



# DAYLIGHTING

NOT TO BE SHARED WITHOUT PERMISSION



**TAL  
TECH**

Hanna Vikberg, [hanna.vikberg@tengbom.fi](mailto:hanna.vikberg@tengbom.fi)  
Architect

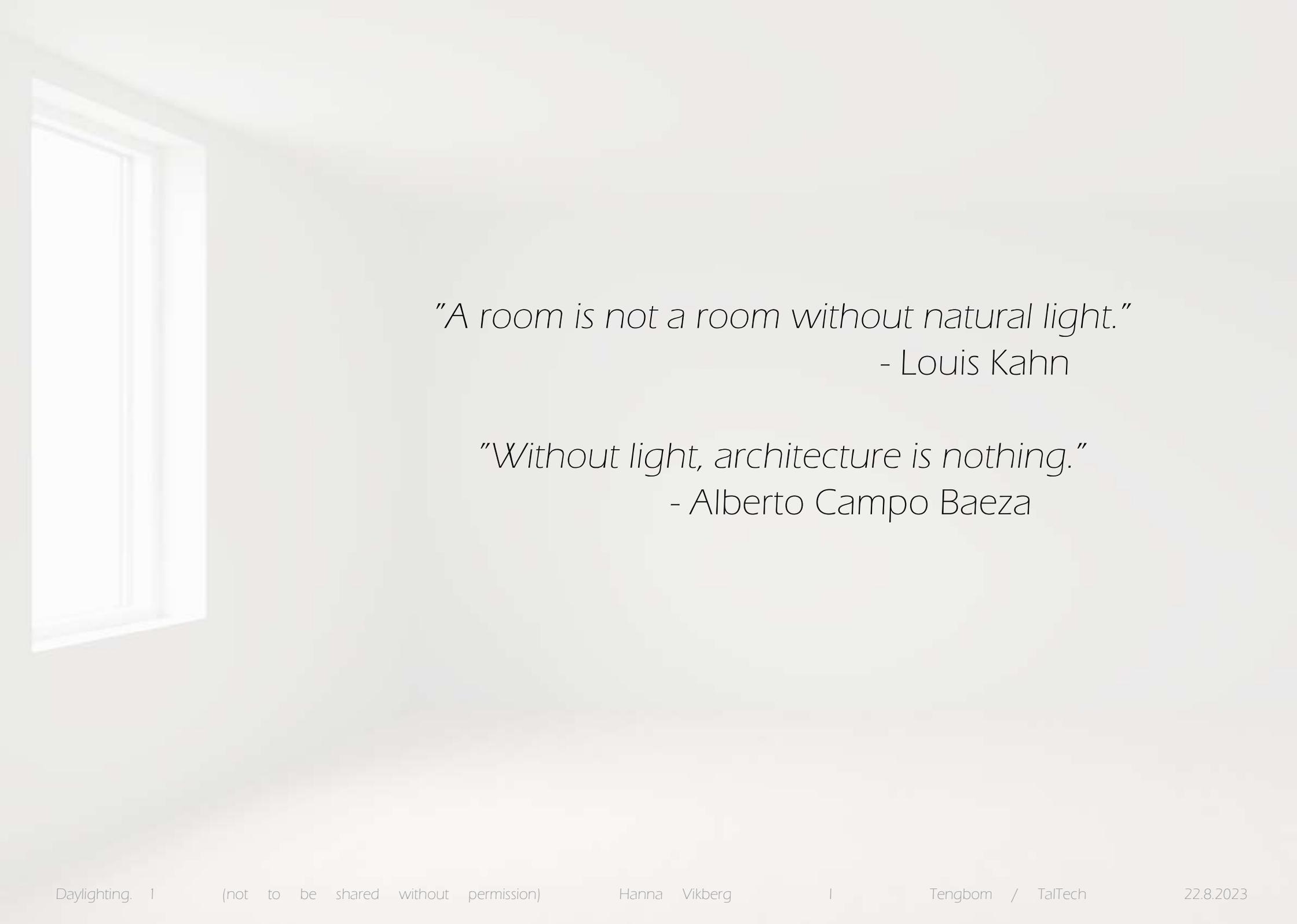
Phd research:  
*Contrasting the qualitative perception and quantitative analyses  
of daylighting in residential buildings in the Northern climate*



Project architect  
Sustainability manager (Finland)

The Ministry of Environment:  
*Päivänvalo-olosuhteiden arviointi- ja ohjausmenetelmät  
Hanna Vikberg, Kimmo Lylykangas, Francesco De Luca, 2022*

*Aalto-University, Luminous apartment, main teacher,  
2015 - 2021*



*"A room is not a room without natural light."*

- Louis Kahn

*"Without light, architecture is nothing."*

- Alberto Campo Baeza



DAYLIGHTING =

*“a space that is primarily lit with natural light and that combines high occupant satisfaction with the visual and thermal environment with low overall energy use for lighting, heating and cooling”*

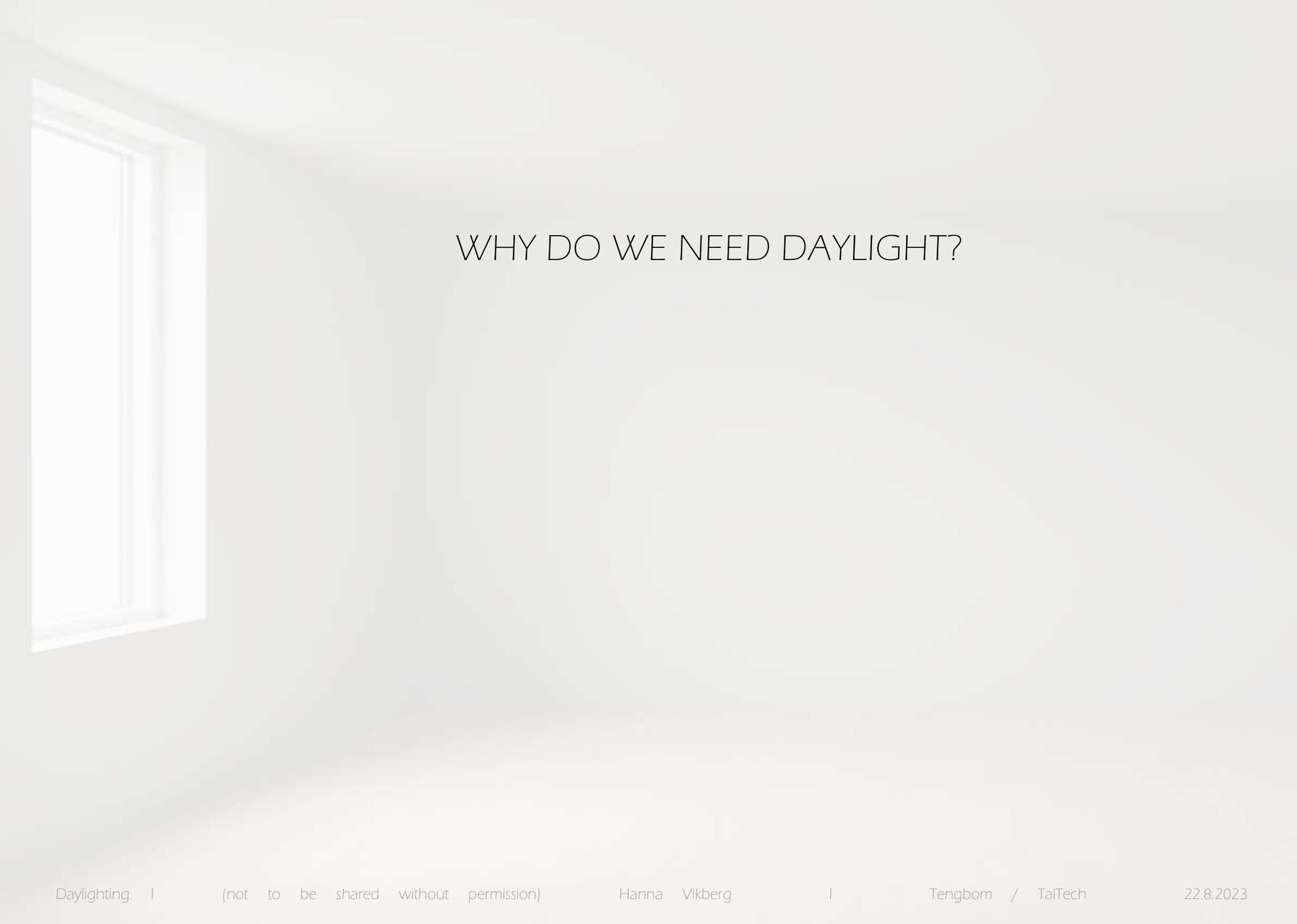
- Christoph F. Reinhart & Jan Wienold

Source: The daylight dashboard – A simulation-based design analysis for daylit spaces, (2011)  
Building and Environment 46 p.386-396

