan ja vain niiden tarvitseman määrän verran. (Pallasmaa 2016)

Taulukko 3. Suositeltu valovoima toiminnan vaatiman valoisuuden perusteella. (Taulukko: Laura Honkanen, perustuu: SIT 63-610044. 2007; Descottes, Ramos 2011; Recommended lighting levels in buildings n.d.; Illuminance - Recommended light level 2004)

Tilan käyttötarkoitus	Suosittelut vähimmäisvalovoima (lx)
Työhuone	300–500
Oleskelutilat	300–500
Keittiö	200–300
Ruokailutila	200–300
Makuuhuone	100–300
Varasto	100–200
Porrashuone	150–200
Käytävä	100–200

Vaikka suosituksia tilojen valoisuudesta on, eivät ne ole absoluuttisia. Esimerkiksi vaikka syömiseen ruokailutilassa tai porrashuoneessa kulkemiseen ei tarvita toiminnallisesti paljoa valoa, parantuu asumismukavuus, jos ne ovat hyvin valaistuja.

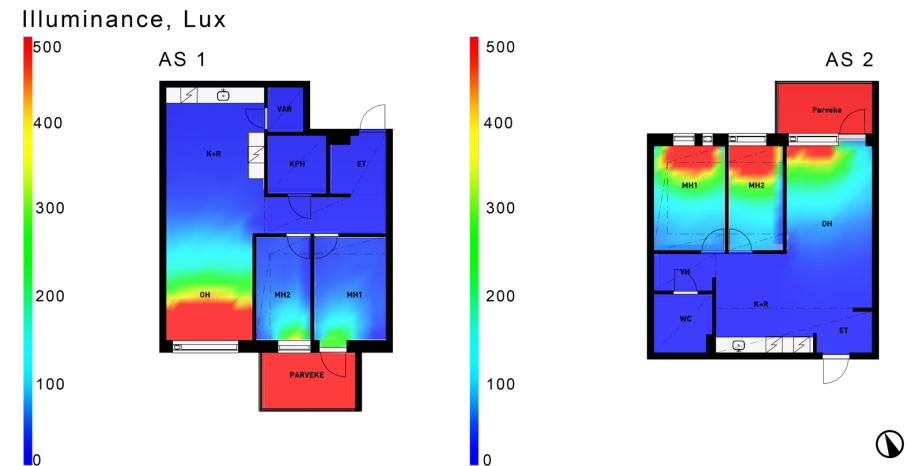
Perinteisessä kerrostaloasunnossa tilat ovat jaettu käyttötarkoituksen mukaan ja eroteltu toisistaan väliseinillä tai syvennyksillä ja alkoveilla. Tämä helpottaa valon jakamista toiminnan tarvitseman määrän verran. Muuntojoustavuus ei siis välttämättä ole luonnonvalosuunnittelun kannalta tavoiteltava ratkaisu. Makuuhuone on tärkeää suunnitella niin ettei kirkas aamuaurinko häikäise, eikä iltaisin suora valo häiritse nukahdamista. Siksi makuuhuoneet yleensä sijoitetaan asunnon pohjoisosaan, jossa suora valo ja lämpö eivät ole ongelma. (RT07-10912. 2008; SIT 91-610018. 2005)



Kuva 25. Päivänvalosuhte esimerkkiasunnoissa Vantaan Ilmattareissa. Punaisella merkityt alueet: päivänvalosuhte on suositusten mukainen 1-5%. Sinisellä merkityt alueet: päivänvalosuhte on alle suosituksen. (Kuva: Laura Honkanen)

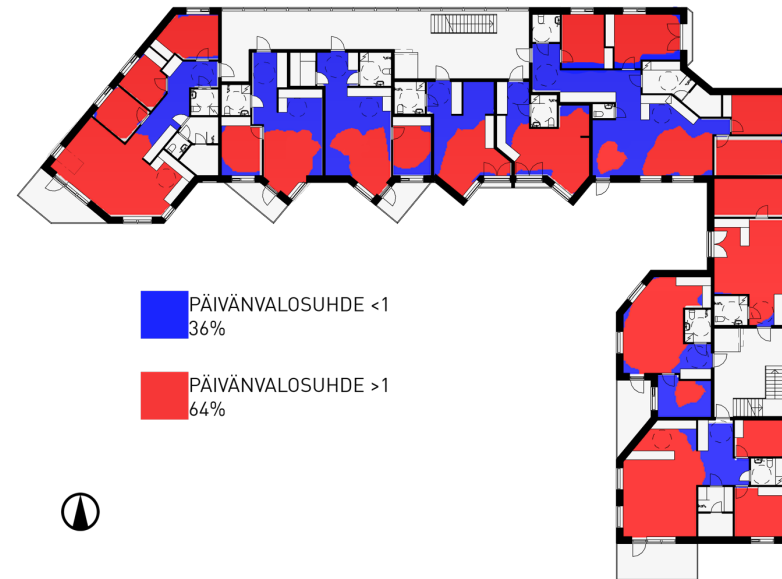
Esimerkkeinä tilojen sijoittelusta luonnonvalon kannalta on kaksi asuntoa Vantaan Ilmattaresta. Luonnonvalon saantia sisätiloissa on havainnollistettu kuvassa 25 päivänvalosuhteella. Kummassakin kuvan asunnossa reilusti alle puolet pinta-alasta saavuttaa suositellun 1-5 % päivänvalosuhteen.

Useassa tilassa, kuten WC-tilat, varasto, sekä asunto 1:n eteistila, päivänvalosuhte on loogisesti 0 väliseiniä muodostamien esteiden vuoksi. Nämä tilat eivät tarvitse välttämättä hyvää luonnonvaloa toiminnan tai viihtyvyyden mahdollistamiseksi.



Kuva 26. Valovoiman jakaantuminen huoneiden sisällä. Valovoimaisuus on laskettu kesäpäivän seisauksena keskipäivällä. Materiaalit ovat keskivertoheijastavia. Ympäröiviä rakennuksia ei ole otettu mukaan laskuihin. (Kuva: Laura Honkanen)

Koska päivänvalosuhte ei näytä luonnonvalon todellista jakaantumista tiloihin, tarkastellaan kuvassa 26 (s. 33) samojen asuntojen valovoimaa. Kuva esittää hyvin, kuinka parvekkeiden sijoittelu vaikuttaa luonnonvalon saantiin. Asunnon 1 makuuhuoneet ovat hämäämpiä olohuoneeseen verrattuna ja luonnonvalo jakaantuu tässä tilojen kannalta oikein. Asunnossa 2, jonka ikkunat avautuvat pohjoiseen, luonnonvalo jakaantuu parhaiten makuuhuoneisiin ja olohuone on parhaimmillakin valo-olosuhteilla hämää. Kummassakin asuntoesimerkissä keittiö ja ruokailutila ovat jätetty pitkien ja kapeiden tilojen johdosta pimeiksi ja asunto 2:ssa keittiön ja lähimmän ikkunan välissä on myös makuuhuoneen väliseinä, jolloin valoisuus vähenee entisestään.



Kuva 27. Ohjeellisesti riittävän päivänvalosuhteen alueet case-suunnitelman mallikerroksessa. Päivänvalosuhte on mitattu oleskelu- ja makuuhuoneissa, joista 64 % saavuttavat ohjeistetun 1-5 % päivänvalosuhteen. (Kuva: Laura Honkanen)

Illuminance, Lux



Kuva 28. Valovoiman jakaantuminen case-suunnitelman asunnossa. Valovoimaisuus on laskettu kesäpäivän seisauksena keskipäivällä. (Kuva: Laura Honkanen)

Vertailuna on kuvassa 28 esitetty kaksio Pikku Huopalahden case-suunnitelmasta. Asunnon runkosyvyys on 9 metriä kun Ilmattaren esimerkkiasunnoissa runkosyvyydet ovat 8 ja 10 metriä. Case-suunnitelman asunnossa valo jakaantuu tiloissa tasaisemmin kuin Ilmattaren asunnoissa, sekä jakaantuminen tiloihin on hierarkkisesti parempi. Makuuhuone, jossa tasaisempi hajavalon on suoraa valoa tärkeämpää, avautuu kateutulle parvekkeelle, kun taas oleskelutilojen pääikkuna avautuu suoraan kattamattomaan ulkotilaan, jolloin luonnonvalon pääsy sisätiloihin ei rajoitu katoksen takia. Asunnossa on Ilmattaren tavoin mahdollisuus avata ikkunat vain yhteen ilmansuuntaan, mutta eteiseen lisätyllä yläikkunalla saadaan tasoitettua eteisen ja oleskelutilojen välisiä valoisuuseroja. Vaikka ikkunan koko on pieni, eikä se avaudu ilmansuunnalta kannattavasti tai edes suoraan ulkotilaan on sen tuoma lisävalo tilassa kannattava.

