

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
za gradbeništvo
in geodezijo



Jamova cesta 2
1000 Ljubljana, Slovenija
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

DRUGG – Digitalni repozitorij UL FGG
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

To je izvirna različica zaključnega dela.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

Prevodnik, Š., 2015. Vpliv senčil na osvetljenost prostora. Diplomski naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Košir, M.): 108 str.

Datum arhiviranja: 02-06-2015

University
of Ljubljana

Faculty of
Civil and Geodetic
Engineering



Jamova cesta 2
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

DRUGG – The Digital Repository
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is original version of final thesis.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

Prevodnik, Š., 2015. Vpliv senčil na osvetljenost prostora. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljani, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Košir, M.): 108 p.

Archiving Date: 02-06-2015

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
*gradbeništvo in
geodezijo*



Jamova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si

UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI
PROGRAM GRADBENIŠTVO
ORGANIZACIJSKO
TEHNOLOŠKA SMER

Kandidatka:

ŠPELA PREVODNIK

VPLIV SENČIL NA OSVETLJENOST PROSTORA

Diplomska naloga št.: 3437/OTS

**INFLUENCE OF SHADING DEVICES ON
ILLUMINANCE OF INDOOR SPACES**

Graduation thesis No.: 3437/OTS

Mentor:

doc. dr. Mitja Košir

Predsednik komisije:

izr. prof. dr. Janko Logar

Član komisije:

prof. dr. Boštjan Brank

Ljubljana, 28.5.2015

ERRATA

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

»Ta stran je namenoma prazna.«

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisana **ŠPELA PREVODNIK** izjavljam, da sem avtorica diplomskega dela z naslovom:
»VPLIV SENČIL NA OSVETLJENOST PROSTORA«.

Izjavljam, da je elektronska različica v vsem enaka tiskani različici.

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v digitalnem repozitoriju.

Grobelno, 7.5.2015

Špela Prevodnik

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	628.9.021:688.61(497.4)(043.2)
Avtorica:	Špela Prevodnik
Mentor:	doc. dr. Mitja Košir
Naslov:	Vpliv senčil na osvetljenost prostora
Tip dokumenta:	diplomska naloga – univerzitetni študij
Obseg in oprema:	108 str., 70 pregl., 12 graf., 35 sl., 1 pril.
Ključne besede:	osvetljenost, dnevna svetloba, notranji prostor, senčila, količnik dnevne svetlobe, nivo povprečne osvetljenosti, vpliv

IZVLEČEK

V diplomski nalogi sem obravnavala vpliv različnih tipov senčil na osvetljenost izbranega prostora z dnevno svetlobo. V uvodu je opisana problematika, ki se navezuje na pojem naravne svetlobe, njen vpliv na človeški vizualni zaznavni mehanizem ter racionalno rabo energije. V prvem delu diplomske naloge je predstavljena literatura, ki opisuje osvetljenost prostora z dnevno svetlobo in različne vrste senčil. V nadaljevanju je določen testni pisarniški prostor in izbor senčil za izvedbo nadaljnje analize. Za izvedbo analize v drugem delu diplomske naloge sta določeni dve skupini senčil, in sicer fiksna in premična senčila. Pri fiksnih senčilih je izvedena analiza za vertikalne in horizontalne izzidke, notranjo in zunanjo svetlobno polico, brisoleje s horizontalnimi ali z vertikalnimi lamelami in nadstrešek z lamelami. Pri premičnih senčilih je analiza izvedena za rolete, žaluzije in senčilo sonro. Na podlagi pridobljenih rezultatov analize je izvedena primerjava količnika dnevne svetlobe in povprečne osvetljenosti prostora za določene tipe senčil na tri kritične dni v letu pri treh tipičnih orientacijah. Prav tako je izvedena primerjava s predhodno določenimi vrednostmi osvetljenosti oziroma preverjeno je upoštevanje minimalnih zahtev iz pravilnikov in standardov, ki obravnavajo osvetljevanje z dnevno svetlobo. Ugotovila sem, da imajo analizirani tipi senčil zelo različen vpliv na osvetljenost izbranega prostora in da je za pravi izbor potrebno upoštevati številne parametre. Za fiksna senčila velja, da le-ta vplivajo na osvetljenost prostora skozi celotno leto, kar se v določeni meri izkaže za slabost, medtem ko se s primerno regulacijo premičnih senčil lažje zagotovi ustrezne vizualne razmere v prostoru čez celotno leto. Senčila z lamelami (razen senčila sonro) se izkažejo za primernejša z vidika doseganja vizualnih kriterijev glede na rezultate ostalih analiziranih tipov senčil, saj se da s primernim kotom lamel lažje uravnati dnevno svetlobo, ki vstopi v prostor.

BIBLIOGRAPHIC - DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC:	628.9.021:688.61(497.4)(043.2)
Author:	Špela Prevodnik
Supervisor:	Assist. Prof. Mitja Košir, Ph. D.
Title:	Influence of shading devices on illuminance of indoor spaces
Document type:	Graduation Thesis – University studies
Scope and tools:	108 p., 70 tab., 12 graph., 35 fig., 1 ann.
Keywords:	illuminance, daylight, indoor space, shading devices, coefficient of daylight, the average level of illumination, influence

ABSTRACT

In this thesis, I analyzed the influence of different types of shading devices on the illuminance with daylight of the selected indoor space. The introduction describes the problem which relates to the concept of natural light, its impact on the human visual perceptual mechanism and a rational use of energy. The first part of the thesis presents the literature describing the illumination of the space with natural daylight and different types of shading devices. The following part defines the test office space and the choice of shading devices needed for the accomplishment of the further analysis. For the analysis in the second part of the thesis, two groups of shading devices are defined, these being fixed and movable shading devices. In the case of fixed shading devices, the analysis is made for vertical fins, horizontal overhangs, indoor and outdoor light shelf, sun breakers with horizontal or vertical louvres as well as for a jutting roof with louvres. As for movable shading devices, the analysis is made for shutters, blinds and a shading device named sonro. Based on the acquired results of the analysis, the comparison of the daylight coefficient and the average illuminance of the indoor space for particular types of shading devices on three critical days of the year in case of three typical orientations is made. Moreover, a comparison with pre-defined illumination requirements is made and a compliance with the minimum requirements of regulations and standards related to lighting with daylight is verified. I found out that the analyzed types of shading devices have a very different impact on the illuminance of the indoor space and that for a correct choice, it is necessary to take into consideration a number of parameters. Fixed shading devices have influence on the illuminance of the indoor space throughout the entire year, which to some extent is a weakness, while a proper regulation of movable shading devices enables an easier way to get proper visual conditions in the indoor space throughout the year. According to the results of other analyzed types of shading devices, shading devices with louvres (excluding sonro) are better in terms of achieving visual criteria, because with a proper angle of louvres, it is easier to control the daylight that enters the indoor space.

»Ta stran je namenoma prazna.«

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem mentorju doc. dr. Mitji Koširju za pomoč, čas, potrpežljivost in usmerjanje pri izdelavi diplomske naloge.

Posebna zahvala gre moji družini, ki mi je omogočila celotno šolanje in me vseskozi spodbujala in mi stala ob strani.