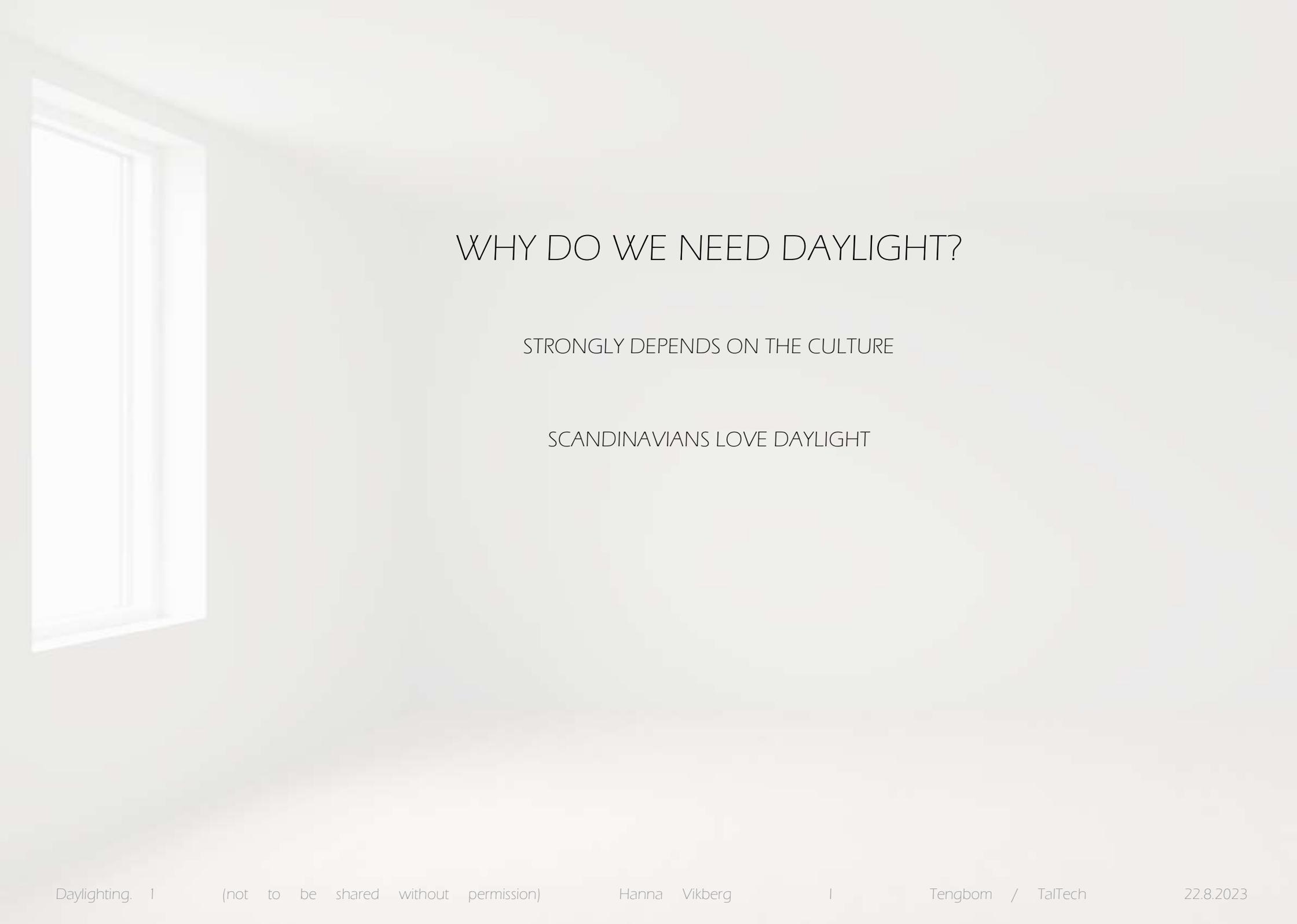


MAIN PURPOSE OF WINDOWS  
choose one

PROTECT US FROM THE OUTSIDE  
LET IN LIGHT  
LET IN VIEWS  
SAVE ENERGY  
CHANGE FACADE DESIGN  
ELSE

A photograph of an empty room with a window on the left and a large, faint, circular watermark in the center. The watermark contains the text '© TalTech 2023'.

# WHY DO WE NEED DAYLIGHT?



# WHY DO WE NEED DAYLIGHT?

STRONGLY DEPENDS ON THE CULTURE

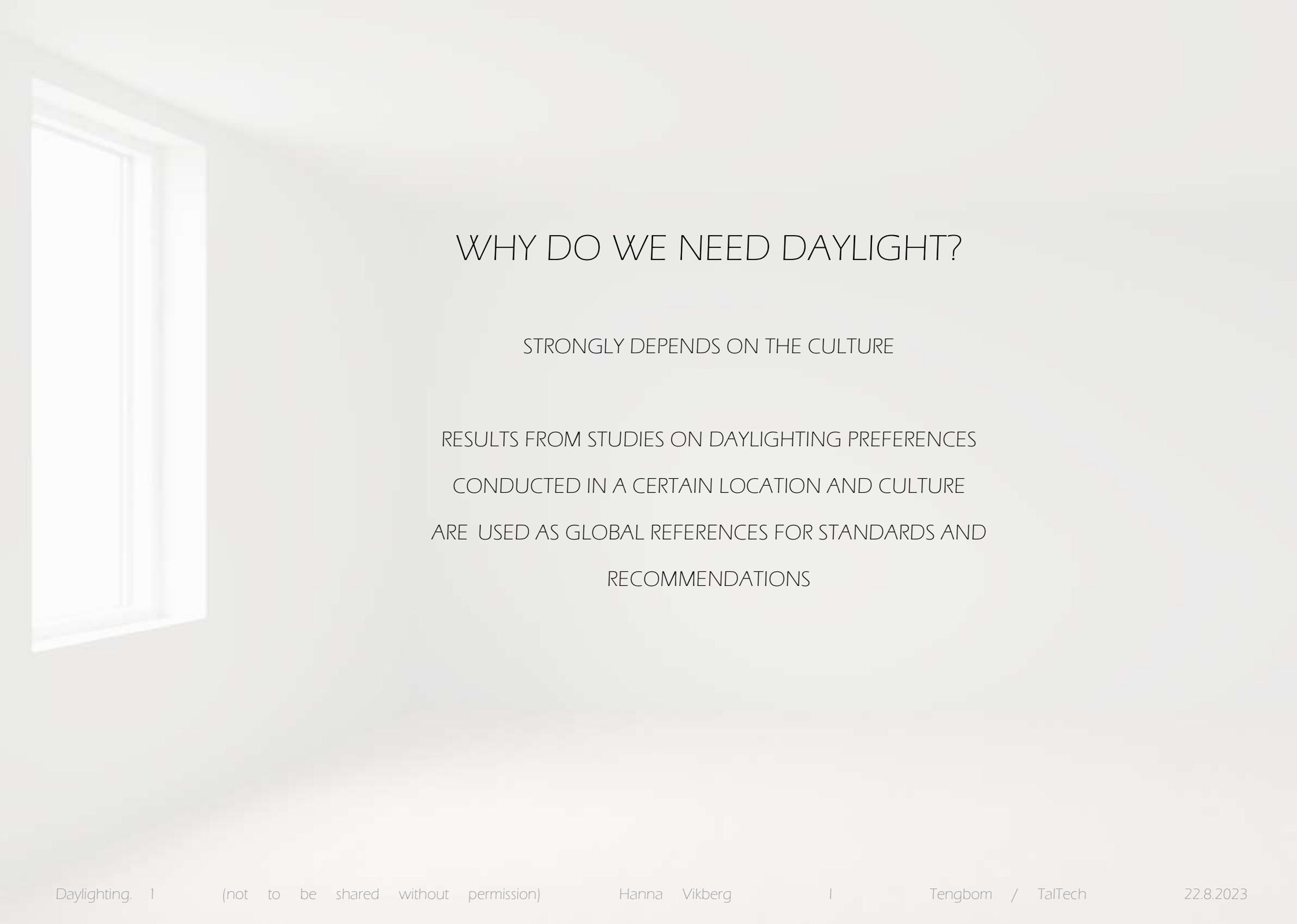
SCANDINAVIANS LOVE DAYLIGHT



House in Savo 1840. Source: [www.rakennusperinto.fi](http://www.rakennusperinto.fi) (Museovirasto)

*“...by cutting off the light from this empty space they imparted to the world of shadows that formed there a quality of mystery and depth superior to that of any wall painting or ornament.”*

- Jun'ichiro Tanizaki



# WHY DO WE NEED DAYLIGHT?

STRONGLY DEPENDS ON THE CULTURE

RESULTS FROM STUDIES ON DAYLIGHTING PREFERENCES  
CONDUCTED IN A CERTAIN LOCATION AND CULTURE  
ARE USED AS GLOBAL REFERENCES FOR STANDARDS AND  
RECOMMENDATIONS



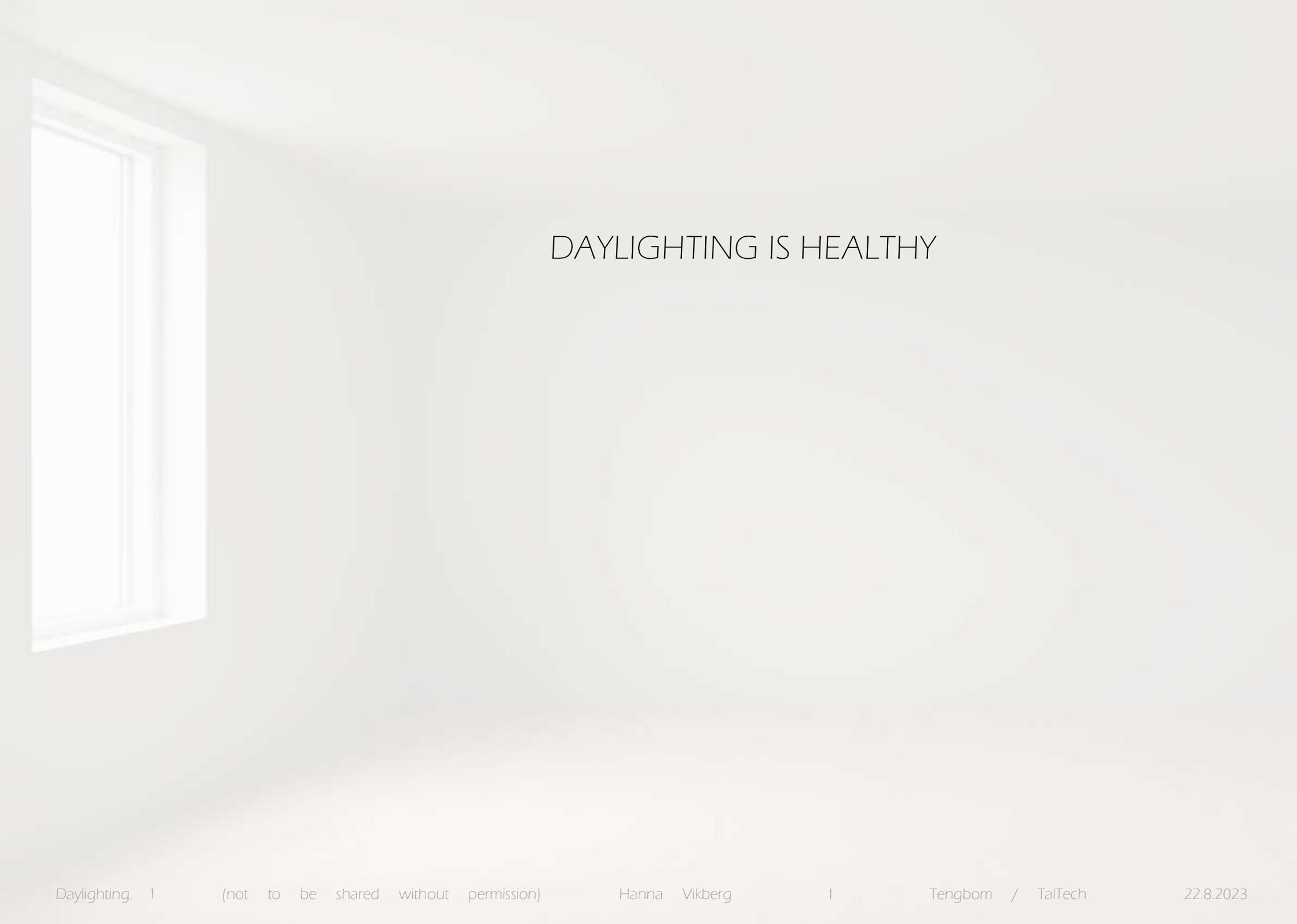
LIGHTING CONSUMES

10 %

OF THE ELECTRICITY IN FINLAND

- IN OFFICES OR HOSPITALS CAN BE OVER 30 %
- THE ELECTRICITY DEMAND OF LIGHTING IN APARTMENTS HAS DECREASED 37 % 2011-2019

Lähde: Tilastokeskus. Asumisen energiakulutus 2019,  
Motiva Oy



DAYLIGHTING IS HEALTHY

## DAYLIGHTING IS HEALTHY



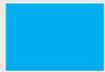
Uuden lastensairaalan potilashuone. Kuva: HUS

THE NON-VISUAL EFFECTS OF LIGHT ARE BEING STUDIED ALL OVER THE WORLD RIGHT NOW. THIS WILL LEAD TO CHANGES IN THE WAY WE PLAN BUILDINGS.