Vaikka valon tarvetta painotetaan positiivisesti ihmisen perustarpeissa, on myös valon puute olennaista. Hämärässä näköaisti saa levätä, jolloin muut aistit ja ajatuksenjuoksu kirkastuvat. Sekä valo, että sen puute ovat yhtä tärkeitä vuorokausirytmien ylläpitämiseksi, mutta nykykulttuuri on alkanut teknologian myötä vääristämään luonnollisen valon tarpeen päinvastaiseksi, jolloin saamme päivisin liian vähän valoa ja öisin liikaa. Hyvän rytmin ylläpitämiseen vaikuttavat sekä valon määrä, että sen laatu. (Pallasmaa, Heininen-Blomstedt 2016: 37)

3.3 Rakennusosat

Rakennus koostuu erillisistä rakennusosista, kuten ikkunat, katokset ja parvekkeet. Näiden vaikutus valon määrään ja laatuun on suuri. Ikkunat päästävät valoa sisään rakennukseen, mutta liian suuri aukotus saattaa olla haitaksi valon laadullisesta näkökulmasta. Katokset ja parvekkeet taas pääasiassa

varjostavat sisätiloja suoralta auringonvalolta, mutta voivat ehkäistä epämiellyttävää häikäisyä.

3.3.1 Aukotus

Rakennuksen julkisivun aukotus on merkittävä tekijä siinä, miten tilan avoimuutta, yksityisyyttä ja valoisuutta määritellään. Moderniin arkkitehtuuriin siirryttäessä valon määrästä ja ikkunoiden avaamista näkymistä on tullut usein määräävä tekijä julkisivun aukotusta suunniteltaessa. Usein suunnittelussa päädytään suuriin ikkunapintoihin ja lasijulkisivuihin, joista on tullut myös osalla tapaa modernin arkkitehtuurin tunnusmerkki. (Pallasmaa, Heininen-Blomstedt 2016: 38)

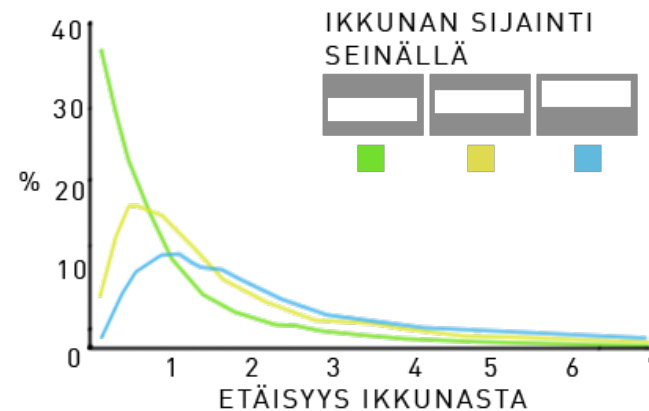
Yleisenä käsityksenä tuntuukin olevan, että enemmän valoa saadaan, jos otetaan käyttöön enemmän valoa läpäiseviä pintoja. Tässä periaatteessa kuitenkin unohdetaan määrän lisäksi valon laatu. Suuret lasipinnat eivät siis ole vastaus, kun suunnitellaan valoisia tiloja, sillä ne synnyttävät uusia ongelmia. (Corrodi 2008: 33-34, 44) Pienten ikkunapintojen suosija,

arkkitehti Luis Barragan on muun muassa maininnut 1900-luvun lopun arkkitehtuurin olevan miellyttävämpää, jos niihin suunnitellut ikkunapinta-alat puolitettaisiin:

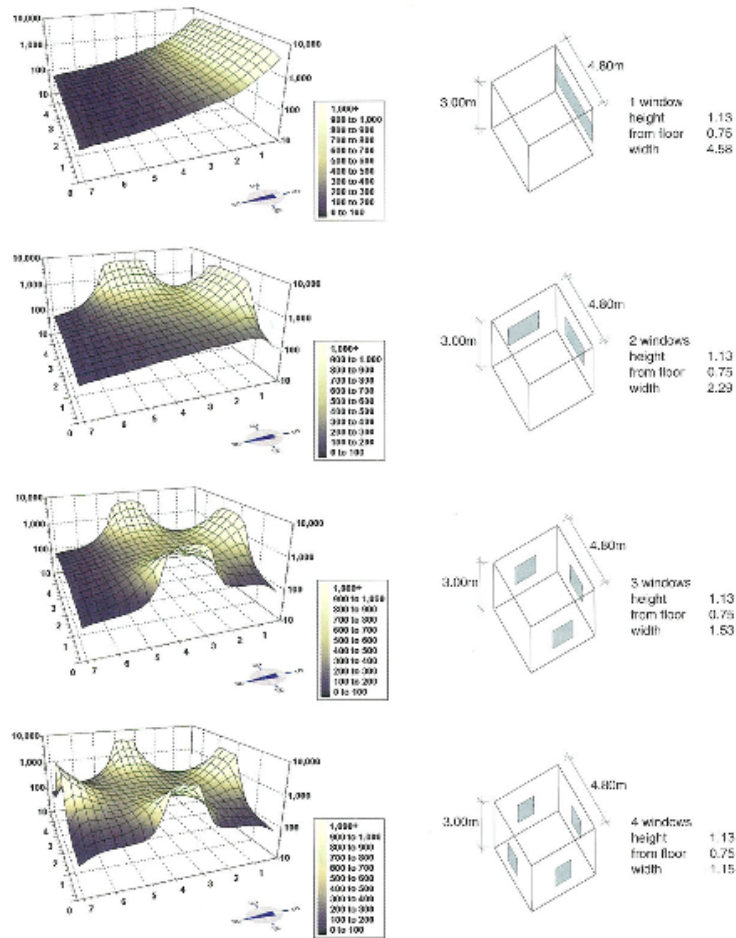
”(Suurten ikkunapintojen käyttö) vie rakennuksil-
tamme intiimiyden, varjojen efektit ja tunnelman.
Arkkitehdit ympäri maailmaa ovat erehtyneet mi-
toittaessaan suuria julkisivulasipintoja ja ulos
avautuvia tiloja ... Olemme kadottaneet intiimin
elämän merkityksen ja pakotettuja elämään jul-
kista, periaatteessa kodin ulkopuolista elämää.”
(Ramirez Ugarte, Barragan 1962, käänös: Laura
Honkanen)

Valoisien tilojen suunnittelussa on usein vaikeaa saada valo jakautumaan tilaan tasaisesti. Valoa on usein liikaa ikkunoiden läheisyydessä ja sen määrä laskee nopeasti kauemmas ikkunasta siirtyessä (kuva 29). Tasainen valon jakaantuminen tilaan on suurta maksimilukemaa tärkeämpää, sillä suuret erot valoisian ja hämärän tilan välillä aiheuttavat silmän verkkokalvon reagoimisen valon määrään epämiellyttävänä häikäisyinä. Valon jakaantumista tilaan voidaan tasoittaa ikkunan

sijoittelulla, joka on usein tärkeämpää kuin aukotuksen muoto tai koko. Jakaantuminen pääsääntöisesti tasoittuu ikkunan alareunan noustessa. Korkeammalle seinällä sijoittuvat ikkunat mahdollistavat valon ulottumisen myös kauemmas ikkunaseinästä. Ikkunoiden sijoitteluun vaikuttavat myös ikkunapinta-alan jakaminen useammalle seinälle, mikä jakaa lisää valon määrää ja mahdollistaa suurempia tiloja (kuva 30, s. 38). (Baker, Steemers 2002: 64-67)



Kuva 29. Ikkunan korkeuden vaikutus valon tasaiseen jakaantumiseen tilassa. (Kuva: Laura Honkanen, perustuu: Baker, Steemers 2002: 64)