KAZALO VSEBINE

1 UVOD	1
1.1 Predstavitev problema	1
1.2 Namen in cilj diplomskega dela	2
1.3 Hipoteze.....	2
1.4 Pregled vsebine.....	3
2 OSVETLJENOST PROSTORA Z DNEVNO SVETLOBO	4
2.1 Osnovni pojmi	4
2.1.1 Svetloba.....	4
2.1.2 Osvetljenost.....	8
2.1.3 Količnik dnevne svetlobe.....	8
2.2 Zahteve glede dnevne osvetljenosti prostorov.....	10
2.2.1 Zakonodaja.....	10
2.2.2 Opis zahtev.....	12
3 SENČILA	16
3.1 Osnovno o senčilih in senčenju	16
3.2 Vrste senčil	16
3.2.1 Fiksna senčila.....	17
3.2.2 Premična senčila	22
4 UPORABLJENO PROGRAMSKO ORODJE ZA IZVEDBO ANALIZE.....	27
4.1 Google SketchUp 8 [7].....	27
4.2 VELUX Daylight Visualizer 2 [8].....	27
5 OPIS PROSTORA ZA IZVEDBO ANALIZE	28
5.1 Dimenzije prostora.....	29
5.2 Lastnosti notranjih površin prostora	30
6 IZBOR SENČIL ZA IZVEDBO ANALIZE	31
6.1 Izbor fiksnih senčil za izvedbo analize.....	31
6.1.1 Izzidki – razlaga izbora.....	31
6.1.2 Svetlobna polica – razlaga izbora	33

6.1.3	Brisoleji – razlaga izbora	35
6.1.4	Prizmatični bloki – razlaga izbora	40
6.1.5	Zasteklitev – razlaga izbora	40
6.2	Izbor premičnih senčil za izvedbo analize.....	41
6.2.1	Rolete – razlaga izbora	41
6.2.2	Žaluzije – razlaga izbora.....	42
6.2.3	Sonro – razlaga izbora	44
6.2.4	Combi roletni plašč – razlaga izbora	46
6.2.5	Polkna – razlaga izbora.....	46
6.2.6	Screen senčila, notranji roloji, lamelne zavese, panelne zavese, plise zavese, tende - markize – razlaga izbora	46
7	ANALIZA VPLIVA SENČIL NA OSVETLJENOST PROSTORA.....	47
7.1	Metoda analize dnevne osvetljenosti prostora.....	47
7.2	Rezultati analize osvetljenosti testnega prostora brez vpliva senčil.....	49
7.3	Rezultati analize vpliva fiksnih senčil na osvetljenost prostora	50
7.3.1	Rezultati analize vpliva izzidkov na osvetljenost prostora	50
7.3.2	Rezultati analize vpliva svetlobne police na osvetljenost prostora.....	59
7.3.3	Rezultati analize vpliva brisolejev na osvetljenost prostora	63
7.4	Rezultati analize vpliva premičnih senčil na osvetljenost prostora	78
7.4.1	Rezultati analize vpliva rolet na osvetljenost prostora	78
7.4.2	Rezultati analize vpliva žaluzij na osvetljenost prostora	79
7.4.3	Rezultati analize vpliva sonro-ja na osvetljenost prostora.....	82
8	PRIMERJAVA REZULTATOV	84
8.1	Primerjava količnika dnevne svetlobe.....	84
8.1.1	Primerjava KDS pri horizontalnih in vertikalnih izzidkih.....	84
8.1.2	Primerjava KDS pri notranji in zunanji svetlobni polici	85
8.1.3	Primerjava KDS pri horizontalnem izzidku in nadstrešku z lamelami.....	86
8.1.4	Primerjava KDS pri brisolejih s horizontalnimi lamelami	87
8.1.5	Primerjava KDS pri brisolejih z vertikalnimi lamelami	88

8.1.6	Primerjava KDS pri premičnih senčilih (rolete, žaluzije, sonro)	89
8.2	Primerjava nivoja osvetljenosti.....	91
8.2.1	Primerjava nivoja osvetljenosti pri horizontalnih in vertikalnih izzidkih	91
8.2.2	Primerjava nivoja osvetljenosti pri notranji in zunanji svetlobni polici.....	92
8.2.3	Primerjava nivoja osvetljenosti pri horizontalnem izzidku in nadstrešku z lamelami	93
8.2.4	Primerjava nivoja osvetljenosti pri brisolejih s horizontalnimi lamelami in žaluzijah	94
8.2.5	Primerjava nivoja osvetljenosti pri brisolejih z vertikalnimi lamelami	96
8.2.6	Primerjava nivoja osvetljenosti pri premičnih senčilih (rolete, žaluzije, sonro)	97
8.3	Primerjava različnih tipov senčil	98
9	UGOTOVITVE IN ZAKLJUČKI	100
VIRI	104

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Gostota moči sončnega sevanja pri različnih vremenskih razmerah.....	6
Preglednica 2: Ravni osvetljenosti na prostem podnevi in ponoči [22]	8
Preglednica 3: Priporočene vrednosti refleksijskih koeficientov notranjih površin prostora [26]	13
Preglednica 4: Vrednosti osvetljenosti za posamezne delovne aktivnosti [26].....	13
Preglednica 5: Priporočene vrednosti osvetljenosti na delovni površini posameznega prostora [26]...	14
Preglednica 6: Enakomernost osvetljenosti in osvetljenost površine neposredne okolice glede na osvetljenost delovne površine [26].....	14
Preglednica 7: Podatki o Ljubljani	28
Preglednica 8: V izračunih uporabljene vrednosti reflektivnosti materialov [8]	30
Preglednica 9: Izbor fiksnih senčil za analizo	31
Preglednica 10: Analizirane variante izzidkov.....	33
Preglednica 11: Analizirane variante svetlobnih polic	34
Preglednica 12: Analizirane variante brisolejev s horizontalnimi lamelami	37
Preglednica 13: Analizirane variante brisolejev z vertikalnimi lamelami	38
Preglednica 14: Analizirane variante nadstreška z lamelami	40
Preglednica 15: Izbor premičnih senčil za analizo	41
Preglednica 16: Analizirane variante rolet	42
Preglednica 17: Analizirane variante žaluzij	44
Preglednica 18: Analizirane variante sonroja.....	45
Preglednica 19: Zahtevani pogoji KDS za CIE oblačno nebo	47
Preglednica 20: Podatki o analiziranem prostoru in senčilih	48
Preglednica 21: Količnik dnevne svetlobe – Testni prostor	49
Preglednica 22: Povprečna osvetljenost prostora – Testni prostor.....	49
Preglednica 23: Količnik dnevne svetlobe – Horizontalni izzidki	50
Preglednica 24: Povprečna osvetljenost prostora - Horizontalni izzidki.....	51
Preglednica 25: Količnik dnevne svetlobe - Vertikalni izzidek levo	51
Preglednica 26: Povprečna osvetljenost prostora - Vertikalni izzidek levo	52
Preglednica 27: Količnik dnevne svetlobe - Vertikalni izzidek desno	53
Preglednica 28: Povprečna osvetljenost prostora - Vertikalni izzidek desno.....	53
Preglednica 29: Količnik dnevne svetlobe - Vertikalni izzidek levo in desno.....	54
Preglednica 30: Povprečna osvetljenost prostora - Vertikalni izzidek levo in desno.....	54
Preglednica 31: Količnik dnevne svetlobe - Horizontalni izzidek in vertikalni izzidek levo	55
Preglednica 32: Povprečna osvetljenost prostora - Horizontalni izzidek in vertikalni izzidek levo	56
Preglednica 33: Količnik dnevne svetlobe - Horizontalni izzidek in vertikalni izzidek desno	56