# DAYLIGHTING IS HEALTHY



Näköaisti reagoi päivänvalon näkyvään spektriin (380-780 nm) ja vahvimmin vihreään valoon (n. 555 nm)



Vuorokausirytmä reagoi valoon, joka on näkyvän spektrin sinisessä päässä (446-488 nm)



Aivojen limbisen järjestelmän reagoi punaiseen valoon (n. 630 nm)

PEOPLE SPEND A LOT OF TIME INDOORS  
(NORDIC COUNTRIES 90 %)

NEW PHOTORECEPTOR ipRGCs FOUND IN THE EYE

- HAS AN IMPACT ON CIRCADIAN RHYTHM, HORMONES ETC.

- SLEEPING DISORDERS, CANCER, PSYCHOLOGICAL DISORDERS  
HEART DISEASES, DIABETES...

- REACTS TO TIMING, EFFECT, DURATION, WAVE LENGTH AND  
HISTORY OF EXPOSURE

# WHY DO WE NEED DAYLIGHT?

## ARCHITECTURAL IMPACT OF DAYLIGHT

21.MARCH

SUNNY WEATHER

TIME 8

12

14

17.15



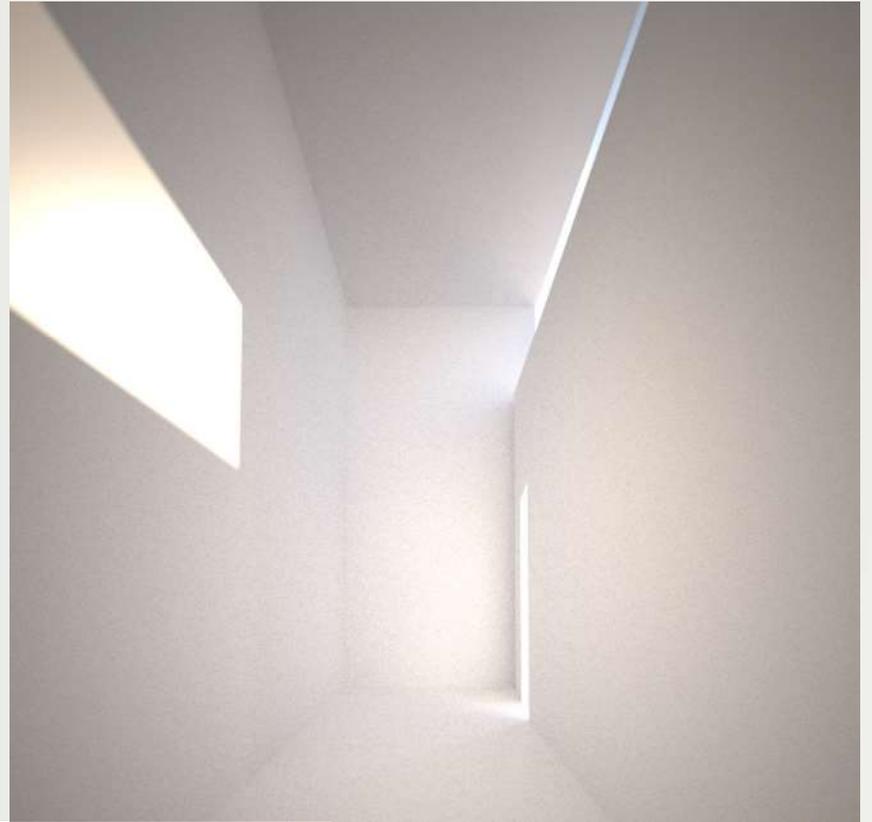
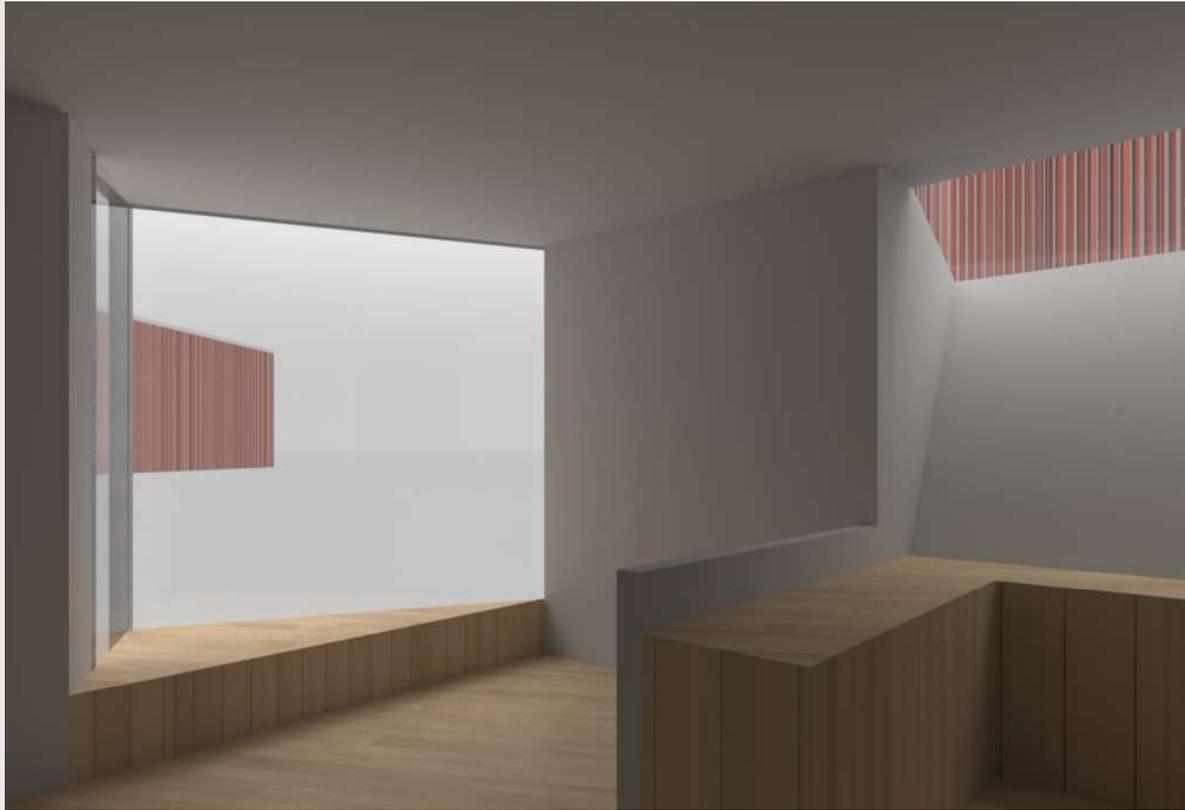
TIME 8

12

14

17.15

OVERCAST (CLOUDY) WEATHER

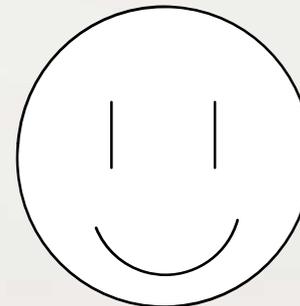
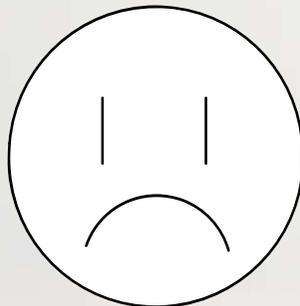
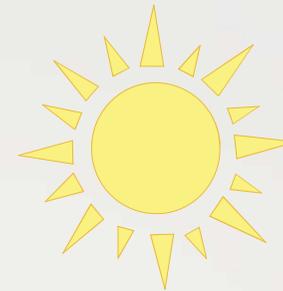
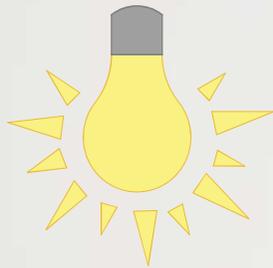


*"For me, light is the most ecstatic architectural experience there is, and in many ways the best architecture is a preparation for the experience of light,"*

- Juhani Pallasmaa

Kurssin Valoisa asuintila opiskelijatöitä

# DAYLIGHT IS DELIGHTFUL



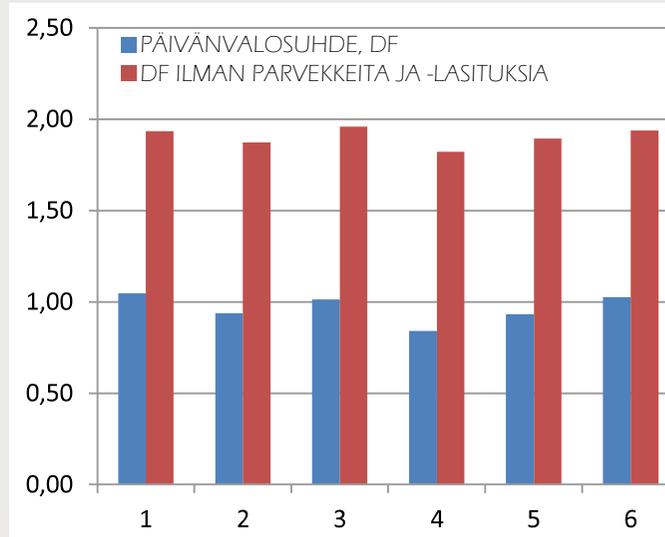
Lähde:

M. Knoop, O. Stefani, B. Bueno, B. Matusiak, R. Hobday, A. Wirz-Justice, K. Martiny, T. Kantermann, M. P. Aarts, N. Zenmouri, S. Appelt and B. Norton, "Daylight: what makes the difference?," *Light. Res. Technol.*, 2019.