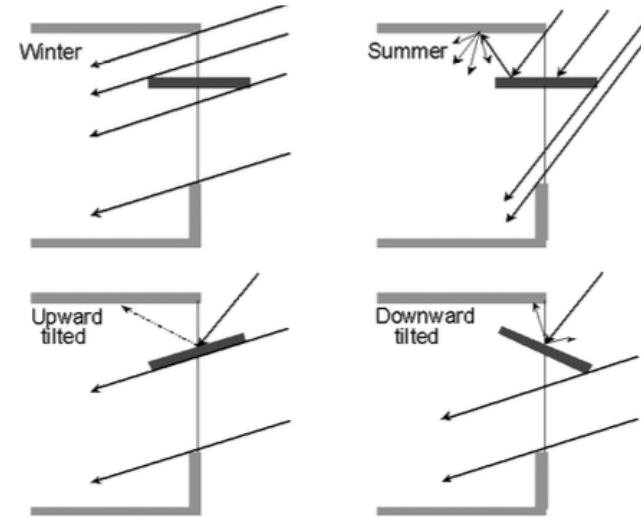
Kuva 30. Huoneen valovoiman muutokset ikkunapinta-alan jakautumisen perusteella. Kaikkien esimerkkien ikkunapinta-ala on 15% huoneen lattiapinta-alasta. (Kuva: Baker, Steemers 2002: 67)

Asunnon avautuessa kahteen tai useampaan suuntaan voivat sekundääriset ikkunat avautua sivukäytävälle tai atriumpihalle. (RT07-10912. 2008: 5) Tilojen pimeimmässä osassa jopa pienen ikkunan sijoittaminen, tai ikkunan suuntaaminen varjoon päin, tasoittaa valon jakautumista tilaan.

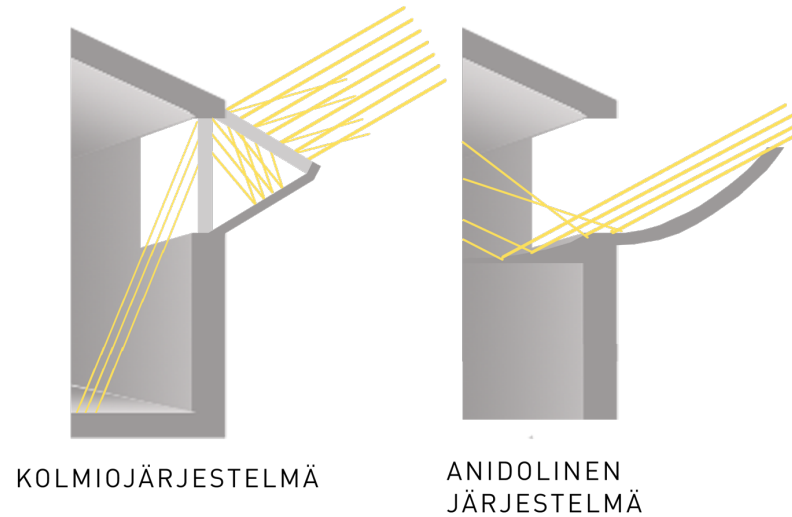
Jotta valon saannin kannalta tärkeä hajavalvo voitaisiin hyödyntää parhaiten, on zenitaali, eli katon kautta tuleva luonnonvalo, hyvä ottaa mukaan suunnitteluun. Taivaan hajavalvo on voimakkainta suoraan yläpuolella ja himmeintä horisontissa, joten pystysuuntaiset ikkunat seinillä hyödyntävät tästä vain murto-osan. Tila, jossa on käytetty kattoikkunoita, on noin 2-3 kertaa valoisampi kuin tila, jossa on hyödynnetty vain seinillä olevia ikkunoita. (Baker, Steemers 2002: 34) Lisäksi kattoikkunoista paistava valo on Suomessa harvoin suoraa, kun otetaan huomioon auringon matala valaisukulma. Sen johdosta ylävalo aiheuttaa harvoin häiritsevää häikäisyä. Ra-

kentämismääräykset huomioon ottaen asunnon kaikki luonnonvalo ei voi kuitenkaan olla zenitaalia, sillä asunnosta on avauduttava asukkaan kannalta viihtyvyyttä parantavat näkyvät. (RakMK 2017: 5§)

Ylävalon käyttö on yleisintä yksikerroksisissa rakennuksissa tai monikerroksisten rakennusten katoilla, missä on mahdollista hyödyntää perinteisiä kattoikkunoita. Tiloissa, jotka eivät kuulu näihin, voidaan kuitenkin ottaa ylävaloa käyttöön hyvällä suunnittelulla. Esimerkiksi terassitaloissa, joissa kerrokset pienenevät korkeammalle mentäessä, katon pinta-alaa paljastuu jokaisen kerroksen kohdalla ja perinteisiä kattoikkunoita voidaan käyttää hyödyksi. Lisäksi voidaan suunnitella edistyneitä päivänvalojärjestelmiä, joissa valoa ohjataan heijastamaan haluttuun suuntaan valohyllyillä (kuva 31), -kui- luilla tai muilla johtimilla (kuva 32, s. 40). (Baker, Steemers 2002: 141-142)



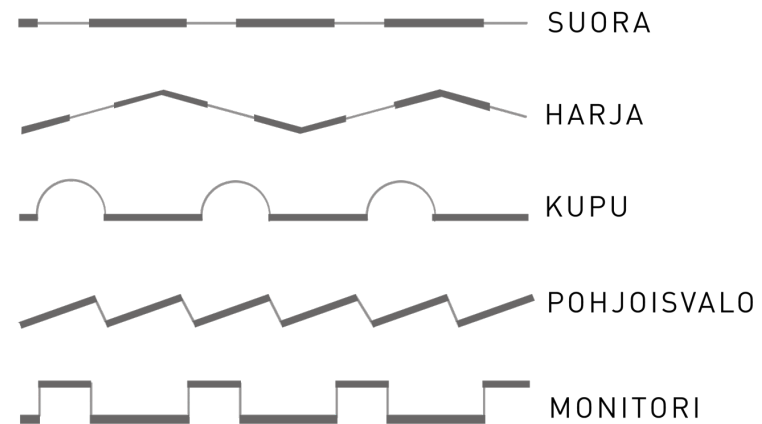
Kuva 31. Ylävalon hyödyntäminen ikkunaseinällä valohyllyn avulla. (Kuva: Ruck, Aschehoug et al. 2000: 77)



Kuva 32. Anidolisen ja kolmiojärjestelmän toimintaperiaatteet ylävalon hyödyntämisessä 30 asteen korkeuskulman mukaan. (Kuva: Laura Honkanen, perustuu: Baker, Steemers 2002: 141-142)

Ikkunapintojen ollessa suuret ja ikkunoiden avautuessa aurinkoiseen ilmansuuntiin, on syytä ajatella auringonsuojauksen käyttöönottoa joko arkkitehtonisin keinoin tai erillisillä aurinkosuojilla (RT07-10912. 2008). Varjostuksen suunnittelu ja sen

tarpeen tiedostaminen rakennukseen on mahdollista, kun rakennuspaikan olosuhteet ja auringon vaikutukset siihen on tiedossa. Varjostusta pystytään säätämään hyödylliseksi aukotuksen sijoittelulla ja mitoituksella, sekä rakennuksen muodolla ja syvyydellä. Lisäksi voidaan suunnitella ulkoisia esteitä suoralle auringonvalolle, kuten vaaka- tai pystysuuntaisia varjostimia. (Corrodi 2008: 21)



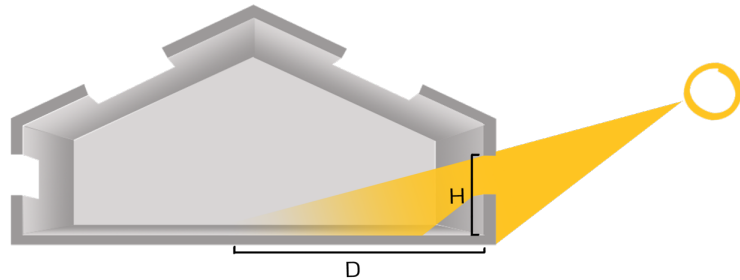
Kuva 33. Erilaisia kattoikkunoita. Kattoikkunoiden ei tarvitse olla katon pinnan kanssa yhdensuuntainen ja niiden avautumissuunnalla voidaan ohjata valon tulosuuntaa. (Kuva: Laura Honkanen, perustuu: Baker, Steemers 2002: 70)

Ylävaloa hyödyntävien edistyksellisten päivänvalojärjestelmien (kuva 32, s. 40), kuten anidolisen ja kolmiojärjestelmän, toimintaperiaatteina on heijastaa ylävalo sisätilojen pintoihin valaisten tiloja. Valon voi heijastaa suoraan esimerkiksi sisäkattoon tai sen voi johtaa edelleen valokuilujen kautta syvemmälle rakennukseen. Kummankin mainitun järjestelmän toimintasäde on 90 astetta taivaankannesta, mutta kolmiojärjestelmä toimii parhaiten, kun valon tulokulma on noin 50-90 astetta ja anidolinen noin 15-75 asteen valaisukulmalla. (Baker, Steemers 2002: 143) Koska Suomessa aurinko ei paista yli 53 asteen kulmassa, pystyy anidolinen järjestelmä hyödyntämään luonnonvaloa suuremmalla akselilla Suomessa.