Preglednica 34: Povprečna osvetljenost prostora - Horizontalni izzidek in vertikalni izzidek desno ...	57
Preglednica 35: Količnik dnevne svetlobe - Horizontalni in vertikalni izzidek levo, desno	58
Preglednica 36: Povprečna osvetljenost prostora - Horizontalni in vertikalni izzidek levo, desno.....	58
Preglednica 37: Količnik dnevne svetlobe - Notranja svetlobna polica	59
Preglednica 38: Povprečna osvetljenost prostora - Notranja svetlobna polica	60
Preglednica 39: Količnik dnevne svetlobe - Zunanja svetlobna polica	60
Preglednica 40: Povprečna osvetljenost prostora - Zunanja svetlobna polica	61
Preglednica 41: Količnik dnevne svetlobe - Notranja in zunanja svetlobna polica.....	62
Preglednica 42: Povprečna osvetljenost prostora - Notranja in zunanja svetlobna polica	62
Preglednica 43: Količnik dnevne svetlobe - Horizontalne lamele širine 10 cm.....	63
Preglednica 44: Povprečna osvetljenost prostora - Horizontalne lamele širine 10 cm.....	64
Preglednica 45: Količnik dnevne svetlobe - Horizontalne lamele širine 15 cm.....	65
Preglednica 46: Povprečna osvetljenost prostora - Horizontalne lamele širine 15 cm.....	65
Preglednica 47: Količnik dnevne svetlobe - Horizontalne lamele širine 21 cm.....	66
Preglednica 48: Povprečna osvetljenost prostora - Horizontalne lamele širine 21 cm.....	67
Preglednica 49: Količnik dnevne svetlobe - Horizontalne lamele širine 30 cm.....	68
Preglednica 50: Povprečna osvetljenost prostora - Horizontalne lamele širine 30 cm.....	68
Preglednica 51: Količnik dnevne svetlobe - Vertikalne lamele širine 10 cm.....	69
Preglednica 52: Povprečna osvetljenost prostora - Vertikalne lamele širine 10 cm.....	70
Preglednica 53: Količnik dnevne svetlobe - Vertikalne lamele širine 21 cm.....	71
Preglednica 54: Povprečna osvetljenost prostora - Vertikalne lamele širine 21 cm.....	71
Preglednica 55: Količnik dnevne svetlobe - Vertikalne lamele širine 31 cm.....	72
Preglednica 56: Povprečna osvetljenost prostora - Vertikalne lamele širine 31 cm.....	73
Preglednica 57: Količnik dnevne svetlobe - Vertikalne lamele širine 50 cm.....	74
Preglednica 58: Povprečna osvetljenost prostora - Vertikalne lamele širine 50 cm.....	74
Preglednica 59: Količnik dnevne svetlobe - Nadstrešek z lamelami, širine 1,5 m.....	75
Preglednica 60: Povprečna osvetljenost prostora - Nadstrešek z lamelami, širine 1,5 m.....	76
Preglednica 61: Količnik dnevne svetlobe - Nadstrešek z lamelami, širine 2 m.....	76
Preglednica 62: Povprečna osvetljenost prostora - Nadstrešek z lamelami, širine 2 m.....	77
Preglednica 63: Količnik dnevne svetlobe - Rolete.....	78
Preglednica 64: Povprečna osvetljenost prostora – Rolete.....	79
Preglednica 65: Količnik dnevne svetlobe - Žaluzije širine 2,5 cm	80
Preglednica 66: Povprečna osvetljenost prostora - Žaluzije širine 2,5 cm.....	80
Preglednica 67: Količnik dnevne svetlobe - Žaluzije širine 5 cm	81
Preglednica 68: Povprečna osvetljenost prostora - Žaluzije širine 5 cm	82
Preglednica 69: Količnik dnevne svetlobe - Sonro.....	82
Preglednica 70: Povprečna osvetljenost prostora - Sonro	83

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1: Primerjava KDS pri izzidkih	84
Grafikon 2: Primerjava KDS pri svetlobni polici.....	85
Grafikon 3: Primerjava KDS pri horizontalnem izzidku in nadstrešku z lamelami.....	86
Grafikon 4: Primerjava KDS pri brisolejih s horizontalnimi lamelami	88
Grafikon 5: Primerjava KDS pri brisolejih z vertikalnimi lamelami	89
Grafikon 6: Primerjava KDS pri premičnih senčilih.....	90
Grafikon 7: Primerjava nivoja osvetljenosti na dan 21.3. pri izzidkih.....	92
Grafikon 8: Primerjava nivoja osvetljenosti na dan 21.3. pri svetlobni polici.....	93
Grafikon 9: Primerjava nivoja osvetljenosti na dan 21.3. pri horizontalnem izzidku in nadstrešku z lamelami.....	94
Grafikon 10: Primerjava nivoja osvetljenosti na dan 21.3. pri brisolejih s horizontalnimi lamelami in žaluzijah	95
Grafikon 11: Primerjava nivoja osvetljenosti na dan 21.3. pri brisolejih z vertikalnimi lamelami.....	96
Grafikon 12: Primerjava nivoja osvetljenosti na dan 21.3. pri premičnih senčilih	97

KAZALO SLIK

Slika 1: Komponente svetlobe, ki vstopi v prostor [11]	5
Slika 2: Sončni spekter [13]	5
Slika 3: Položaj merjenja osvetljenosti z dnevno svetlobo [1]	9
Slika 4: Horizontalni izzidek [49]	18
Slika 5: Vertikalni izzidek [50]	18
Slika 6: Svetlobna polica [50]	19
Slika 7: Brisoleji [55]	20
Slika 8: Prizmatični bloki [1], [57]	21
Slika 9: Zasteklitev [58]	21
Slika 10: Žaluzije [1]	22
Slika 11: Sistem senčila sonro [59]	23
Slika 12: Rolete z učinkom žaluzij [64]	24
Slika 13: Model testnega prostora z označenimi osnovnimi dimenzijami	29
Slika 14: Priporočene vrednosti refleksijskih koeficientov površin	30
Slika 15: Izhodiščni model horizontalnega izzidka	31
Slika 16: Izhodiščni modeli vertikalnih izzidkov	32
Slika 17: Izhodiščni modeli kombinacije izzidkov	32
Slika 18: Analizirane širine izzidkov	32
Slika 19: Izhodiščni modeli svetlobnih polic	33
Slika 20: Analizirane višine svetlobne police	34
Slika 21: Model lamele	35
Slika 22: Model brisolejev s horizontalnimi lamelami	36
Slika 23: Stopnje odprtosti/zaprтости brisolejev s horizontalnimi lamelami	36
Slika 24: Model brisolejev z vertikalnimi lamelami	37
Slika 25: Stopnje odprtosti/zaprтости brisolejev z vertikalnimi lamelami	38
Slika 26: Model nadstreška z lamelami	39
Slika 27: Analizirani širini nadstreška z lamelami	39
Slika 28: Stopnje odprtosti/zaprтости lamel nadstreška	40
Slika 29: Stopnje spuščanja rolet	42
Slika 30: Model lamele žaluzij	43
Slika 31: Model žaluzij	43
Slika 32: Stopnje odprtosti/zaprтости lamel žaluzij	43
Slika 33: Model senčila sonro (levo) in realno senčilo [75] (desno)	44
Slika 34: Model lamele senčila sonro	45
Slika 35: Velikost reže med sosednjima lamelama – 0,4 cm (levo) in 0,8 cm (desno)	45

1 UVOD

1.1 Predstavitev problema

Človeški vizualni zaznavni mehanizem se je razvil na osnovi naravne svetlobe in se temu primerno tudi odziva [1]. Dnevne svetlobe se ne da nadomestiti z drugimi viri, kar predstavlja velik problem pri današnjem načinu življenja, ko ljudje preživimo do 90 % časa v zaprtih prostorih doma in na delu, s čimer se omeji izpostavljenost naravni svetlobi. Pri zasnovi stavbe bi tako moral biti eden izmed glavnih ciljev prostor oblikovati tako, da je zagotovljena optimalna dnevna osvetljenost katerekoli stavbe oziroma prostora. [2]

Zaznavanje svetlobe je pri ljudeh subjektiven in kompleksen proces in je odvisen od več dejavnikov, kot so starost, spol, čas dneva ali leta. Vizualno zaznavanje svetlobe je pomembno pri aktivnem delovnem opravilu: bolj kot je zahtevno opravilo in starejši je človek, večja je zahteva po osvetljenosti. Človeške oči se enostavno prilagajajo spremembam nivoja osvetlitve, kljub temu pa ima prilagodljivost svoje omejitve. Poleg ekstremnega nihanja osvetljenosti prav tako ni zaželeno ustvarjanje popolnoma enakomerne distribucije svetlobe, saj lahko enolična osvetlitev vodi k utrujenosti in pomanjkanju pozornosti. Študije dokazujejo, da imajo ljudje raje prostore, kjer je zaznavanje svetlobe povezano z vizualnim ugodjem, kar pomeni, da je potrebno zagotoviti dovolj raznolik svetlobni vzorec, ki pripomore k stimulativnemu in atraktivnemu prostoru. [2]

Poleg vizualnega zaznavanja pa dnevna svetloba pomembno vpliva tudi na psiho-fiziološke funkcije v človeškem organizmu. Z regulacijo cirkadianega ritma vpliva na ritem budnosti in spanja, telesno temperaturo, izločanje hormonov, kognitivne funkcije, odziv imunskega sistema, razpoloženje in vedenje, deluje kot učinkovito terapevtsko sredstvo in omogoča proizvodnjo vitamina D. [3] Prisotnost dnevne svetlobe ustvarja dobro razpoloženje pri ljudeh, direktna sončna svetloba pa pozitivno vpliva na psiho in telo [2].