Wilson, M.;& Brotas, L. (2001). Daylight and Domestic Buildings. XIth national conference on lighting Bulgaria 13-15 June 2001, *Light'2001*

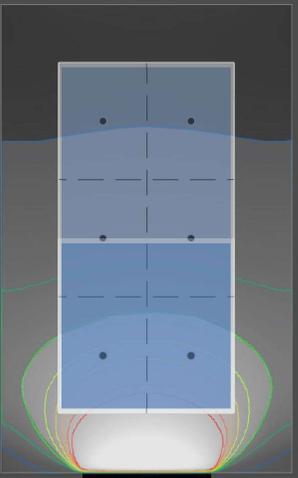
Galasiu, A. D.;& Veitch, J. A. (2006). Occupant preferences and satisfaction with the luminous environment and control systems in daylit offices: a literature review. *Energy and Buildings* 38

Borisuit, A., Linhart, F., Scartezini, J.-L.;& Munch, M. (2015). Effects of realistic office daylighting and electric lighting conditions on visual comfort, alertness and mood. *Lighting Research Technology* 47





EUROPEAN STANDARD  
DAYLIGHT IN BUILDINGS  
EN17037:2018



# EUROPEAN STANDARD EN17037:2018

- DAYLIGHT PROVISION
- VIEW OUT
- EXPOSURE TO SUNLIGHT
- PROTECTION FROM GLARE

- MINIMUM
- MEDIUM
- HIGH

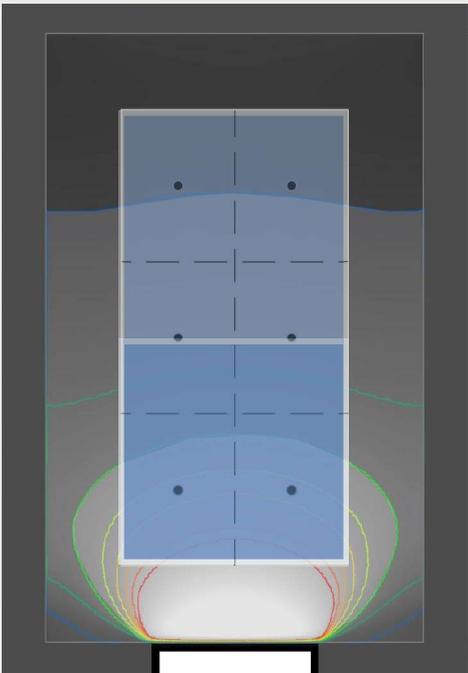


# EUROPEAN STANDARD EN17037:2018

DAYLIGHT PROVISION

50 % OF AREA 50 % DAYLIGHT HOURS

MINIMUM THRESHOLD VALUE 95 % F AREA 50 % DAYLIGHT HOURS



# EUROPEAN STANDARD EN17037:2018

DAYLIGHT PROVISION  
2 WAYS TO CALCULATE

1. ILLUMINATION ON REFERENCE PLANE

USING CLIMATE DATA

# EUROPEAN STANDARD EN17037:2018

DAYLIGHT PROVISION  
2 WAYS TO CALCULATE

## 2. DAYLIGHT FACTOR

- HELSINKI

RECOMMENDATION (50 %):

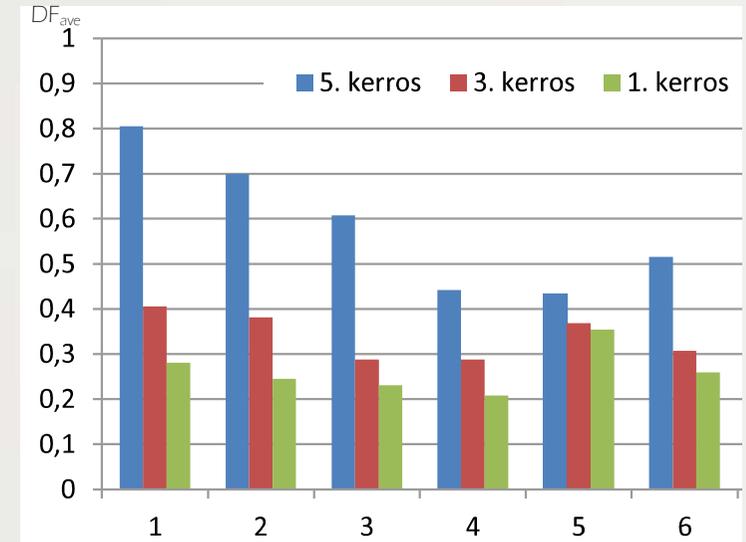
MINIMUM 2,2 %

MEDIUM 3,7 %

HIGH 5,6 %

MINIMUM (95 %):

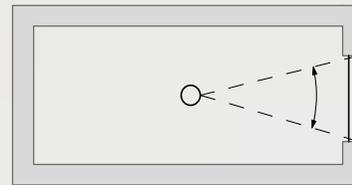
0,7 %



Selvitys Helsingin Jätkäsaareen tulevista asunnoista. Keskimääräistä päivänvalosuhdetta voi verrata standardin 95% tarkastelutason suosituksiin, vaikka eivät ole ihan sama asia.

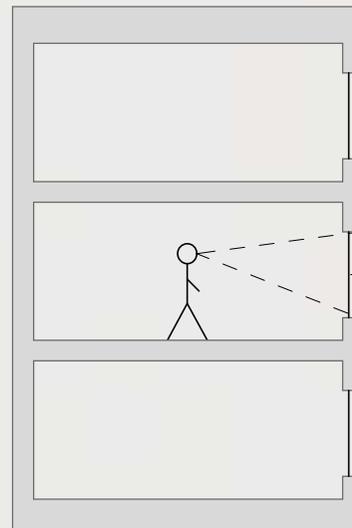
# EUROPEAN STANDARD EN17037:2018

## VIEW OUT

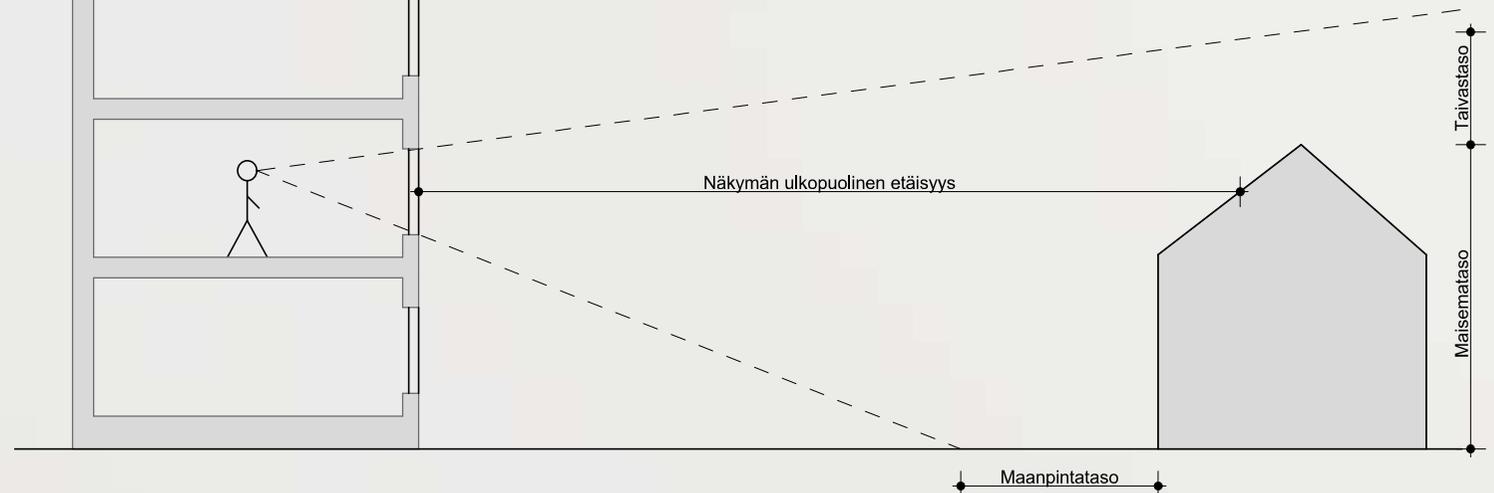


Horizontaalinen näkökulma

Suosituksen taso näkymälle	Horizontaalinen näkökulma	Näkymän ulkopuolinen etäisyys	Tasojen määrä nähtynä vähintään 75 % käyttöalasta
Minimi	$\geq 14^\circ$	$\geq 6,0$ m	Sisältää vähintään maisematason
Medium	$\geq 28^\circ$	$\geq 20,0$ m	Sisältää maisemaja toisen tason samassa aukossa
Korkea	$\geq 54^\circ$	$\geq 50,0$ m	Kaikki tasot sisältyvät samaan aukkoon



Barragán House, Luis Barragán  
 Kuva: [www.cabbageroseblog.com](http://www.cabbageroseblog.com)