3.3.2 Muoto

Tiivistyvän kaupunkirakenteen myötä rakennusten tehokkuutta pyritään nostamaan ja kustannuksia laskemaan. Rakennuskustannuksista tinkiessä seinäpinta-alaa tahdotaan minimoida, jolloin neliön muotoiset rakennukset ovat kaikkein kustannustehokkaimpia. Luonnonvalon saannin kannalta se tarkoittaa sitä, että runkosyvyys rakennuksissa kasvaa, sekä ulkoseinien pinta-ala vähenee. Tällöin myös ikkunoille käytettävissä oleva seinäpinta-ala pienenee ja luonnonvaloa on vaikeampi ulottaa syvemmälle rakennukseen. Kerrostaloja suunniteltaessa rakennuksen runkosyvyys on tekijä, joka tulee vahvimmin ja useimmin esiin luonnonvalosuunnittelussa. Runkosyvyydellä voidaan vaikuttaa luonnonvalon pääsyyn rakennuksessa huomattavasti. Nykyinen nyrkissäntö huonetilan syvyydelle on noin kaksi kertaa seinällä olevan ikkunan yläreunan korkeus lattiasta (kuva 34, s. 42).

Ikkunan yläreunan ollessa siis esimerkiksi 2,5 m ja ikkunoiden avautuessa vastakkaisiin ilmansuuntiin, voidaan rakennuksen runkosyvyydeksi määritellä 10 metriä. (RT07-10912. 2008: 4; Baker, Steemers 2002: 44) Tätä sääntöä on pääasiassa noudatettu pitkään suuremmissakin rakennuksissa, joissa pienempi runkosyvyys on ratkaistu käyttäen atriumpihoja tai ohjaamalla valoa valokuilujen avulla. Runkosyvyyden vaikutusta valaistun alueen pinta-alaan havainnollistetaan taulukossa 4, kun huoneen pinta-ala pysyy samana ja vain runkosyvyys ja -leveys muuttuvat. (Baker, Steemers 2002: 43)



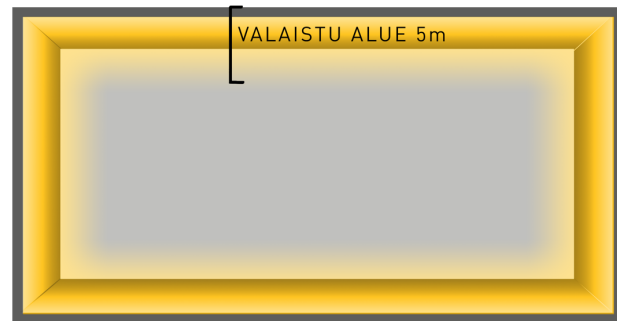
Kuva 34. Nyrkkisääntö valon ulottumiselle tilaan on $H=2D$, missä H on ikkunan yläreunan korkeus lattiasta ja D luonnonvalon ulottuminen tilaan. (Kuva: Laura Honkanen)

Suomessa auringon paistaessa korkeimmillaankin matalassa kulmassa eteläisiin maihin verrattuna atriumpihat ovat usein päivänvalon kannalta huono ratkaisu, ja niitä joudutaan valaisemaan keinovaloin myös keskellä päivää. (Baker, Steemers 2002: 48)

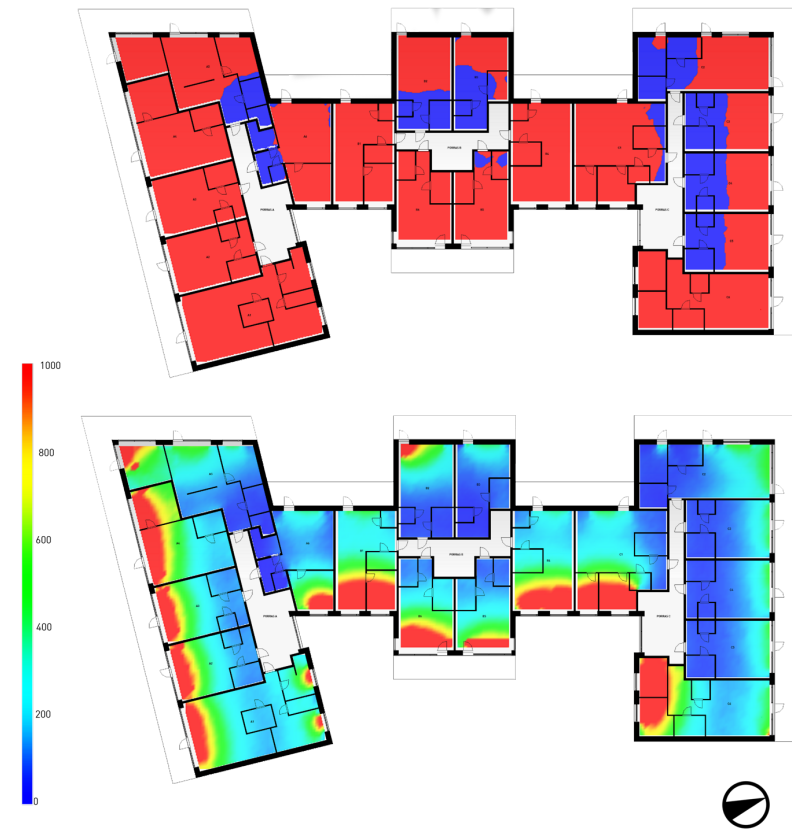
Taulukko 4. 1 000 m² kokoisen tilan valaistu pinta-ala kun syvyys ja leveys muuttuvat. Taulukossa on käytetty 2,5 m korkeista ikkunaa, jonka oletetaan valaisevan 5 m alue ikkunasta pois päin. (Taulukko: Laura Honkanen, perustuu: Baker, Steemers 2002: 44)

Tilan syvyys verrattuna leveyteen	Valaistu lattiapinta-ala (%)
1:1	53
2:1	57
3:1	63
5:1	75
8:1	90
10:1	100

Taulukossa 4 esitetystä tilanteesta huoneen lyhyemmän mitan saavuttaessa 10 m, valaistut alueet kohtaavat toisensa ja koko tila on valaistu. Syvyyden ja leveyden ollessa yhtäsuuret ulkoseinien pituus on noin 43% pienempi kuin tilanteesta, jossa syvyyden suhde leveyteen on 10:1, mutta valaistu lattiapinta-ala on myös melkein puolet mahdollisesta.



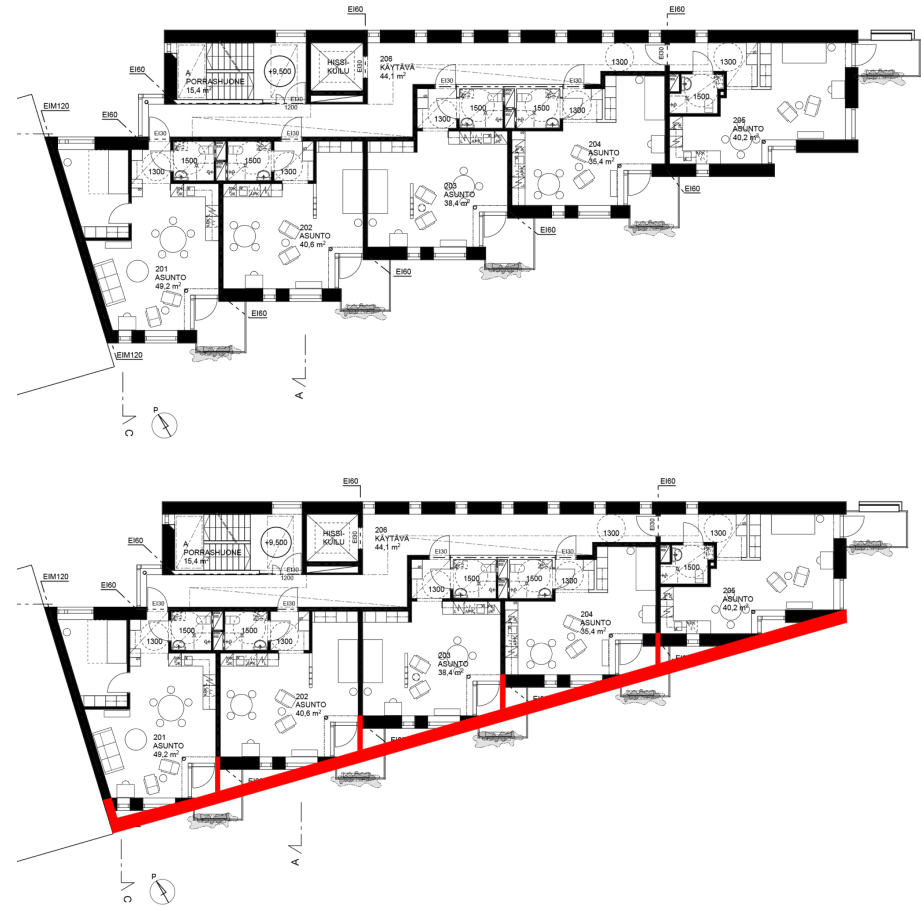
Kuva 35. Havainnollistava kuva taulukosta 4 (s. 42) (Kuva: Laura Honkanen)