Poleg ugodnega vpliva na počutje človeka naravna osvetlitev prispeva k racionalni rabi energije. Energija se prihrani zaradi manjše porabe električne energije za umetno razsvetljavo. V poletnih mesecih so nižje potrebe po hlajenju prostorov tudi zaradi ugasnjenih luči, ki tako dodatno ne segrevajo prostorov. Ob tem pa je potrebna tudi namestitvev ustreznih senčil, s katerimi se prepreči morebitno pregrevanje stavb in hkrati tudi prekomerna osvetljenost in bleščanje. Kombiniran prihranek zaradi manjše potrebe po umetni razsvetljavi in hlajenju prostorov lahko znaša od 25 % do 40 % celotne porabe energije poslovne stavbe. [4]

Naravna osvetlitev prostorov je torej zaželena, a ima poleg dobrih tudi slabe strani. Kjer dnevna osvetlitev ne omogoča stalne in enakomerne razsvetljave, jo je potrebno nadomestiti z umetno razsvetljavo. Poleg premalo svetlobe pa lahko predstavlja velik problem prekomerna osvetljenost, saj

lahko povzroča prekomerno segrevanje, prekomerno osvetljenost, bleščanje, metanje motečih senc v prostor. Te težave se rešuje z namestitvijo zunanje ali notranje sončne zaščite. [5]

S primerno dnevno svetlobo se torej zagotovi ugodno bivalno in delovno okolje [5], kar pomeni zagotovitev ustrezne intenzitete in smeri osvetlitve, primerne barvnega kontrasta, kot tudi zadostne raznolikosti v kvaliteti in moči osvetlitve posameznih prostorov preko dneva [2].

1.2 Namen in cilj diplomskega dela

Namen diplomskega dela je analizirati vpliv različnih vrst senčil na osvetljenost izbranega prostora, saj predstavlja senčenje zastekljenih površin eno izmed najučinkovitejših rešitev, da se zagotovi primerno osvetljenost delovnega in bivalnega okolja z naravno svetlobo, in s tem prepreči prekomerno osvetljenost, bleščanje, metanje motečih senc v prostor [5], [6].

Cilji diplomskega dela so:

- analizirati osvetljenost (povprečna osvetljenost, količnik dnevne svetlobe) testnega prostora pri uporabi različnih tipov senčil;
- analizirati vpliv geometričnih lastnosti, namestitve, regulacije senčil na osvetljenost prostora;
- opazovati parametre, kot sta prostorska in časovna distribucija dnevne svetlobe v prostoru pri uporabi različnih tipov senčil.

1.3 Hipoteze

Na podlagi napisanega sem v diplomskem delu preverjala naslednje hipoteze:

1. Premična senčila so primernejša od fiksnih pri zagotavljanju ustreznih vizualnih razmer v prostoru.
2. Vertikalni izzidki površine do vsaj 30 % skupne površine svetlobne odprtine oziroma širine do 25 % celotne dolžine prostora nimajo bistvenega vpliva na osvetljenost izbranega prostora.
3. Pri vertikalnih senčilih (izzidki, lamele) pride, glede na izbrani prostor, do skoraj identičnih rezultatov simetrično postavljenih elementov senčil, pri ostalih tipih senčil pa ne.
4. Testni prostor ne bo pri nobenem analiziranem tipu senčil povsem ustrezno osvetljen z dnevno svetlobo glede na vizualne kriterije.
5. Senčila s horizontalnimi lamelami so ustrežnejša od ostalih tipov senčil z gledišča doseganja vizualnih kriterijev.

1.4 Pregled vsebine

Diplomska naloga je vsebinsko strukturirana v osem sklopov:

- V prvem sklopu je predstavljen pojem osvetljenosti prostora. Natančneje so opisani pojmi in zahteve, ki se tičejo osvetljenosti prostora z dnevno svetlobo.
- V drugem sklopu so predstavljena senčila. Podrobneje so opisani tipi senčil, ki so klasificirani in razdeljeni v dve osnovni skupini, fiksna in premična senčila; ti skupini sta razčlenjeni v podskupine.
- V tretjem sklopu je predstavljeno programsko orodje, ki je bilo uporabljeno za izvedbo analize. Za modeliranje variant je bil uporabljen računalniški program Google SketchUp 8 [7], za pridobitev rezultatov pa računalniški program VELUX Daylight Visualizer 2 [8].
- V četrtem sklopu je predstavljen prostor, na katerem je izvedena analiza, opisane so dimenzije, uporabljeni materiali in lokacija prostora.
- V petem sklopu je opisan izbor senčil. Za vsak tip senčila so podani razlogi za (ne)izvedbo analize. Prav tako so pri vsakem izbranem tipu senčila predstavljene njegove materialne, geometrične lastnosti, robni pogoji ter parametri, ki se jih je analiziralo, in s tem število variant izračunov pri posameznem tipu senčila.
- V šestem sklopu je izvedena analiza. Najprej je predstavljena metoda, s katero je v nadaljevanju izvedena analiza vpliva senčil na osvetljenost prostora. Nato so predstavljeni in argumentirani rezultati vpliva izbranih variant senčil na osvetljenost analiziranega prostora.
- V predzadnjem, sedmem, sklopu je izvedena primerjava rezultatov, ki so bili pridobljeni v sklopu analize vpliva senčil na osvetljenost prostora.
- V zadnjem poglavju oziroma sklopu diplomske naloge so opisane ugotovitve oziroma zaključki na podlagi hipotez, ki so bile predstavljene v uvodu, prav tako so predstavljene prednosti in slabosti določenih tipov senčil.

2 OSVETLJENOST PROSTORA Z DNEVNO SVETLOBO

Osnovni vir dnevne svetlobe je sonce. Dnevna svetloba, ki vstopi v prostor, je sestavljena iz sončne in nebesne svetlobe ter svetlobe, odbite od zunanjih površin. Sonce in svetlo nebo sta izredno močna svetlobna vira. Za dobro osvetljenost prostora zadostuje že majhen del svetlobe, ki jo le-ta oddajata, vendar pa je čas trajanja omejen – dnevna svetloba se neprestano spreminja z minevanjem časa in s spremembami vremena. [1]

2.1 Osnovni pojmi

2.1.1 Svetloba

Pojem svetloba se v fiziki nanaša na elektromagnetna sevanja vseh valovnih dolžin, ne glede na to, ali so vidna ali ne. Različne valovne dolžine elektromagnetnega sevanja prodrejo različno globoko v Zemljino atmosfero. Celotno rentgensko valovanje in večina UV valovanja se absorbira v atmosferi. Večina vidne in radijske svetlobe prodre do tal, prav tako tudi del infrardeče in UV svetlobe. Vire svetlobe na Zemlji predstavljajo sevanje Sonca, odboj svetlobe od Lune, sevanje drugih zvezd v vesolju in zemeljski viri svetlobe (požari, ognjeniški izbruhi, antropogeni viri, itd.). [9], [10]

2.1.1.1 Dnevna svetloba

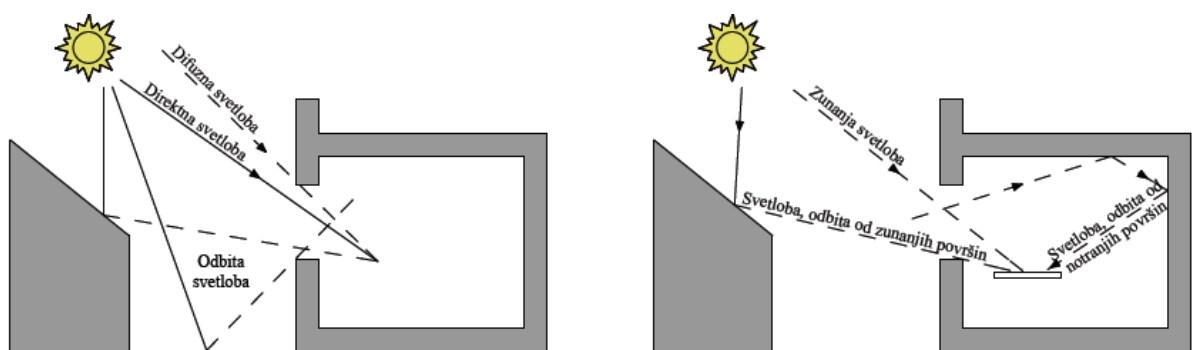
Direktna sončna svetloba in difuzna nebesna svetloba skupaj tvorita dnevno svetlobo.