# EUROPEAN STANDARD EN17037:2018

## EXPOSURE TO SUNLIGHT

1. FEBRUARY - 21. MARCH

MINIMUM 1,5 h

MEDIUM 3 h

HIGH 4h

- HOSPITAL ROOMS

- PLAYROOMS IN DAYCARE

- ONE INHABITED SPACE OF THE APARTMENT

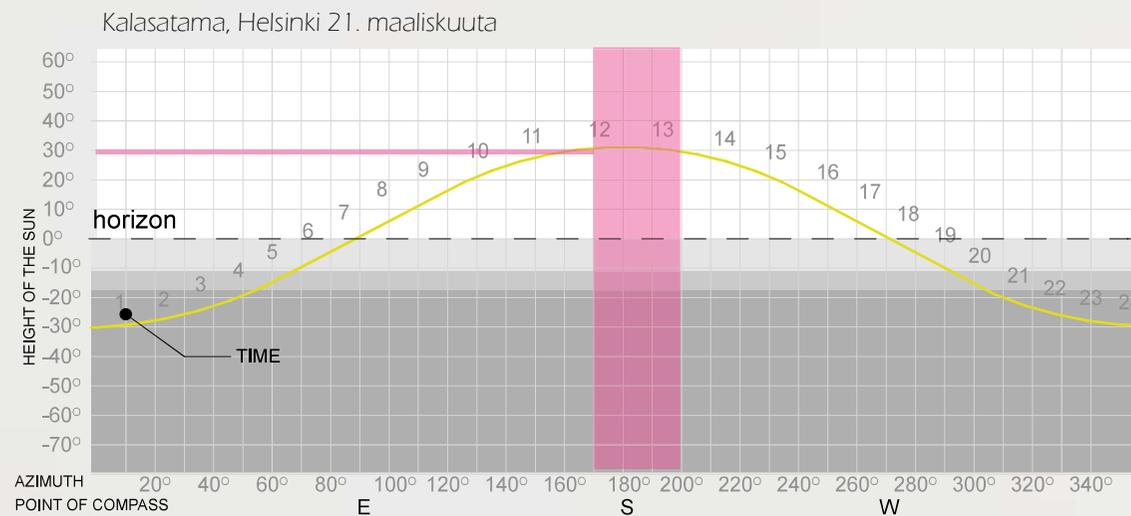


# EUROPEAN STANDARD EN17037:2018

## EXPOSURE TO SUNLIGHT

1. FEBRUARY - 21. MARCH

MINIMUM 1,5 h



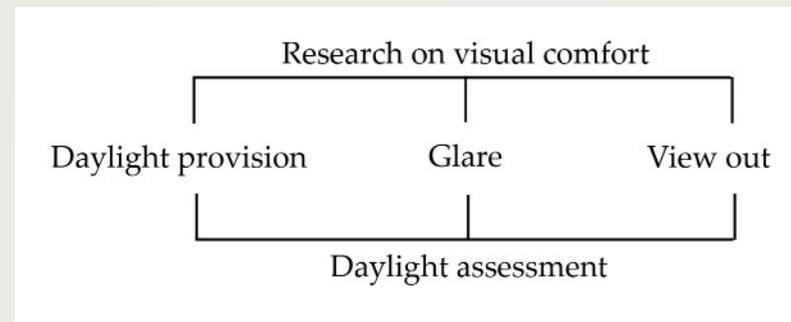
# EUROPEAN STANDARD EN17037:2018

GLARE

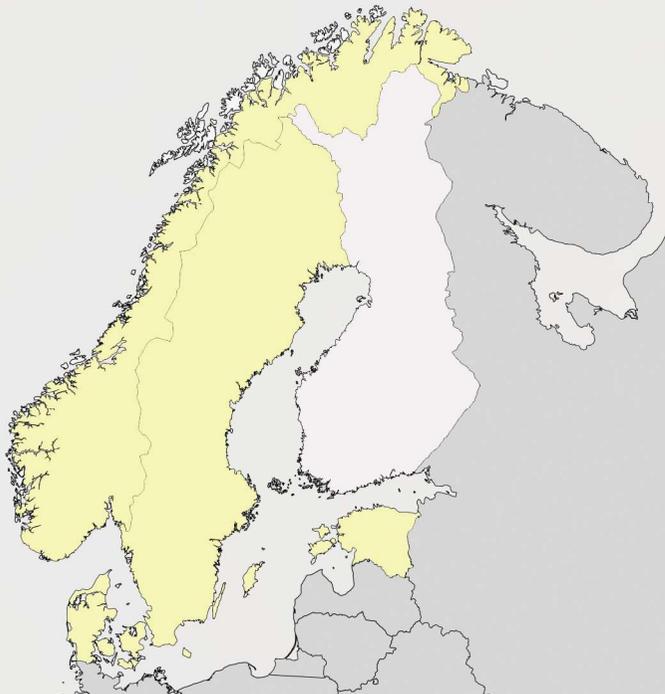
DAYLIGHT GLARE PROBABILITY (DGP)

- ESTIMATES AMOUNT OF UNSATISFIED PEOPLE





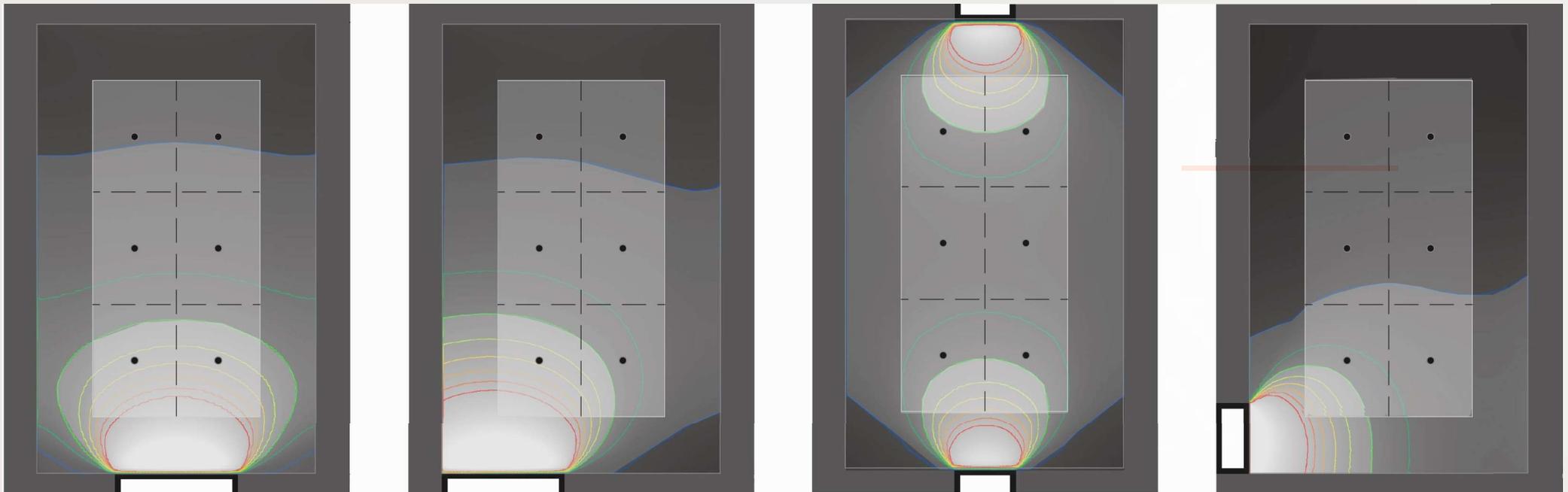
# REGULATIONS IN THE NORDIC



## WINDOW - FLOOR RATIO

WINDOW SIZE > 10 % OF THE FLOOR AREA IN A ROOM

- DOES NOT CONSIDER EXTERNAL OBSTACLES, REFLECTIVITY,  
DIRECTION, GLACING...



## WINDOW - FLOOR RATIO

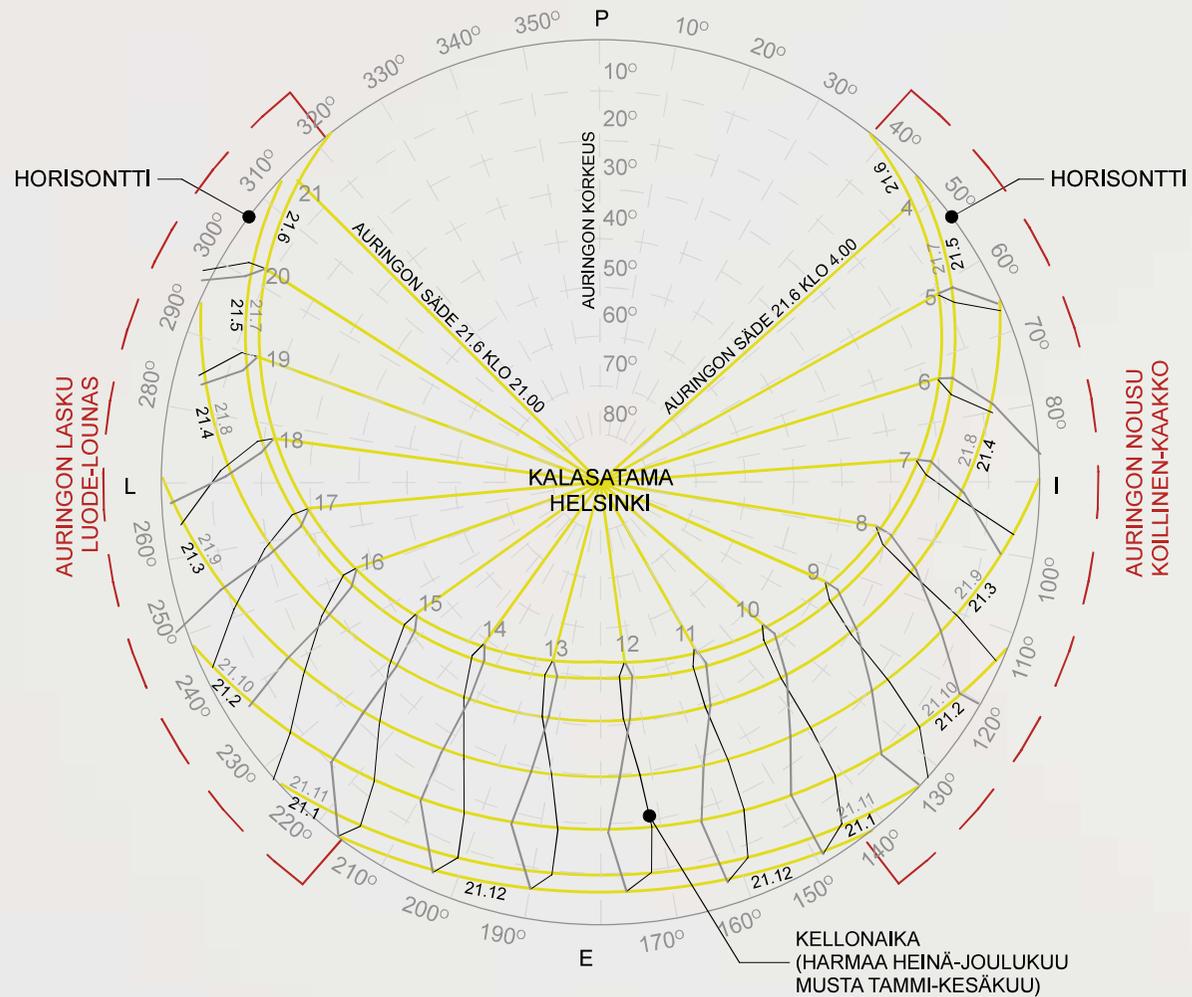
### SWEDEN:

- WINDOW SIZE > 10 % OF THE FLOOR AREA IN A ROOM
  - SHOULD NOT BE USED WHEN:
    - OBSTACLE ANGLE > 30 DEGREES
    - ROOM DEPTH OVER 6 M
    - WINDOW GLASS IS NOT CLEAR
    - WINDOWS ARE PLACED ASSYMMETRICALLY

### DENMARK:

- THE CORRECTED AREA OF ALL WINDOWS > 10 % OF THE FLOOR AREA IN A ROOM
  - CORRECTED AREA WITH COEFFICIENTS FOR:
    - LIGHT TRANSMITTANCE OF GLASS
    - WALL THICKNESS
    - SHADING BY THE ENVIRONMENT
    - SHADING BY THE BUILDING ITSELF
    - FIXED SHADING
    - OPENING TOWARDS ATRIUM
    - ROOM DEPTH
    - SKY LIGHT

# DIRECT SUNLIGHT





## DIRECT SUNLIGHT

SWEDEN:

- 1 ROOM IN AN APARTMENT SHOULD HAVE ACCESS TO DIRECT SUNLIGHT

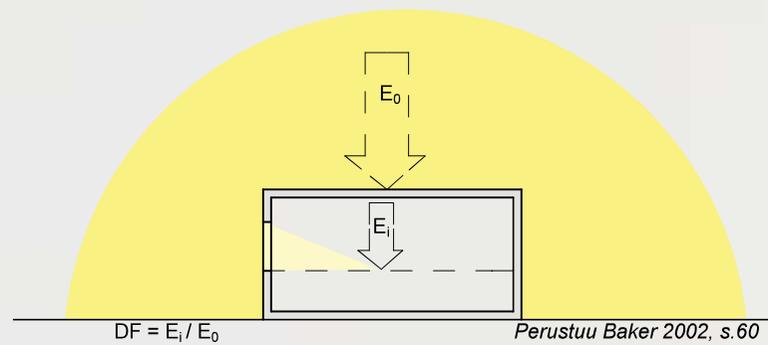
NORWAY:

- THE YARDS OF APARTMENTS 5 H OF DIRECT SUNLIGHT DURING VERNAL / AUTUMNAL EQUINOX

# DAYLIGHT FACTOR

NORWAY AND DENMARK:

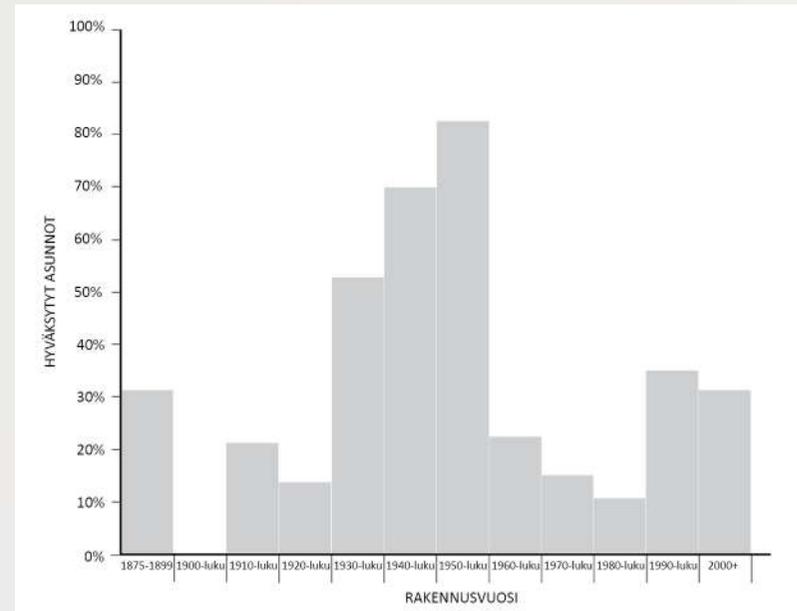
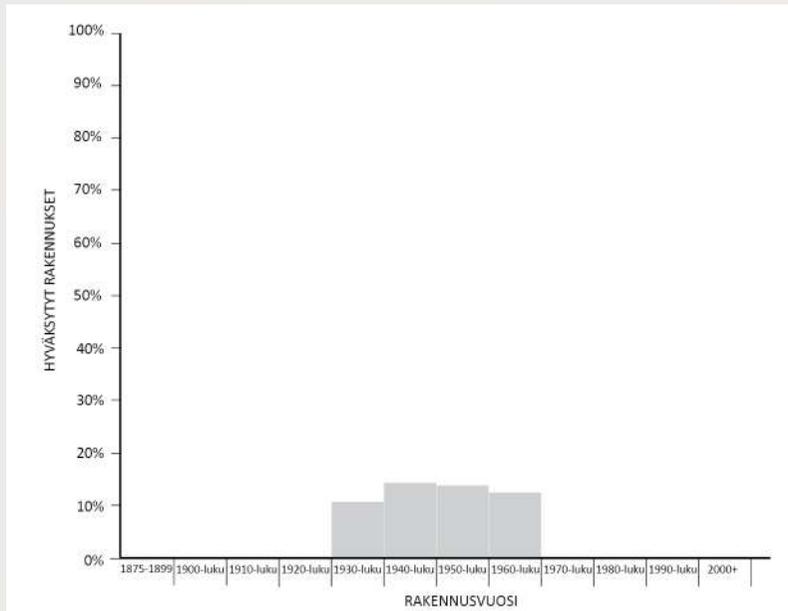
- 2 % AVERAGE DF

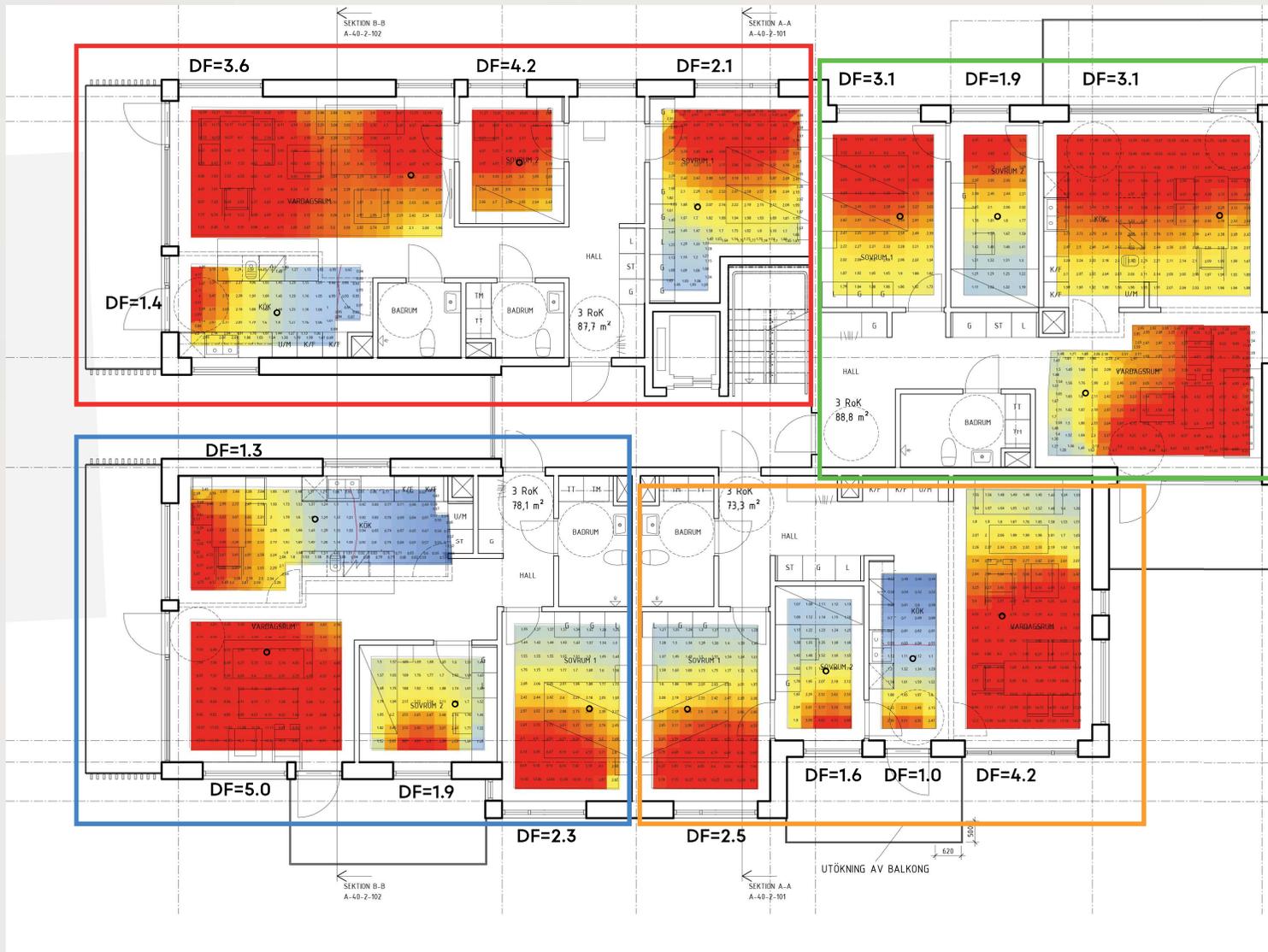


# DAYLIGHT FACTOR

SWEDEN:

- WHEN 10 % RULE CANNOT BE USED
- DF > 1 % IN A CERTAIN SPOT IN THE ROOM





### Resultat Dagsljusfaktor

Samtliga rum klarar kravet i BBR på en dagsljusfaktor  $\geq 1\%$

PLAN	LGH	Rum	Dagsljusfaktor (%)
11	röd	Kök	1.4
11	röd	Vardagsrum	3.6
11	röd	Sovrum 2	4.2
11	röd	Sovrum 1	2.1
11	grön	Sovrum 1	3.1
11	grön	Sovrum 2	1.9
11	grön	Kök	3.1
11	grön	Vardagsrum	1.9
11	orange	Vardagsrum	4.2
11	orange	Kök	1.0
11	orange	Sovrum 2	1.6
11	orange	Sovrum 1	2.5
11	blå	Sovrum 1	2.3
11	blå	Sovrum 2	1.9
11	blå	Vardagsrum	5.0
11	blå	Kök	1.3

TENGBOM

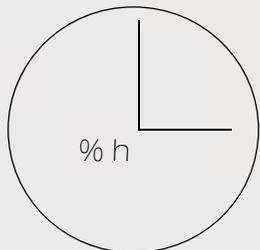
## CLIMATE-BASED DAYLIGHT MODELLING (CBDM)

- CALCULATES THE TIME (DURING A YEAR), WHEN THE LEVEL OF ILLUMINANCE (LUX) IS REACHED IN A CERTAIN DESIGN, IN A CERTAIN LOCATION
- BASED ON STANDARDISED CLIMATE DATA
- CALCULATIONS DONE HOURLY > REQUIRES VALIDATED DYNAMIC DAYLIGHT SIMULATION SOFTWARES

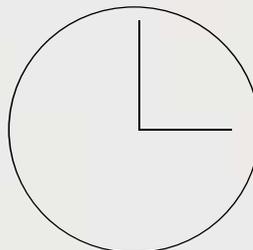
# CLIMATE-BASED DAYLIGHT MODELLING (CBDM)

- IMPORTANT TO SET THRESHOLD VALUES (LUX / AREA / TIME)
  - THRESHOLD VALUES ARE NOW BASED ON USER PREFERENCES
- USES CBDM:
  - UK EDUCATION FUNDING AGENCY (PRIORITY SCHOOL PROGRAM)
  - AMERICAN LEED
  - EN - STANDARD

DAYLIGHT AUTONOMY (DA)

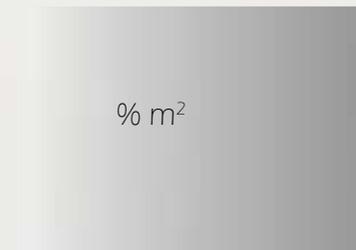


USEFULL DAYLIGHT ILLUMINANCE (UDI)



SPATIAL DAYLIGHT AUTONOMY 300 / 50 % ( $sDA_{300/50\%}$ )  
DENMARK: OPTIONAL CALCULATION METHOD

$$sDA_{300/50\%} > 50 \%$$



# HUMAN-CENTRIC MEASURES

- PHOTORECEPTOR ipRGCs
- THRESHOLD VALUES OF CBDM DO NOT REFLECT VALUES USEFUL FOR HUMAN HEALTH, THEY DO NOT CONSIDER TIMING, THEY ARE MEASURED ON HORIZONTAL LEVELS WHILE LIGHT IMPACTING HEALTH SHOULD BE MEASURED VERTICALLY ON EYE HEIGHT
- SOME COMMERCIAL STANDARDS INVOLVE HUMAN-CENTRIC MEASURES (E.G. WELL)

# ARCHITECTONIC VALUE

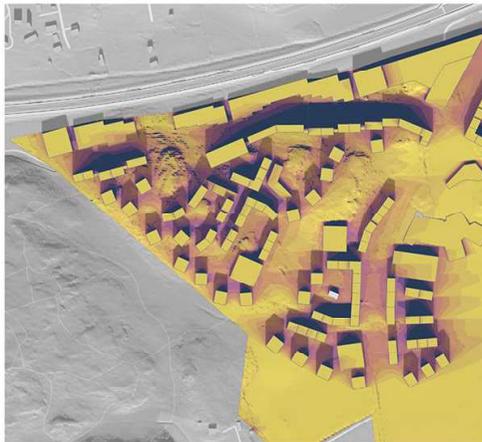
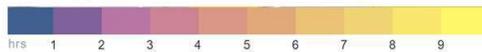
CAN IT BE MEASURED?  
DO WE NEED TO MEASURE?