Kuva 36. Luonnonvalon jakautuminen Helsingin Kommodorin malli-kerroksessa. Ylemmässä kuvassa esitetty sinisellä valovoimakkuudeltaan alle 100 luksia olevat tilat, jotka mielletään pimeiksi. (Kuva: Laura Honkanen)

Helsingin Kommodorissa muodon avulla on pidetty rakennuksen runkosyvyys tasaisena ja luonnonvalon kannalta sopivana (kuva 36, s. 43). Rakennuksen runkosyvyys vaihtelee 10 ja 13 metrin välillä. Muodon monimuotoisuuden takia 2/3 asunnoista on saatu avautumaan useampaan ilmansuuntaan ja siten saatu valoa jakautumaan tasaisesti kaikkiin asuntoihin tasa-arvoisemmin.

Muita muotoon liittyviä tekijöitä arkkitehtuurissa ovat rakennuksen kulmat ja niiden lukumäärä, sekä huonekorkeus. Periaatteena on; mitä enemmän kulmia, sitä enemmän pinta-alaa, joille sijoittaa aukotusta. Rakennuksen muodolla voidaan suunnata ikkunoita osoittamaan haluttuun ilmansuuntaan. Esimerkkinä tästä on arkkitehti Juha Leiviskä, joka käyttää julkisivupintojen porrastusta useissa kohteissaan ja siitä on tullut myös hänen tyylilleen ominainen ja tunnistettava tapa.

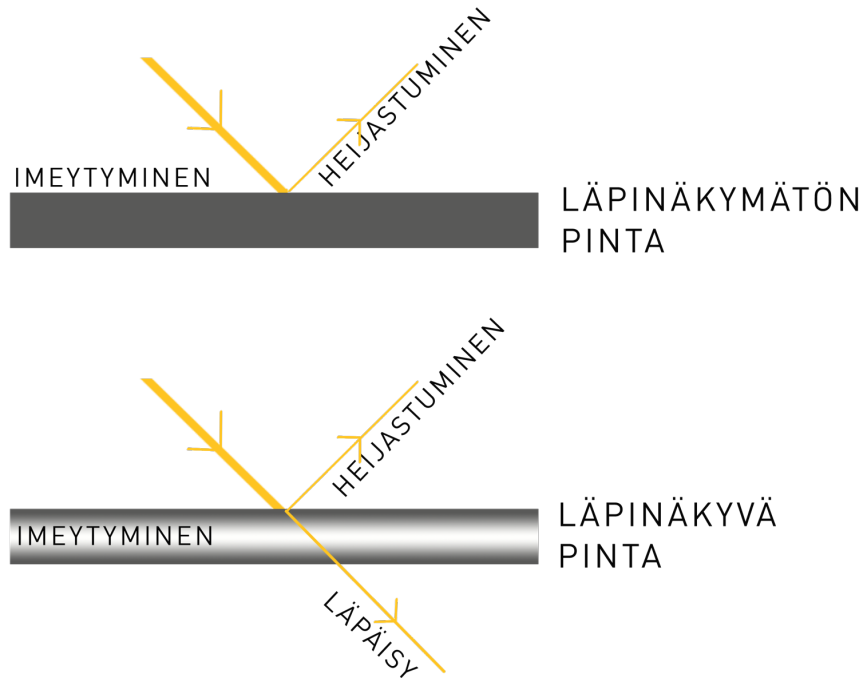


Kuva 37. Juha Leiviskän suunnittelemassa Kalasataman Kipperintalossa ulkoseinien pinta-alaa on kasvatettu porrastamalla. Punainen alue esittää ulkoseinän linjaa ilman ratkaisussa käytettyä porrastusta. (Kuva: Laura Honkanen)

Kalasadaman Kipparintalossa seinälinjan porrastuksella saadaan ulkoseinälle lisää pinta-alaa käytettäväksi julkisivujen aukotukseen (kuva 37, s. 44). Porrastuksen avulla ulkoseinään on saatu noin 4 metriä lisää pituutta, joka jakautuu noin 0,5-1,5 m asuntoa kohden. Tämä tarkoittaa keskimäärin noin 20 %:n kasvua ulkoseinän pinta-alassa asuntoa kohden. Porrastusta on käytetty hyväksi myös parvekkeiden upotuksessa, jolloin suurin osa asuntojen ikkunoista voidaan avata kattamattomaan ulkotilaan ja siten saada käytettäväksi enemmän luonnonvaloa syvemmälle asuntoihin. Lisäksi suuntaamalla pääjulkisivua etelän sijasta myös kaakkoon ja lounaaseen, saadaan auringonvaloa hyödynnettyä pidempään päivisin.

3.4 Pintamateriaalit

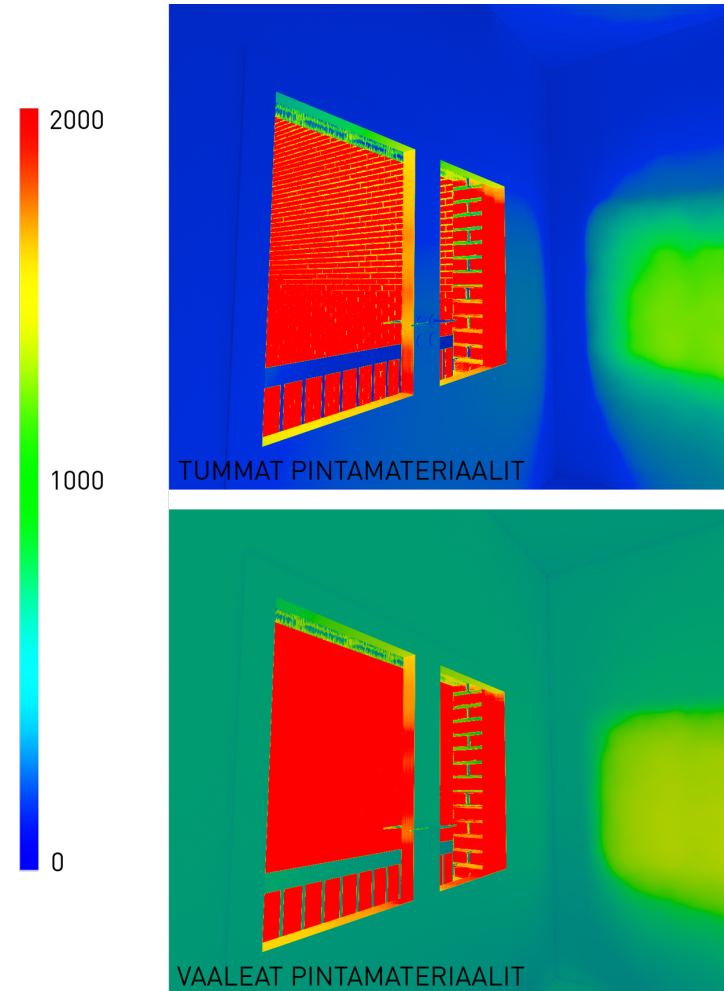
Näköhavainto syntyy valon osuessa johonkin pintaan, jolloin se joko imeytyy, heijastuu tai läpäisee pinnan ja päätyy silmän verkkokalvolle (kuva 38, s. 46). Näiden tekijöiden vaikutukset vaihtelevat pinnan ominaisuuksista riippuen. Pinnan läpinäkyvyys vaikuttaa paljon valon käyttäytymiseen. Jos materiaali on läpinäkyvä, ei se myöskään luonnollisesti päästä valoa läpi. Läpinäkyvässä pinnassa valon energia siirtyy aineeseen lämmittäen sitä, kun taas läpinäkyvässä pinnassa imeytyminen tapahtuu vain materiaalin pinnassa, jolloin materiaali ei lämpene yhtä paljon. Valo on näkyvää vain sen osuessa materiaaliin, joka heijastaa sen katsojalle. Materiaalin kyky heijastaa valoa vaikuttaa siihen, miten näemme tietyt materiaalit ja värit. Eri aineet heijastavat valon eri aallonpituuksia, mikä havaitaan eri väreinä. Ihmisen silmä on tietyille värisävyille herkempi kuin toisille. (Descottes, Ramos 2011; Baker, Steemers 2002: 89)