Direktna sončna svetloba prihaja neposredno iz smeri sonca. Je močna, »toplejše« spektralne sestave, vsi deli spektra so bolj enakomerno zastopani, posledično je svetloba bolj bela. Smer sončnih žarkov je odvisna od dela dneva, letnih časov, geografske lege.

Difuzna svetloba je svetloba, ki jo oddaja nebesna hemisfera (prihaja z jasnega ali oblačnega neba) z več smeri hkrati. Odvisna je od vrste in količine oblakov. Takšna svetloba je »hladnejše« spektralne sestave, hladna bela z večjim deležem modrega spektra.

Razporeditev svetlobe po prostoru je odvisna od oblike in velikosti prostora, položaja in lastnosti zasteklitve ter refleksivnosti notranjih površin. Glavni parametri, ki vplivajo na intenziteto sončnega sevanja, so vpadni kot sonca, vsebnost vlage v zraku in motnost atmosfere zaradi prašnih delcev. [6]

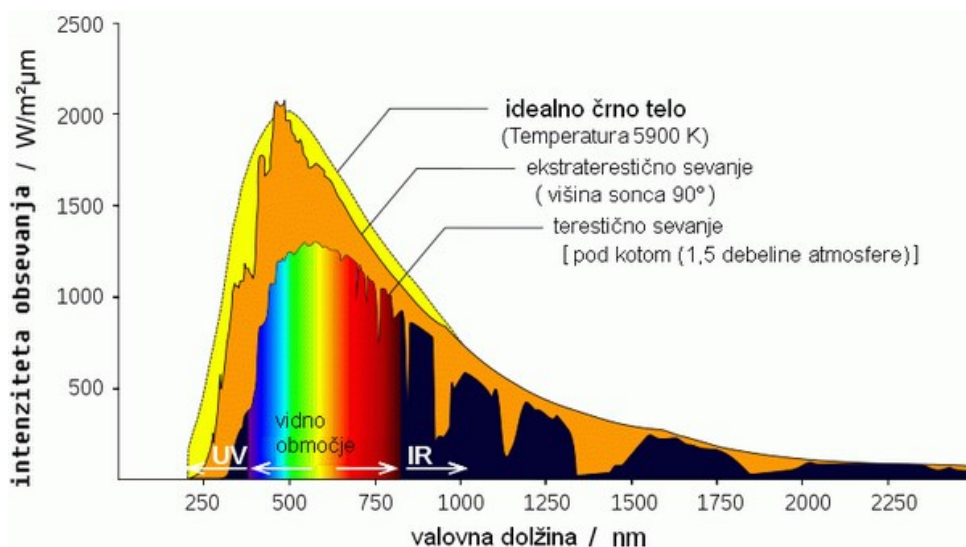
Slika 1 prikazuje komponente svetlobe, ki vstopi v prostor. Na levi sliki je prikaz sončne in nebesne svetlobe ter svetlobe, ki se odbija od zunanjih površin, desna slika pa poleg omenjenih prikazuje še komponento svetlobe, ki se odbija od notranjih površin.



Slika 1: Komponente svetlobe, ki vstopi v prostor [11]

2.1.1.2 Sončno sevanje – sončni spekter

Svetloba je sestavljena iz majhnih energijskih paketov, imenovanih fotoni, in ima lastnosti valovanja in tudi lastnosti delcev [9]. Porazdelitev fotonov glede na njihovo energijo oziroma valovno dolžino imenujemo sončni spekter, ki daje spektralno gostoto sevanja (slika 2) [12].



Slika 2: Sončni spekter [13]

Človeško oko zazna le del sončnega spektra – vidno svetlobo, ki je med približno 380-400 nm in približno 760-780 nm. Sevanje s krajšimi valovnimi dolžinami se imenuje ultravijolično sevanje (UV), sevanje z daljšimi valovnimi dolžinami pa infrardeče sevanje (IR) [1].

Za praktično izrabo sončne energije je pomembno poznavanje količine in tipa vpadnega sevanja na zemeljsko površino. Gostota moči sončnega sevanja se stalno spreminja glede na čas dneva, vremenske razmere in letni čas. Ko je nebo povsem oblačno, prispe do zemeljske površine le razpršeno sevanje (preglednica 1).

Preglednica 1: Gostota moči sončnega sevanja pri različnih vremenskih razmerah

Vreme	Jasno	Megleno/oblačno (sonce slabo vidno)	Oblačno (sonce ni vidno)
Gostota moči sevanja [Wm ⁻²]	600–1000	200–400	50–150
Difuzni delež [%]	10–20	20-80	80-100

Tudi kadar je nebo jasno, se maksimalna gostota moči sevanja čez dan spreminja. Največ sevanja prispe opoldne, najmanj pa zgodaj zjutraj in pozno popoldne, ker ima sevanje daljšo pot skozi atmosfero (več absorpcije na poti) in je zato močnejše dušeno kot opoldne.

Podobno obstajajo razlike v porazdelitvi sončnega obsevanja med letom. V osrednji Evropi (velja tudi za Ljubljano) je količina vpadne sončne energije v mesecih med novembrom in januarjem približno petkrat manjša kot v poletnih mesecih. Mesečno obsevanje je mnogo bolj enakomerno v področjih ob ekvatorju. Lokalna letna porazdelitev celotne količine sončne energije je določena s klimatskimi in meteorološkimi dejavniki, ki so močno odvisni od lokacije. V sončnih področjih, kot so puščave (na primer Sahara), je na razpolago v povprečju dvakrat več energije kot v osrednji Evropi. [12]

2.1.1.3 Biološki vpliv svetlobe

V človeškem očesu obstaja več vrst fotoreceptorjev: paličice, ki so prilagojene na šibko svetlobo in ne ločijo barv (skotopski – nočni vid), in čepki, ki so prilagojeni na močnejšo svetlobo in ločijo barve (fotopski – dnevni vid). Poleg vizualnega biološkega učinka ima svetloba tudi nevizualni učinek, ki ga zaznavamo s pomočjo tretje vrste fotoreceptornih celic v očesu (retinalnih ganglijskih celic) [1], [14]. Nevizualni učinek je pomemben v fazi budnosti in tudi v fazi spanja (izmenjava svetlobe in teme), medtem ko je vizualni učinek pomemben samo takrat in toliko časa, dokler je potrebno, da oko vidi. Nevizualni učinek dnevne svetlobe vpliva na produktivnost, razpoloženje, pozornost, budnost, kakovost spanca in nadziranje posameznikove biološke ure, cirkadianih (dnevni) in cirkannualnih (sezonskih) ritmov [1], [15], [16]. Posledično to vpliva tudi na zdravje posameznika. Poleg tega 15-minutna izpostavljenost dnevni svetlobi koristi telesu, saj lahko tako proizvede zdravo mero vitamina D [1], [17], [18].