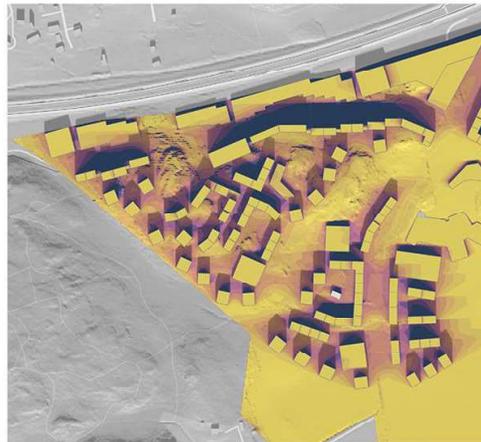
# HOW ARCHITECTS WORK WITH DAYLIGHT

# HOW ARCHITECTS WORK WITH DAYLIGHT

## LAND USE AND URBAN PLANNING



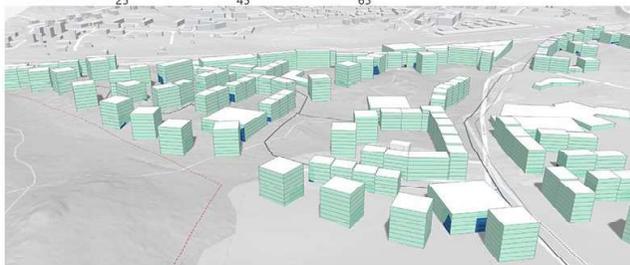
Aurinkotuntien määrä kevätpäiväntasauksen aikaan 21.3 klo 9-17.



Aurinkotuntien määrä syyspäiväntasauksen aikaan 21.9 klo 9-17.



Aurinkotuntien määrä kesällä 21.6 klo 9-17.



Estetty kulma kuvastaa kuinka suuressa kulmassa näkyvä taivaalle on estetty.

Estetty kulma	Julkisviuista (%)
alle 25 astetta (tavallisella ikkunasuunnittelulla mahdollista luoda hyvin valaistut tilat)	78 %
25 astetta tai enemmän (vaaditaan suuremmat ikkunat tai muutoksia pohjiin, jotta saavutetaan hyvin valaistu tila)	16 %
45 astetta tai enemmän (voikea saavuttaa hyvin valaistut tilat)	4 %
65 astetta tai enemmän (yleensä mahdotonta saavuttaa hyvin valaistut tilat)	2 %

### Päivänvalo ja auringonpaiste

Suomessa päivänvalon tärkein lähde hajavallo, jota ennakoit parhaiten näkyvä taivaalle. Näkyvää voidaan arvioida laskemalla kuinka suuressa kuumassa näkyvä on estetty.

Suunnittelualueella on erinomaiset mahdollisuudet luoda valoista asuntoja, sillä 78 % julkisviuista saavuttaa alle 25 % asteen esteen.

Kortteilit ovat suunniteltu niin, että jokaisen pihalta löytyy oleskeluun soveltuva alue, joka saa yli neljä tuntia auringonvaloa päiväntasauksien aikaan kello 9-17 välillä (RT 103216 Ilmastotietoinen suunnittelu, Maankäyttö). Kesällä pihoja suojaa säilyneet puut ja muu kasvusto (ei huomioitu aurinkotuntisimuloinnissa).