Kuva 38. Valon käyttäytyminen pinnan kanssa riippuu pinnan ominaisuuksista. (Kuva: Laura Honkanen, perustuu: Baker, Steemers 2002: 89)

Varsinkin pohjoismaisessa arkkitehtuurissa materiaalien vaikutus valon jakautumiseen käytetään hyväksi. Vaaleiden pintojen käyttö arkkitehtuurissa minimoi valon imeytymisen energiaksi, jolloin suurin osa pintaan osuvasta säteilystä heijastuu epäsuorana valona muulle valaistaviin tiloihin. (Plummer 2012: 8) Poinoista heijastuvaa valoa on ruvettu hyödyntämään vasta 1900-luvun taitteen jälkeen, jolloin vaaleiden pintojen suosiminen yleistyi. Käytettävien materiaalien valonheijastuskyky sisätiloissa auttaa jakamaan valon tasaisemmin tilaan (kuva 39, s. 47). Pienissä tiloissa materiaaleista heijastuva valo toimii jopa toissijaisena valonlähteenä riippuen niiden heijastuskyvystä. (Baker, Steemers 2002: 59, 68)

Pintamateriaalien valonheijastuskyvyn vaikutus sisätilan valovoimaan voi olla parhaassa tapauksessa samaa luokkaa kuin yhden lisävalonlähteen käyttö tilan valaisemiseksi. Kuvan 39 esimerkissä tummina materiaaleina on käytetty sisällä mustaa maalia ja ulkona tummaa tiiltä. Vaaleina materiaaleina on käytetty valkoista maalia ja kerman väristä tiiltä. Näiden ero heijastavuudessa on sisällä noin 0.75 ja ulkona noin 0.4. Materiaalien heijastuskykyjä on lueteltu liitteessä 1. Yhteensä käytettyjen materiaalien vaikutus tilan valovoimaan on noin 500 luksin verran. Ero kahden esitetyn tilan valovoimassa vastaa siis työtiloihin suositeltua vähimmäisvalovoimaa.



Kuva 39. Pintamateriaalien vaikutus sisätilan valovoimaan. (Kuva: Laura Honkanen)

3.5 Energia

Hyvin suunniteltuna luonnonvalo voi korvata osittain sisätiloissa käytettävää sähkövaloa ja siten vähentää sähkönkulutusta. Luonnonvalon lisääntyessä on kuitenkin vaara tilojen lämpenemisestä, jolloin suunnitteluun on otettava mukaan mahdollisia viilennysratkaisuja. Tilojen lämmitessä liikaa on yleistä, että asukas estää luonnonvalon pääsyn asuntoon ja viilentää tiloja koneellisesti, sekä ottaa keinovalaistuksen käyttöön. Tällöin luonnonvaloa ei ole hyödynnetty asuntoon optimaalisella tavalla ja tavoiteltu sähkönkulutus päinvastaisesti nousee. (Baker, Steemers 2002: 38, 109)

Suomessa luonnonvalon tuottaman energian kannalta huomattavinta on vuodenaikojen vaihtelun aiheuttamat lämpötilaerot. Talven kylmyydessä ikkunat päästävät energiaa karkaamaan ja kesällä auringon energia lämmittää liikaa tiloja, joihin suora auringonvalo osuu. Ideaalisesti nämä ongelmat

ratkaistaan suunnittelulla ja ikkunoiden lasitusten valitsemisella, eikä jälkiasennettavilla lämmitys- ja viilennyslaitteilla.

Ilmansuuntien vaikutus lämpöenergiaan on suuri. Etelään suunnatut ikkunat voivat talvisin päästää energiaa karkaamaan 60 % vähemmän pohjoisen julkisivun ikkunoihin verrattuna. Lämpölasin käyttö ikkunoissa voi pienentää tätä vielä noin 10-25 %:lla (Mikkola, Böök 2011: 20). Liikalämpenemisen ongelmiin vastataan yleensä varjostamalla suoraa auringonvaloa, mutta tämä vaikuttaa huomattavasti myös auringonvalaisevaan puoleen. (Baker, Steemers 2002: 107-108)

4 Johtopäätökset

Luonnonvalon käyttöä asuntosuunnittelussa on vaikea mitata. On otettava huomioon monet tekijät useassa suunnitteluvaiheessa. Tässä tutkielmassa on tarkasteltu luonnonvaloa vain sen visuaalisesta näkökulmasta, mutta normaalisti sen vaikutusta energiaan ei voida sulkea pois, sillä varsinkin nyky-yhteiskunnassa auringon tuottamaa uusiutuvaa energiaa arvostetaan ja uusia keinoja sen hyödyntämiseksi keksitään koko ajan enemmän.

Viime aikoina etätöiden lisääntyttyä oman asunnon viihtyvyys on tullut merkittävämmäksi aiheeksi kuin aikaisemmin. Koska luonnonvalolla on suuri merkitys niin henkiseen, kuin fyysiseenkin terveyteen, on luonnonvalon mahdollistaminen ja oikeanlainen jakaminen tiloihin entistä tärkeämpää. Jotta ihminen jaksaisi elää normaalia päivärhythmiä, on luonnonvaloa mahdollistettava oikeissa määrin läpi vuorokauden.

Nykyiset tavat rakentaa pieniä ja tehokkaita asuntoja kustannustehokkaasti tuntuu myös olevan este hyvälle luonnonvalon käytölle. Asukkaan näkökulmasta on siis vaikea tuottaa parasta ratkaisua asumiselle, jos ei voida suunnitella valo-olosuhteiden kannalta hyvää asuntoa, joka ei nousisi neliöhinnaltaan liian kalliiksi.

Vaikka valoisuutta pidetään tärkeänä asiana asuinrakentamisessa, eivät suomalaisissa rakennusmääräyksissä asetetut raamit ikkunapinta-alasta ja ympäröivien rakennusten etäisyyksistä takaa riittävää luonnonvalon saantia asuntoihin. Näissä ei ole otettu huomioon esimerkiksi ilmansuuntien vaihtelua tai ikkunoiden sijoittelua tai muotoa, jotka ovat merkittävä tekijä valoisien ja hämärrien tilojen välillä. Myös ohjeet valoisuuden tavoitteista ovat vähäiset, eikä esimerkiksi 1-5 % päivänvalosuhte ole riittävä, jos asunnot avautuvat vain suoraan pohjoiseen.

Pitäisikö suomalaisten rakennusmääräysten siis ohjata suunnittelijoita enemmän luonnonvalon optimoimiseen lisäämällä määräyksiä? Voisiko esimerkiksi huoneen tai asunnon syvyyttä suhteessa ikkunan muotoon määritellä sopivaksi nyrkkisääntöön, jossa valon ulottuminen huoneeseen on kaksi kertaa ikkunan yläreunan korkeus lattiasta? Tällöin sekä tilan valoisuutta saataisiin ulotettua tarpeeksi syvälle huoneeseen, että tasattua erot tilan hämärän ja valoisan osuuden välillä. Lisäksi tällä olisi vaikutusta rakennusten maksimirunkosyvyyteen. Entä mallin ottaminen Viron ohjeista mahdollistaa suoran valon pääsy kaikkiin asuntoihin tasavertaisemmin?