2.1.1.4 Merjenje svetlobe

Fizikalno merjenje svetlobe se imenuje radiometrija. Ker odziv človeškega očesa na svetlobo ni linearen, se ga ne meri v Wattih, ampak je potrebno pri vrednotenju svetlobe upoštevati tudi valovno dolžino. Za merjenje svetlobe se uporabljajo, poleg osvetljenosti E (le-ta je posebej opisana v točki 2.1.2), v nadaljevanju opisane glavne fotometrične količine:

- Svetlobni tok P je merilo za količino energije na časovno enoto, ki jo vir seva v prostor. Enota je lumen (lm).
- Svetilnost I predstavlja merilo za svetlobni tok v določeni smeri. Vsota svetilnosti v vseh smereh je enaka svetlobnemu toku. Enota je kandela (cd).
- Svetlost B je svetilnost svetila I na ploskovno enoto svetila S. Je merilo za občutek, ki ga neka površina povzroča v očeh (občutek svetlega ali temnega) in je edina svetlobno-tehnična veličina, ki se jo lahko oceni z očmi. Enota je kandela na kvadratni meter (cd/m^2). [1], [19]

2.1.1.5 Porazdelitev svetlobe na nebu

Stanje neba se neprestano spreminja in je odvisno od vremena, podnebja in položaja sonca preko dneva, zaradi česar je zelo težko oblikovati natančen opis ali matematični model neba. V ta namen je CIE (International Commission on Illumination - Mednarodna komisija za osvetlitev - znano tudi kot CIE, zaradi francoskega naziva Commission Internationale de l'Eclairag, je namenjena mednarodnemu sodelovanju in izmenjavi informacij o vseh zadevah, ki se nanašajo na znanost in umetnost svetlobe ter osvetlitve [20]) predlagala koncept standardizacije zunanjih pogojev dnevne svetlobe in razvila več modelov neba. Za simulacijsko preverjanje osvetljenosti se v večini primerov uporablja le štiri standardizirana stanja neba: CIE enotno (megleno) nebo, standardno CIE oblačno nebo, CIE jasno nebo in CIE delno oblačno (vmesno) nebo. [11], [21]

Standardno enotno (enakomerno) nebo je nebo, kjer ima svetlost na hemisferi povsod enako vrednost. Predstavlja enakomerno in konstantno svetlost, ki odgovarja nebu, prekritemu z debelo plastjo belih oblakov ali z zelo motno atmosfero. Svetloba je popolnoma difuzirana, vpliva direktne sončne svetlobe ni. Distribucija svetlobe na nebu je neodvisna od orientacije.

Standardno oblačno nebo je nebo z neenakomerno distribucijo svetlobe na nebu, svetlost neba v zenitu je trikrat močnejša od svetlosti na horizontu (nebo je prekrito z oblaki, atmosfera je relativno čista, svetloba je popolnoma difuzirana, vpliva direktne sončne svetlobe ni). Ta princip, ki je danes splošno privzet pod imenom »standardno CIE oblačno nebo«, se najpogosteje uporablja pri računanju dnevne osvetljenosti v stavbah. Distribucija svetlobe na nebu je neodvisna od orientacije.

Standardno jasno nebo je nebo, pri katerem sta nebo in atmosfera čista. Svetlost se spreminja glede na zenit, horizont in položaj sonca. Dnevna svetloba jasnega neba je sestavljena iz dveh komponent: nebesne svetlobe, ki je difuzna in nizke svetlosti ter direktne sončne svetlobe, ki je usmerjena in zelo močna. Pri jasnem nebu je najsvetlejši del v smeri sonca, ki je desetkrat svetlejši kot najtemnejši del neba, ki je približno pod kotom 90° od sonca. Direktna sončna svetloba je ekstremno svetla in se neprestano spreminja, upoštevati je potrebno dnevne in letne spremembe poti sonca. Distribucija svetlobe na nebu je povezana z orientacijo in s položajem sonca.

Delno oblačno nebo je vmesno stanje med jasnim in oblačnim nebom. Je megličasta varianta jasnega neba. Sonce ni tako močno kot na jasnem nebu, vendar je njegov vpliv kljub temu mogoče čutiti.

Razmerja svetlosti niso tako ekstremna kot pri jasnem nebu. Distribucija svetlobe na nebu je povezana z orientacijo in s položajem sonca. [1], [11]

2.1.2 Osvetljenost

Osvetljenost E je količina, ki se v praksi največkrat računa ali meri in predstavlja skupni svetlobni tok, ki pade na enoto površine iz svetlobnih virov. Odvisna je od gostote svetlobnega toka in od vpadnega kota. Pri pravokotnem vpadu je osvetljenost enaka gostoti svetlobnega toka. Enota je luks ($lx = lm/m^2$).

Pri načrtovanju osvetljenosti je potrebno upoštevati zakon » $1/r^2$ « ali fotometrični zakon oddaljenosti. Energija, ki jo seva vir, je (relativno) konstantna, ker pa površina z razdaljo od vira narašča s kvadratom razdalje, gostota energije na površino pada s kvadratom razdalje od vira. Gostota svetlobnega toka je torej obratno sorazmerna kvadratu razdalje od vira. Enako velja za osvetljenost, ki s povečevanjem razdalje od vira pada.

Osvetljenost se v naravi in posledično v prostoru neprestano spreminja in je odvisna od različnih faktorjev, kot so geografski položaj, orientacija, velikost, oblika in lega okenske odprtine, okenski okvir, zasteklitev, debelina zunanje stene, vpliv ovir na in v stavbi ter njeni okolici, lastnosti notranjih površin. [1], [14]

Za izražanje svetlosti neba se pogosto uporabljajo vrednosti osvetljenosti, izmerjene na neovirani vodoravni ravnini [19]. V preglednici 2 so podane pogoste ravni osvetljenosti na prostem.

Preglednica 2: Ravni osvetljenosti na prostem podnevi in ponoči [22]

Stanje	Osvetljenost [lx]
Sončna svetloba	107527
Dnevna svetloba	10752
Oblačno	1075
Zelo temen dan	107
Mrak	10,8
Globok mrak	1,08
Polna luna	0,108
Krajec	0,0108
Zvezdna svetloba	0,0011
Oblačna noč	0,0001

2.1.3 Količnik dnevne svetlobe

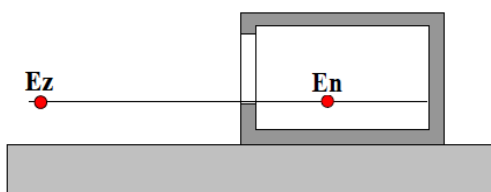
Dnevna osvetlitev glede na smer neba, letni čas in uro dneva (kot vpada svetlobe) je predvidljiva, ne pa v celoti. Primernost dnevne osvetljenosti prostorov v stavbah se ocenjuje s količnikom dnevne svetlobe [5]. Količnik dnevne svetlobe (KDS) je standardizirana oblika izražanja dnevne osvetljenosti

v stavbah in je definiran kot razmerje nivojev nebesne (difuzne) svetlobe, ki pade na določeno točko dane ravnine direktno ali indirektno, ob predpostavljene ali znani razporeditvi svetlobe na nebu in svetlobe na horizontalni ravnini, sprejete od neovirane hemisfere tega neba v istem trenutku. Direktne sončne svetlobe se ne upoštevata. KDS se običajno meri na horizontalni referenčni ravnini in je izražen v %. Osvetljenost, izmerjeno in izraženo kot KDS, predstavlja formula (1) in slika 3.

$$KDS = \left(\frac{E_n}{E_z} \right) * 100 \% \quad (1)$$

E_n ... notranja osvetljenost na neko točko

E_z ... osvetljenost na neovirani zunanji površini



Slika 3: Položaj merjenja osvetljenosti z dnevno svetlobo [1]

Količnik dnevne svetlobe se lahko izračuna za katerokoli točko v prostoru. Dnevno svetlobo, ki doseže neko točko v prostoru, se razdeli na tri komponente; vsako komponento se posebej izračuna, nato se jih sešteje, kar predstavlja formula (2).

$$KDS = D_{dir} + D_{zun} + D_{not} \quad (2)$$

D_{dir} ... direktna komponenta (svetloba, prejeta direktno iz neba)

D_{zun} ... zunanja reflektivna komponenta (svetloba, prejeta potem, ko se je odbila od zunanjih površin)

D_{not} ... notranja reflektivna komponenta (svetloba, prejeta potem, ko se je odbila od notranjih površin)

Izračun KDS je zasnovan na podlagi standardnega neba, največkrat je to standardno CIE oblačno nebo. Distribucija faktorja dnevne svetlobe v prostoru je odvisna od ure dneva, letnega časa, orientacije in tipa neba. Pod popolnoma oblačnim nebom je količnik dnevne svetlobe v določeni točki konstanten in neodvisen od ure dneva, letnega časa in orientacije. [1], [11]

Referenčna ravnina

Referenčna ravnina je navidezna horizontalna ravnina v višini delovne površine; če ni drugače določeno, je to 0,85 m nad finalno ravnino tal. Referenčna ravnina je lahko tudi vertikalna ali nagnjena.