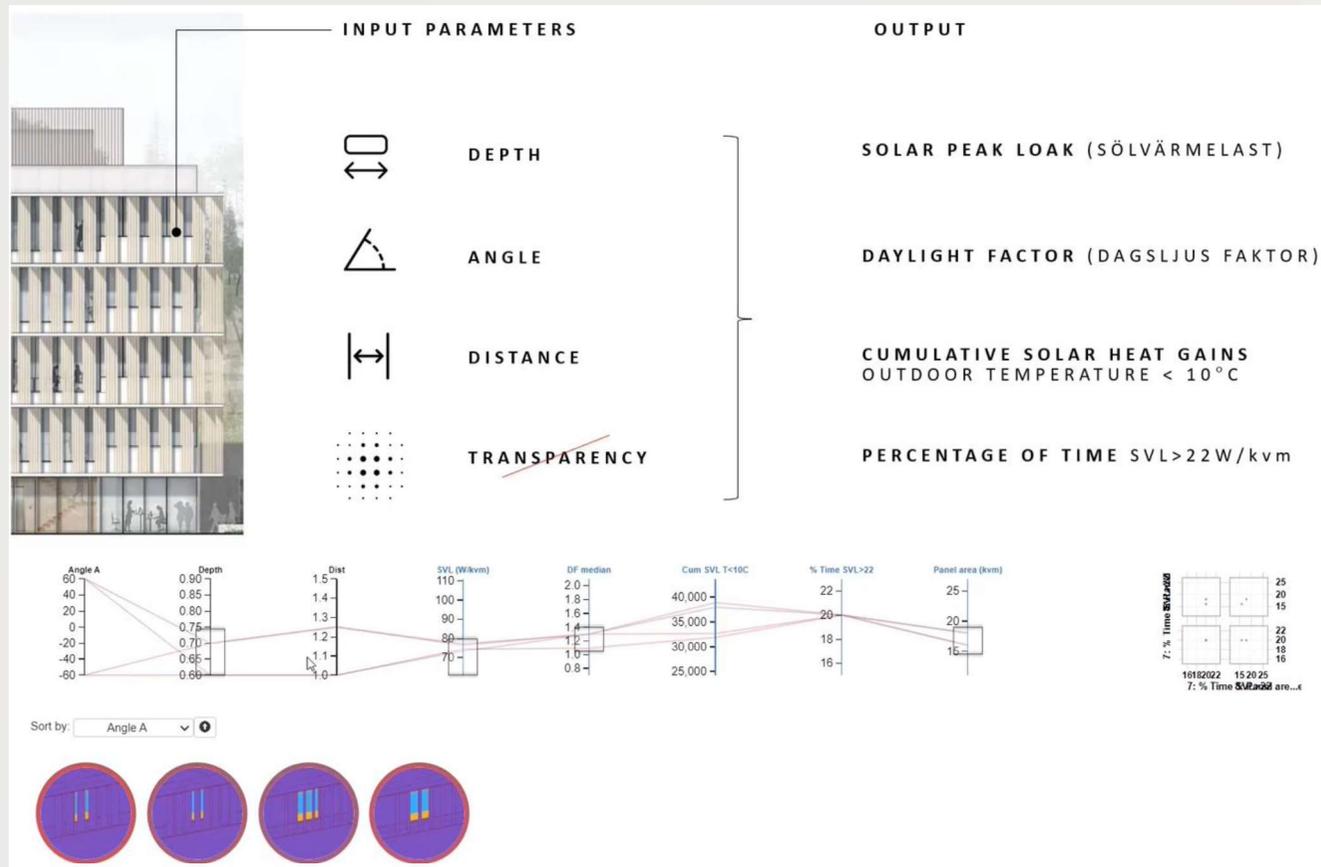
# HOW ARCHITECTS WORK WITH DAYLIGHT

BUILDING DESIGN / FACADE DESIGN



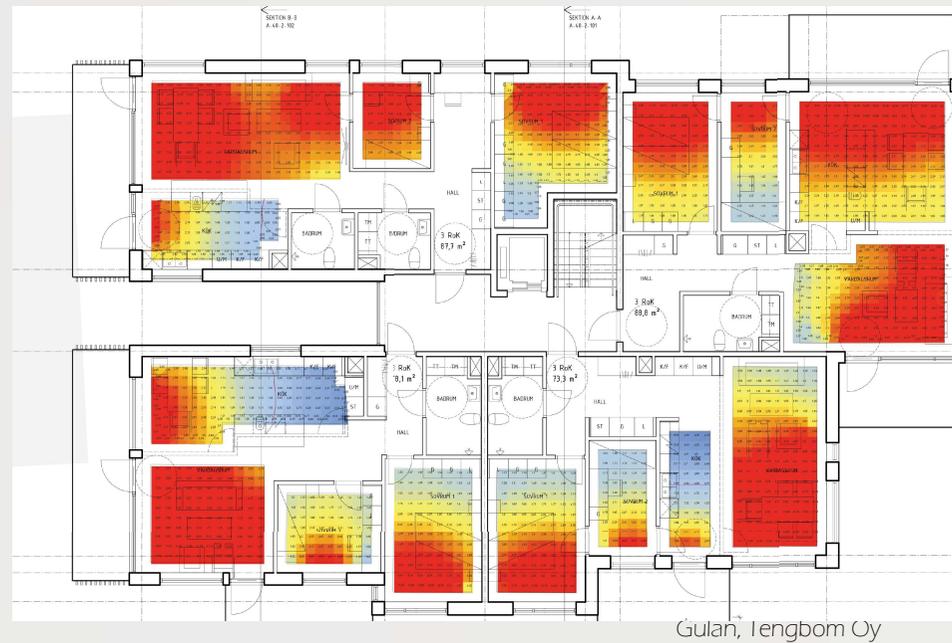
# HOW ARCHITECTS WORK WITH DAYLIGHT

## BUILDING DESIGN / FACADE DESIGN



# HOW ARCHITECTS WORK WITH DAYLIGHT

BUILDING DESIGN / INTERIOR DESIGN

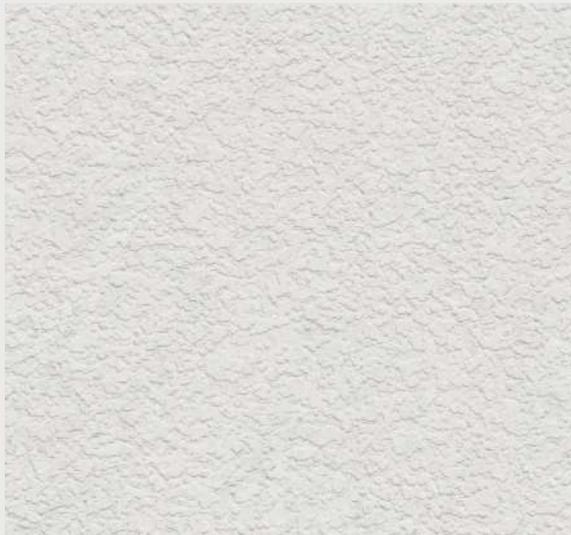


# HOW ARCHITECTS WORK WITH DAYLIGHT

BUILDING DESIGN / INTERIOR DESIGN

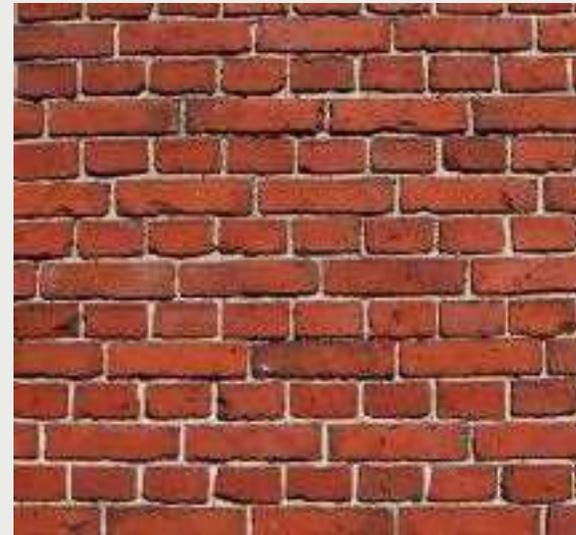
REFLECTIVITY OF WHITE PLASTER

80%



REFLECTIVITY OF RED BRICK

25%



# HOW ARCHITECTS WORK WITH DAYLIGHT

## BUILDING DESIGN / DETAILS AND PRODUCTS

KAAVIOT ULKOPUOLELTA KATSOTTUNA

ikkunoiden ja lasien valmistuksessa noudatetaan arkkitehdin laatimaa Rakennusselostusta 101-001.

Kaikki teräsprofiilirakenteiset metalli-ikkunat on esitetty tyypeittäin litteroituina arkkitehdin pohjapiirustuksissa

Ennen työn aloittamista urakoitsija tarkistaa valmistettävien ikkunoiden lukumäärät

Ikkunoiden mitat ja kätisyys Metallikkunaluettelon 1242-001 mukaan

TYYPILLISESTÄ IKKUNARAKENTEESTA ON ESITETTÄVÄ JA HYVÄKSYTTÄVÄ MALLI TILAAJALLA JA ARKKITEHDILLA ENNEN TILATUN KOKONAISUUDEN VALMISTUKSEN ALOITTAMISTA

**IKKUNATYYPIT**  
Kiinteä teräsprofiilirakenteinen metalli-ikkuna  
Teräsprofiilirakenteinen metalli-ikkuna säädänpäin nukeavalla savunpoisto-/korvausilmaikkunalla

**RAKENNE**  
Kaikki teräsprofiilirakenteiset metalli-ikkunat koolaan Schüco Jansen VISS-teräsprofiilijärjestelmän osista ja lasityypeistä arkkitehdin kaavioiden ja detaljisuunnitelman mukaan

Kaikkien profiilien ja pintalautojen leveys 50mm. Lyöntilistat valitaan lasipaksuuden mukaan siten, että ne asettuvat profiilin kanssa tasan

Osa teräsprofiilirakenteisista metalli-ikkunoista toimii savunpoisto-/korvausilmaikkuna, ks. Metallikkunaluettelo 1242-001

**Lasitus**  
LT21  
Tyyppimerkintä 10B(66)-15Ar-4cl-15Ar-SN8

- Ultoin lasi kirkas väritön selektiivilasi 10 mm, esim. Pilkington Suncool Brilliant 66/33. Selektiivipinnoite välitilalle
- Välitila 15 mm, RST-lista, Argon-läyte 90%
- Keskimmäinen lasi 4 mm kirkas väritön rakennusfloat
- Välitila 15 mm, RST-lista, Argon-läyte 90%
- Sisin lasi kirkas väritön selektiivilasi 8 mm, esim. Pilkington Optitherm SN. Selektiivipinnoite välitilalle

Luonnonvalon läpäisymäärä (LT): > 55 %  
Luonnonvalon heijastus ulospäin (LR): < 16 %  
Aurinkoenergian kokonaisläpäisy (TST): < 31 %  
Lasikokonaisuuden U-arvo: < 0,6 W/(m²K) \*\*  
Koko ikkunan U-arvo: < 0,8 W/(m²K) \*\*

\*\* Kaikkien ikkunoiden U-arvo vaatimus tarkennetaan erillisen energioptimoinnin mukaan.

**Pintakäsittely**  
Kaikki ikkunoiden metalliosat polttomaalataan tehtaalla arkkitehdin määrittelemään sävyyn

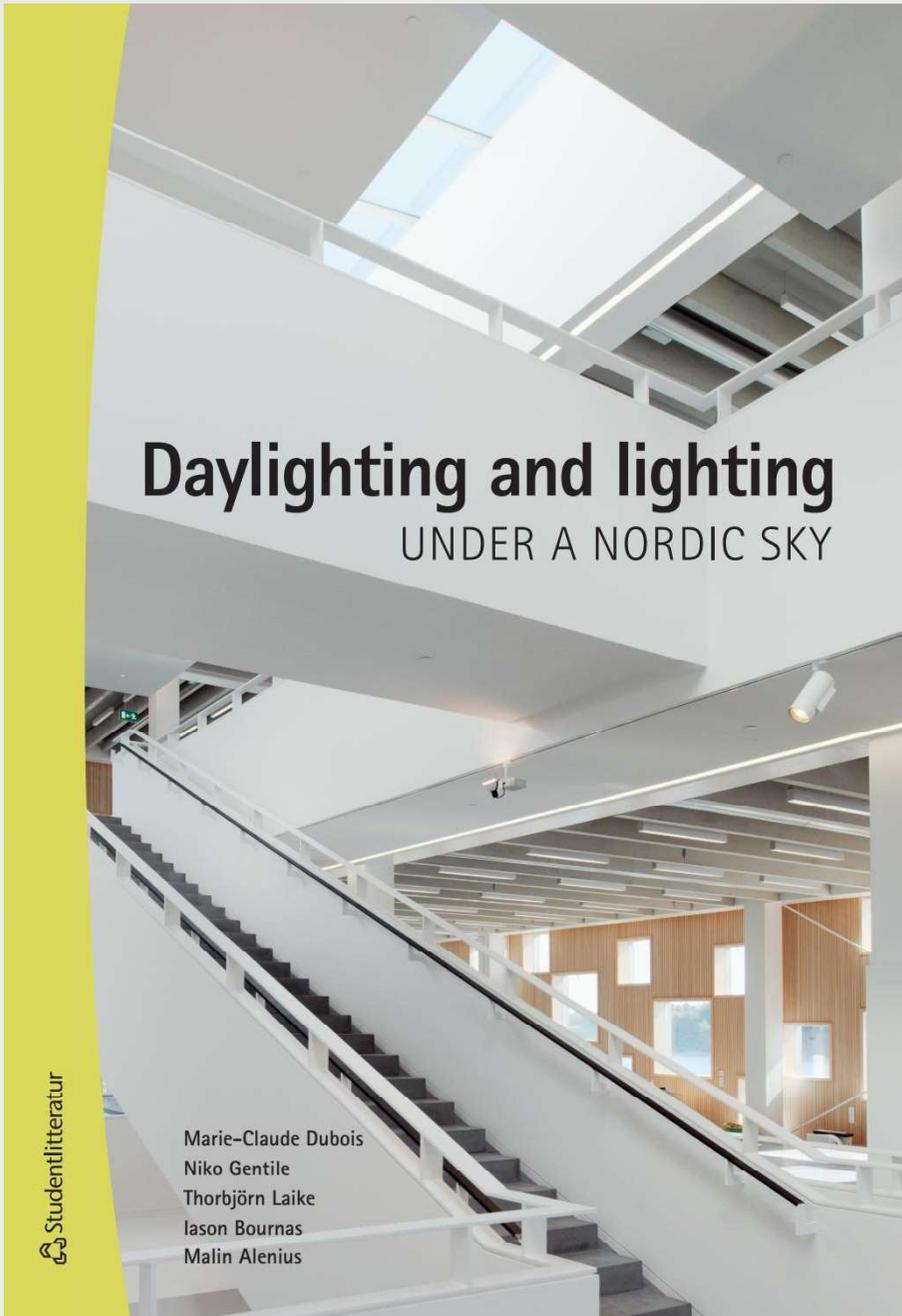
**Tiivistykset**  
Kaikkien tiivistysten väri on musta

**Sivu- ja vesipellit**  
Sivu- ja vesipellit arkkitehdin detaljiinustusten mukaan

**Heloitus**  
Helat valmistajan vakio. Saranoiden, salpojen ja kytkinhelejen määrä ja sijoitus RT 41-10947 mukaisesti  
Savunpoisto-/korvausilmaikkunoissa aukkipolaita, joka mahdollistaa aukkipidon 90°

ID	Määrä	Ikkunatyyppi	Karmimitat	Kärmin syvyys	Kätisyys	Aukon ar.	Lasityyppi	Äänen-eristävyyys	Palo-luokka	Väri	Huomio	Muutos
02_KRS												
F02	1	MEK	690x2 840	230		0	LT2			RAL 7022 Umbragrau		C
F02	4	MEK	1 490x2 840	230		0	LT2			RAL 7022 Umbragrau		C
F02SP	1	MSESP	690x2 840	230	O	0	LT1			RAL 7022 Umbragrau	Savunpoiston korvausilmaikkuna	C
F02SP	1	MSESP	690x2 840	230	V	0	LT1			RAL 7022 Umbragrau	Savunpoiston korvausilmaikkuna	C
	7											
03_KRS												
F02	12	MEK	690x2 840	230		0	LT2			RAL 7022 Umbragrau		C
F02	3	MEK	690x1 900	230		940	LT2			RAL 7022 Umbragrau		C
F02	8	MEK	1 490x2 840	230		0	LT2			RAL 7022 Umbragrau		C
F02	1	MEK	1 490x1 900	230		940	LT2			RAL 7022 Umbragrau		C
F02SP	2	MSESP	690x2 840	230	O	0	LT1			RAL 7022 Umbragrau	Savunpoiston korvausilmaikkuna	C
F02SP	2	MSESP	690x2 840	230	V	0	LT1			RAL 7022 Umbragrau	Savunpoiston korvausilmaikkuna	C
F02SP	1	MSESP	690x1 900	230	O	940	LT1			RAL 7022 Umbragrau	Savunpoiston korvausilmaikkuna	C

ua vastaan (Rw+Ctr) 35 dB varmistetaan siten että standardissa urimmat sallitut keskiäänitasot toimisto- ja neuvotteluhuoneelle eivät



## READING RECOMMENDATION