Valoisuuden puute näkyy erityisesti pienissä asunnoissa, joiden mahdollisuudet avautua useampaan ilmansuuntaan ovat pienemmät kuin suurten asuntojen. Pienten asuntojen valoisuutta ei ehkä myöskään pidetä yhtä tärkeänä suunnittelussa kuin suurten perheasuntojen, joissa viihtyvyyden koetaan olevan tärkeämpää kuin esimerkiksi väliaikaisissa opiskelija-

asunnoissa. Lisäksi asunnoissa usein käytetään suuria ikkunoita, jotka kuitenkin jäävät huoneen tai koko asunnon ainoiksi ikkunoiksi. Tällöin valon määrä huoneessa keskittyy yhdelle alueelle kerrallaan ja valon määrän hallitseminen on vaikeaa. Esimerkiksi häikäisyä on estettävä sulkemalla pahimmillaan kaiken luonnonvalon pääsy tilaan.

Työn johdannossa esitetään kysymys: *minkälainen on hyvä luonnonvalo asuntosuunnittelun kannalta?* Tähän ei ole yksiselitteistä vastausta, mutta tärkeimpänä on huomioitava sekä luonnonvalon määrä että laatu. Määrällisiin seikkoihin vaikuttaa luonnonvalon jakautuminen kolmella eri tavalla; taivaalta tuleva valo, ulkoisista pinnoista heijastuva valo, sekä sisällä pinnoista heijastuva valo. Lisäksi ilmansuuntien ja vuodenaikojen vaikutus saatavilla olevaan luonnonvaloon on huomioitava. Määrälliset tekijät vaikuttavat siihen, kuinka paljon luonnonvaloa kantautuu sisätiloihin ja kuinka syvälle raken-

nukseen se yltää. Hyvää luonnonvalon käyttöä ei ole kuitenkaan pelkästään valoaukkojen lisääminen, vaan on myös tarkasteltava laadullisia seikkoja, kuten valon tasaista jakautumista. Usein hyvä valo ei ole kirkkainta suoraa valoa, joka jotta epämiellyttävään häikäisyyn. Häikäisyn ja valon tasaisen jakaantumisen kannalta tärkeää on epäsuora ja johdettu valo. Tällaista on esimerkiksi taivaan hajavallo, joka ei myöskään aiheuta liikalämpenemistä tiloissa. Asuntosuunnittelun kannalta hyvä valo siis valaisee tiloja tasaisesti myös huoneen perältä, eikä aiheuta liikalämpenemistä tai häikäisyä.

Asuntosuunnittelun kannalta hyvän valon pohjalta voidaan vastata työn tutkimuskysymykseen: *miten luonnonvaloa hyödyntämällä voidaan parantaa asuinkerrostalon suunnittelua?* Jotta rakennukseen saadaan tasaisesti luonnonvaloa, joka ei häikäise, rakennuksen jokaisesta ilmansuunnasta tuleva valo tulisi käyttää sille ominaisimmalla tavalla. Ikkunat tulisi jakaa

tasaisesti asuntoon, jotta valoisan ja pimeän kontrasti saadaan tasoittumaan ja valoa ulotettua laajemmin asuntoihin. Valoaukkojen jakaantuminen tilaan mahdollistaa myös luonnonvalon hyödyntämisen pidempään päivällä ja luo sekä lisää näkymiä, että monipuolistaa valon käytettävyyttä ja kiinnostavuutta. Ikkunoiden monipuolistamisella jokaista käyttötarkoitusta varten voidaan luoda niiden tarvitsemat puitteet ja mahdollistaa toiminnan tarvitsema määrä valoa. Korkealla olevat pienet ikkunat useilla pinnoilla jakavat valoa tasaisemmin kuin suuret lattiaan ulottuvat ikkunat. Tasainen valo ehkäisee silmän ärsyyntymistä sen määrälle, jolloin valoa ei koeta liian kirkkaana ja häikäisevänä. Aukotus muuten pimeistä tiloista katettuun tai lasitettuun ulkotilaan tai sivukäytävään tasaa usein kontrastia valoisien ja hämärrien asunnon osien välillä ja saa tilan tuntumaan mieluisammalta. Tämä on monesti suomalaisessa arkkitehtuurissa aliarvostettu keino ikkunoiden käytölle, sillä ikkunoilla halutaan luoda usein vain parhaat mahdolliset näkymät.

Ylävalon käyttö aukotuksessa kattoikkunoilla tai valokuiluilla on hyödyllistä, sillä taivaan hajavalo on voimakkainta suoraan yläpuolella eikä aiheuta häikäisyä. Kattoikkunoiden asettelussa ilmansuunta ei ole ratkaiseva tekijä, sillä taivaan hajavalo on voimakkainta suoraan yläpuolella. Tämän takia kattoikkunoiden suuntaaminen esimerkiksi pohjoiseen on hyvä tapa välttää suoraa valoa, jota saadaan hyödynnetyksi perinteisin ikkunoin, ja hyödyntää hajavaloa asuntojen pohjoispuolen valaisuun. Pohjoiseen avautuvia perinteisiä ikkunoita on myös hyvä käyttää hyödyksi esimerkiksi heijastamalla etelästä tulevaa valoa päivänvalojärjestelmillä tai ulkoisista pinnoista. Tällöin hajavaloa saadaan hyödynnettyä paikoissa, joihin ei ole mahdollista saada suoraa valoa.

Lähteet

Painetut lähteet:

Baker, Nick. and Steemers, Koen. 2002. *Daylight design of buildings*. London: James & James.

Corrodi, Michelle. 2008. *Illuminating: Natural light in residential architecture*. Käännös: Steven Lindberg. Basel: Birkhäuser.

Descottes, Herve ja Ramos, Cecilia E. 2011. *Architectural lighting: designing with light and space*. 1. painos. New York: Princeton Architectural Press.

Jokiniemi, Erkki ja Davies, Nikolas. 2012. *Kuvitettu rakennus-sanakirja suomi-englanti-suomi, Illustrated building dictionary Finnish-English-Finnish*. Helsinki: Rakennustieto.

Malinen, Maarit ja Mäkiö, Erkki ja Neuvonen, Petri. 2002. *Kerrostalot 1880-1940*. Helsinki: Rakennustietosäätiö.

Malinen, Maarit; Mäkiö, Erkki; Neuvonen, Petri; Saarenpää, Jukka; Sinkkilä, Jyrki ja Tuunanen, Anna-Maija. 2016. *Kerrostalot 1940-1960*. 2. painos. Helsinki: Rakennustieto Oy.

McGill School of Architecture ja Pack, Steven. 1993. *History and theory graduate studio, Discovering Through the Dark Interstice of Touch*. McGill School of Architecture 1992-1994. Montréal: McGill School of Architecture.

Mikkola, Juulia ja Böök, Netta. 2011. *Ikkunakirja: perinteisen puuikkunan kunnostaminen*. Vantaa: Moreeni.

Pallasmaa, Juhani and Heininen-Blomstedt, Kirsi. 2016. *Ihon silmät: arkkitehtuuri ja aistit*. Helsinki: ntamo.

Plummer, Henri. 2012. *Nordic light: modern Scandinavian architecture*. London: Thames & Hudson.

Schittich, Christian. 2003. *Solar Architecture: Strategies, Visions, Concepts*. Basel/Berlin/Boston: Walter de Gruyter GmbH.

Väisänen, Päivi. 2007. *Teräs, perustietoa arkkitehtioiskelijalle*. Rakennusoppi. Vammalan kirjapaino Oy

Rakennusohjeet ja -määräykset:

RT 07-10912 *Päivänvalon hallinta sisätiloissa*. 2008. Rakennustieto.

RT 07-11300 *Aurinkosuojaus*. 2018. Rakennustieto.

SIT 63-610044 *Tilan valaistus*. 2007. Rakennustieto.

SIT 91-610018 *Asuintilat, makuuhuoneet*. 2005. Rakennustieto.

RakMK 1008/2017 *Ympäristöministeriön asetus asuin-, majoitus- ja työtiloista*. 2017. Ympäristöministeriö

Lehtiartikkelit:

Pallasmaa, Juhani. 2016. *Dwelling in Light: Tactile, emotive and life enhancing light*. Daylight an Architecture #26.

Alejandro Ramirez Ugarte. Luis Barraganin haastattelu 1962, Enrique X de Anda Alanis, Luis Barragan: Clásico del Silencio, Colección Somosur (Bogota), 1989, s. 242

Siren, Jukka. 2020. *SAFA: Asuntorakentamisen laatu heikentynyt*. Kiinteistölehti. 2.9.2020

Verkkolähteet:

Chemicool periodic table. Saatavilla: <https://www.chemicool.com/definition/absorption_of_light.html>. luettu: 11.4.2021.