2.2 Zahteve glede dnevne osvetljenosti prostorov

2.2.1 Zakonodaja

Pri oblikovanju prostora je potrebno upoštevati zakonodajo, ki zagotavlja spodnjo še sprejemljivo raven dnevnega osvetljevanja, a je potrebno omeniti, da je v Sloveniji področje dnevne osvetljenosti zelo slabo zakonsko opredeljeno, saj ni pravilnika, ki bi reguliral področje osvetljenosti prostorov v stavbah. Področje osvetljenosti delno pokrivajo določeni pravilniki, in sicer:

- Pravilnik o minimalnih tehničnih zahtevah za graditev stanovanjskih stavb in stanovanj [23],
- Pravilnik o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih [24],
- Pravilnik o normativih in minimalnih tehničnih pogojih za prostor in opremo vrtca [25].

V omenjenih pravilnikih ni določena mejna raven osvetljevanja z dnevno svetlobo, v prvih dveh omenjenih pravilnikih ni določena niti mejna raven osvetljenosti, ki bi jo morali dosežati z umetno svetlobo. Glede na to, kako pomemben biološki vpliv ima dnevna svetloba na človeka (razvidno iz poglavja 1.1. in 2.1.1.3), je po mojem mnenju slabo, da v Sloveniji nimamo boljše zakonodaje glede osvetljenosti prostorov. Priporočene mejne vrednosti osvetljenosti na različnih delovnih mestih so definirane v evropskem standardu SIST EN 12464-1: 2011 – Svetloba in razsvetljava - Razsvetljava na delovnem mestu - 1. del: Notranji delovni prostori [26].

2.2.1.1 Pravilnik o minimalnih tehničnih zahtevah za graditev stanovanjskih stavb in stanovanj [23]

V Pravilniku o minimalnih tehničnih zahtevah za graditev stanovanjskih stavb in stanovanj [23] je dnevna osvetljenost prostorov opredeljena v 14. členu. V tem členu so do neke meje določene velikosti in pozicije transparentnih površin ter kako mora biti zagotovljena osvetlitev prostorov. Ker pa je v diplomski nalogi obravnavan pisarniški prostor, ta pravilnik ni relevanten.

2.2.1.2 Pravilnik o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih [24]

V Pravilniku o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih [24] je dnevna osvetljenost prostorov opredeljena v 29. členu. V tem členu je zapisano, da mora delodajalec zagotoviti, da so delovni prostori podnevi praviloma osvetljeni z naravno svetlobo. Razpored, velikost, število in kakovost površin za osvetljevanje z naravno svetlobo pa mora zagotoviti osvetljenost delovnih mest v skladu s standardi, delavcem pa vidni stik z okoljem.

2.2.1.3 Pravilnik o normativih in minimalnih tehničnih pogojih za prostor in opremo vrtca [25]

V Pravilniku o normativih in minimalnih tehničnih pogojih za prostor in opremo vrtca [25] je dnevna osvetljenost prostorov opredeljena v 49. členu. V tem členu so do neke meje določene velikosti in pozicije transparentnih površin v vrtcih. V tem členu so tudi navedene mejne vrednosti osvetljenosti prostorov vrtca, ki pa so lahko dosežene tudi z umetno razsvetljavo. Ker pa je v diplomski nalogi obravnavan pisarniški prostor, ta pravilnik ni relevanten.

2.2.1.4 Standard SIST EN 12464-1: 2011 – Svetloba in razsvetljava - Razsvetljava na delovnem mestu - 1. del: Notranji delovni prostori [26]

Standard SIST EN 12464-1: 2011 – Svetloba in razsvetljava - Razsvetljava na delovnem mestu - 1. del: Notranji delovni prostori [26] določa zahteve in priporočene vrednosti za osvetljenost na različnih delovnih mestih oz. v delovnih prostorih. Potrebno je omeniti, da standard ne zahteva, da so priporočene vrednosti osvetljenosti dosežene le z dnevno svetlobo, ampak so lahko tudi z umetno razsvetljavo ali s kombinacijo umetne in naravne svetlobe.

2.2.1.5 Direktiva o energetske učinkovitosti stavb EPBD 2010/31/EU [27]

Direktiva o energetske učinkovitosti stavb EPBD 2002/91/EC [28] in predvsem prenovljena direktiva EPBD 2010/31/EU [27], ki še bistveno zastruje nekatere zahteve, omejujeta rabo energije v stavbah. Obe direktivi predvidevata omejevanje rabe na ravni celotne stavbe, ki poleg ovoja stavbe vključuje tudi posamezne tehnične sisteme v stavbah, kot so prezračevanje, ogrevanje, klimatizacija, hlajenje, priprava tople vode in razsvetljava. Ob tem se predvideva dobra dnevna osvetlitev in s tem manjša potreba po umetnih virih svetlobe.

Na zahtevah omenjene direktive temelji Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah PURES-2 2010 [29], ki s pripadajočo tehnično smernico, TSG-1-004 Učinkovita raba energije [30], povzema in prenaša zahteve evropske Direktive o energetske učinkovitosti stavb [27] v slovensko zakonodajo. Cilji so zmanjšanje rabe energije, bolj učinkovita raba in bistveno povečanje rabe energije iz obnovljivih virov v stavbah. [31] V TSG-1-004 Učinkovita raba energije [30] so zahteve glede osvetljenosti prostorov, omenjene v četrti alineji prvega člena točke 2.2 Arhitekturna zasnova v 2. poglavju Arhitekturne zahteve, ki pravi:

» (1) Arhitekturna zasnova stavbe mora z vidika učinkovite rabe energije upoštevati še zlati:

- obliko in razmerje zasteklitve, ki mora zagotoviti zahtevano osvetljenost prostorov, obenem pa zagotoviti čim večje dobitke toplotne energije pozimi ter zaščito pred čezmernim sončnim obsevanjem poleti;« (Tehnična smernica TSG-1-004:2010 Učinkovita raba energije [30], 2010, 17 str.).

2.2.1.6 Uredba o gradbenih proizvodih (EU) ŠT. 305/2011 [32]

Uredba o gradbenih proizvodih (EU) ŠT. 305/2011 [32] pojem osvetljenosti delno omenja v dveh Bistvenih zahtevah, in sicer v Bistveni zahtevi št. 3 in Bistveni zahtevi št. 6.

Bistvena zahteva št. 3 (Higiena, zdravje in okolje) v poglavju Zagotavljanje zdravega notranjega okolja za prebivalce ali uporabnike zgradb in podpoglavju zahteva, da se pri načrtovanju, izvedbi in obratovanju stavb upošteva toplotno okolje, osvetlitev, kvaliteto zraka, vlažnost in hrup.

Prav tako pa Bistvena zahteva št. 6 (Varčna raba energije in toplotna zaščita) zahteva, da morajo biti gradbeni objekt in njegove naprave za ogrevanje, hlajenje in zračenje projektirane in zgrajene tako, da je pri uporabi potrebna količina energije nizka, upoštevajoč klimatske pogoje lokacije in primerno toplotno udobje stanovalcev.

2.2.2 Opis zahtev

Zahteve glede količine in kakovosti svetlobe, ki jo potrebujemo za opravljanje vidnih nalog, se ne razlikujejo glede na vir svetlobe. Vizualno udobje (delavcu daje občutek ugodja, ki posredno prispeva tudi k višji produktivnosti in kakovosti opravljenega dela), vizualna učinkovitost (sposobnost opraviti nalogo hitro in natančno, tudi pod težavnimi okoliščinami in daljšimi časovnimi obdobji) in vizualna varnost (sposobnost prostorske orientacije in zaznavanje nevarnosti) so tri osnovne človeške potrebe, ki določajo skupne zahteve za osvetljenost. [1], [26], [33]

Glavni parametri, s katerimi umetna in dnevna svetloba določata svetlobno okolje, so porazdelitev svetlosti, osvetljenost, bleščanje, usmerjenost svetlobe in razsvetljave v notranjih prostorih, spremenljivost svetlobe in razsvetljave v notranjih prostorih, barvni videz ter barva svetlobe in migotanje [26].