A Level Chemistry. Saatavilla: <<https://alevelchemistry.co.uk/definition/absorption-of-light/>>. Luettu: 11.4.2021.

McLeod, 2020. *Maslow's Hierarchy of Needs*. Simply Psychology. Saatavilla: <<https://www.simplypsychology.org/maslow.html#gsc.tab=0>>. Luettu: 20.3.2021.

Recommended lighting levels in buildings. Saatavilla: <<https://www.archtoolbox.com/materials-systems/electrical/recommended-lighting-levels-in-buildings.html>>. Luettu: 14.4.2021.

Illuminance - Recommended light level. 2004. Saatavilla: <https://www.engineeringtoolbox.com/light-level-rooms-d_708.html>. Luettu: 14.4.2021.

Ilmasto-opas. Ilmatieteen laitos. Saatavilla: <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/suomen-muuttuva-ilmasto/-/artikkeli/1c8d317b-5e65-4146-acda-f7171a0304e1/nykyinen-ilmasto-30-vuoden-keskiarvot.html#h_Pilvisyys_ ja_ auringonpaiste>. Luettu: 12.4.2021.

TECHY SARL. Sun direction in Helsinki (Finland). Saatavilla: <<http://sun-direction.com/city/23139,helsinki/>>. Luettu: 1.3.2021.

Opinnäytetyöt:

Vikberg, Hanna. 2014. *Valoisa asunto, luonnonvalon hyödyntäminen suomalaisissa kerrostaloasunnoissa*, diplomityö, Aalto-yliopisto.

Voll, Hendrik. 2010. *Achieving Energy Savings in Urban Planning by Using Direct Solar and Diffuse Daylight in Early Stage Design*, Tallinn University of Technology.

Kuvalähteet:

”perustuu” -tekstillä varustetut kuvat ovat tekijän piirtämiä/tuottamia, mutta pohjautuu lähdemateriaaliin.

3, 8, 10, 12-13, 22-23, 34 ja 35: Tekijä: Laura Honkanen

1: Kohde: Seinäjoen kirkko (1960), Alvar Aalto. [visitseinajoki.fi](https://visitseinajoki.fi/naejakoe/lakeuden-risti/). Saatavilla: <<https://visitseinajoki.fi/naejakoe/lakeuden-risti/>>. Luettu 3.5.2021

2: Kohde: Dipoli (1961), Reima Pietilä. Aalto-yliopisto. Saatavilla: <<https://www.aalto.fi/fi/toimipisteet/dipoli>>. Luettu 3.5.2021

4: RT 07-11300 *Aurinkosuojaus*. 2018. Rakennustieto.

5: Laura Honkanen. Perustuu: Mikkola, Juulia ja Böök, Netta. 2011. *Ikkunakirja: perinteisen puuikkunan kunnostaminen*. Vantaa: Moreeni.

6: Mikkola, Juulia ja Böök, Netta. 2011. *Ikkunakirja: perinteisen puuikkunan kunnostaminen*. Vantaa: Moreeni.

7: Laura Honkanen. Kohde: Viides Linja 18 ”Ihantola” (1906), O.E. Koskinen.

9: Laura Honkanen. Perustuu: McLeod, 2020. *Maslow’s Hierarchy of Needs*. Simply Psychology. Saatavilla: <<https://www.simplypsychology.org/maslow.html#gsc.tab=0>>. Haettu: 20.3.2021.

11, 29, 32, 33, 38: Laura Honkanen. Perustuu: Baker, Nick. and Steemers, Koen. 2002. *Daylight design of buildings*. London: James & James.

14: Laura Honkanen. Case-suunnitelman asunto A21. Tuotettu ohjelmalla: Autodesk Enscape

15: Laura Honkanen. Perustuu: RT 07-11300 *Aurinkosuojaus*. 2018. Rakennustieto.

16: gaisma.com. Sun path diagram. Saata-villa: <<https://www.gaisma.com/en/location/helsinki.html>> Haettu: 1.3.2021.

17: Laura Honkanen. Case-suunnitelman asunnot B22, B32, B42 ja B52. Tuotettu ohjelmalla: IDA Indoor Climate and Energy

18, 30: Baker, Nick. and Steemers, Koen. 2002. *Daylight design of buildings*. London: James & James.

19: Laura Honkanen. Tuotettu ohjelmalla: Autodesk Revit

20: Laura Honkanen. Case-suunnitelman asunnot A21, B23, B33, B43 ja B53. Tuotettu ohjelmalla: IDA Indoor Climate and Energy.

21: Laura Honkanen. Case-suunnitelman asunnot A24 ja A34. Tuotettu ohjelmalla: IDA Indoor Climate and Energy.

24: Laura Honkanen. Case-suunnitelman asunto B21. Tuotettu ohjelmalla: IDA Indoor Climate and Energy

25, 26: Laura Honkanen. Kohde: As. Oy Vantaan Ilmatar. Asunnot B40, B50, B60, sekä B51 ja B61. Vantaa Leinelä, Skanska 2021. Tuotettu ohjelmalla: IDA Indoor Climate and Energy.

27: Laura Honkanen. Case-suunnitelman 2. kerros. Tuotettu ohjelmalla: IDA Indoor Climate and Energy.

28: Laura Honkanen. Case-suunnitelman asunnot A 22 ja A23. Tuotettu ohjelmalla: IDA Indoor Climate and Energy.

31: Ruck, Nancy; Aschehoug, Øyvind; Aydinli, Sirri; Christoffersen, Jens; Courret, Gilles; Edmonds, Ian; Jakobiak, Roman; Kischkoweit-Lopin, Martin; Klinger, Martin; Lee, Eleanor; Michel, Laurent; Scartezzini, Jean-Louis And Selkowitz, Stephen. 2000. *Daylight in Buildings - A source book on daylighting systems and components*. International Energy Agency.

36: Laura Honkanen. Kohde: As Oy Helsingin Kommodori. Mallikerros. Helsinki Jätkäsaari. Arkkitehtuuritoimisto Kimmo Lylykangas Oy. 2020-. Suunniteltu osaksi Helsingin kaupungin Kehittyvä Kerrostalo -hanketta nimellä Energiategokas ja valoisa kerrostalo.

37: Laura Honkanen. Kohde: Kalasataman Kipparintalo. 2. kerros. Helsinki Kalasatama. Juha Leiviskä ja Vilhelm Helander. 2013. Kuvat: Laura Honkanen

39: Laura Honkanen. Case-suunnitelman asunnot A26, A36, A43 ja A52. Tuotettu ohjelmalla: Autodesk Enscape

Liitteet

Rakennuspintojen heijastavuusarvoja

Lähde: Baker, Steemers 2002

Pinnan tyyppi	Kuvaus	Heijastavuus
Sisäkatto	Valkoinen maali kipsipinnalla	0.8
	Valkoinen maali akustisella pinnalla	0.7
	Valkoinen maali betonipinnalla	0.6
	Valkoiseksi maalattu puupinta	0.5
Seinät	Valkoinen maali kipsipinnalla	0.8
	Keraaminen laatta, kiiltävä valkoinen	0.8
	Tiili, valkoinen	0.7
	Sementti, valkoinen	0.4
	Tiili, vaaleanharmaa	0.4
	RST-pinta	0.35
	Tiili, punainen	0.3
	Betoni, vaaleanharmaa	0.25
	Tiili, ruskea	0.25
	Puu; vaalea koivu, mahonki	0.25
	Puu; tiikki, keskivaalea koivu	0.2
	Tiili, tummanharmaa	0.2
	Maali, musta	0.05
Lattiat ja kalusteet	Matto, vaaleanharmaa	0.45
	Puu; koivu, pyökki, vaahtera	0.35
	Puu; tammi	0.25
	Laminaatti, ruskea, vaalean ruskea	0.25
	Puu; keskivaalea tammi	0.2
	Korkki	0.2
	Luonnonkivilaatat; punainen, ruskea	0.1
	Laminaatti, tummanruskea	0.1
	Puu; tumma tammi	0.1
Muut	Asfaltti	0.07
	Sora	0.13
	Vesi	0.15
	Kasvillisuus (yleinen)	0.25
	Nurmikko, vihreä	0.33
	Lumi	0.64-0.74

Case-suunnitelman asuinkerrosten pohjapiirrokset