2.2.2.1 Porazdelitev svetlosti v vidnem polju

Pravilna porazdelitev svetlosti vpliva na adaptacijo očesa in s tem na vidnost delovne naloge; potrebna je zaradi izboljšanja ostrine vida, kontrastne občutljivosti, učinkovitega delovanja očesa. Porazdelitev svetlosti v vidnem polju vpliva tudi na vidno udobje; zato se je potrebno izogibati preveliki svetlosti in prevelikim kontrastom oziroma premajhni svetlosti in svetlobnim kontrastom. [1], [26]

Za dobro uravnoteženo porazdelitev svetlosti je potrebno upoštevati svetlosti vseh površin, ki se določijo s pomočjo osvetljenosti površin in njihovih refleksijskih lastnosti (odsevnosti). Zelo zaželene so svetle barve površin v notranjosti, posebej sten in stropov, s čimer se prepreči mrakobnost in poveča adaptacijske svetlosti in udobje ljudi v prostoru. [26] Preglednica 3 prikazuje priporočene vrednosti refleksijskih koeficientov po Standardu SIST EN 12464-1:2011 [26].

Preglednica 3: Priporočene vrednosti refleksijskih koeficientov notranjih površin prostora [26]

Notranja površina	Refleksijski koeficient
Strop	0,7 do 0,9
Stene	0,5 do 0,9
Tla	0,2 do 0,4
Delovne površine	0,2 do 0,7

2.2.2.2 Osvetljenost

Vse vrednosti osvetljenosti, ki so navedene v standardu SIST EN 12464-1:2011 [26], so vzdrževane vrednosti osvetljenosti in izpolnjenju potrebe po vidnem udobju ter izvajanju delovnih nalog. Vzdrževana osvetljenost predstavlja vrednost, pod katero povprečna vrednost osvetljenosti dane površine ne sme pasti. [26] Preglednica 4 podaja zahteve po Standardu SIST EN 12464-1:2011 [26] za osvetljenost pri posameznih delovnih aktivnostih.

Preglednica 4: Vrednosti osvetljenosti za posamezne delovne aktivnosti [26]

Opravilo / naloga	Osvetljenost [lx]
Gibanje na prostem	30
Gibanje, orientacija, občasno bivanje	100
Občasno delo	150
Opravila pri majhnih zahtevah videnja	300
Opravila pri povprečnih zahtevah videnja	500
Opravila pri večjih zahtevah videnja	750
Opravila pri velikih zahtevah videnja	1000
Opravila pri posebnih zahtevah videnja	1500
Zelo natančne vidne naloge	2000

Vrednosti osvetljenosti na delovni površini in njeni neposredni okolici vplivajo na hitrost, udobnost in varnost zaznave in izpolnitev delovne aktivnosti; zato so za posamezne delovne aktivnosti predpisane vrednosti osvetljenosti na delovni površini določenega prostora, ki jih podaja preglednica 5. Delovna ravnina se navadno predvideva na horizontalni površini 0,85 m nad finalno ravnino tal. [1]

Preglednica 5: Priporočene vrednosti osvetljenosti na delovni površini posameznega prostora [26]

Prostor	Osvetljenost [lx]
Koncertne dvorane	100
Stopnišča in hodniki	100-150
Bivalni prostori	300
Kuhinje	500
Čitalnice, predavalnice	500
Pisarne (splošno)	500
Risalnice	750

Osvetljenost neposredne okolice

Osvetljenost površin v neposredni okolici mora biti usklajena z osvetljenostjo delovne površine, da je zagotovljena uravnotežena porazdelitev svetlosti v vidnem polju. Velike razlike v osvetljenosti prostora okrog delovne površine lahko povzročijo naprežanje vida in neugodje. Neposredna okolica naj bi bila pas, širok vsaj 0,5 m, v vidnem polju okrog delovne površine. Osvetljenost površine neposredne okolice je lahko nižja, kot je tista za delovno površino, vendar ne manjša od vrednosti, podane v preglednici 6. [26], [34]

Preglednica 6: Enakomernost osvetljenosti in osvetljenost površine neposredne okolice glede na osvetljenost delovne površine [26]

Osvetljenost delovne ravnine $E_{delovna}$ [lx]	Osvetljenost neposredne okolice [lx]
≥ 750	500
500	300
300	200
200	150
150	$E_{delovna}$
100	$E_{delovna}$
≤ 50	$E_{delovna}$
Enakomernost: $\geq 0,7$	Enakomernost: $\geq 0,5$

Osvetljenost ozadja

Na notranjih delovnih mestih, še posebej tistih brez dnevne svetlobe, mora biti osvetljen velik del območja, ki obkroža zasedeno delovno mesto. Površina ozadja (vsaj 3 m širok pas tik ob površini neposredne okolice in omejen s prostorom) mora biti osvetljena z vzdrževano osvetljenostjo vsaj 1/3 vrednosti, zahtevane za osvetljenost neposredne okolice. [26], [34]

Enakomernost osvetljenosti

Da pa v prostoru ne pride do prevelikih razlik med svetlimi in temnimi deli, je v Standardu SIST EN 12464-1:2011 [26] definirana tudi enakomernost osvetljenosti. V notranjih prostorih dnevna svetloba z globino upada; zato se prostorsko enakomernost osvetljenosti in s tem tudi enakomernost osvetljenosti

delovne površine dosega s svetlobnimi odprtini na več mestih in s posebnimi elementi, ki lomijo ali preusmerjajo svetlobo, največkrat pa je potrebna tudi dodatna razsvetljava. [1]

2.2.2.3 Druge zahteve

Bleščanje je vizualni pojav, do katerega pride zaradi svetlobe, ki se odbija od bleščavih oziroma sijočih površin ali direktnega pogleda v svetlino telo. Najpogostejše tipe bleščanja se deli po izvoru (direktno, indirektno) ali po vplivu na človeka (moteče, neugodno). V večini primerov se bleščanje prepreči s senčenjem in primerno obdelanimi površinami. [35]

Modeliranje je iskanje pravega ravnovesja med difuzno in usmerjeno svetlobo. Če bo svetloba preveč usmerjena, bodo sence preostre, če bo preveč difuzna, pa se bo efekt senčenja povsem izgubil in prostor bo svetlobno medel. Usmerjeno razsvetljava vidnih nalog izvedemo z osvetlitvijo iz določene smeri, ki lahko razkrije določene podrobnosti vidne naloge, poveča se vidljivost in olajša izvedba naloge. Preprečiti je potrebno neželjeno zastirajoče in refleksno bleščanje. Preostre sence lahko vplivajo na vidno nalogo in bi se jim bilo treba izogniti, vendar nekateri načini senčenja izboljšujejo vidnost naloge. [26], [34]

Svetloba je bistvenega pomena za življenje, saj ima premajhna izpostavljenost naravni svetlobi dokazano negativen vpliv na zdravje in razvoj človeka [36]. Vidni stik z zunanostjo (omogoča nadzor okolja – varnost, socializacija), prostorska orientacija, časovna orientacija (uravnavanje cirkadianega ritma) in spremljanje vremenskih razmer so ene izmed osnovnih psihofizioloških potreb človeka. Pri današnjem načinu življenja večina ljudi 80 do 90 % časa preživi v zaprtem okolju [37], kar ima za posledico motnje spanja oziroma budnosti, sindrom bolne stavbe, zmanjšanje produktivnosti, sezonsko depresijo, večjo pogostost rakavih obolenj. [1]

Dobro osvetljenost prostora je potrebno doseči na energijsko učinkovit način (učinkovita uporaba dnevne svetlobe, ustrezna razsvetljava, nadzorne naprave), a tako, da ne pride do poslabšanja vidnih pogojev (manjša poraba energije za osvetljevanje in hlajenje). [1], [26]

3 SENČILA

3.1 Osnovno o senčilih in senčenju

Okna predstavljajo element, skozi katerega vstopi največ količine svetlobe in s tem toplote v stavbo; zato senčenje le-teh predstavlja najboljšo zaščito pred sončno energijo [38]. Znano je, da lahko uporaba ustreznih senčil omogoča nadzor notranje osvetlitve z dnevno svetlobo in dobitkov sončnega sevanja [39]. Senčila so torej elementi, ki so nameščeni na svetlobne odprtine in se uporabljajo za regulacijo vpada sončnega sevanja (toplota, svetloba, UV) in svetlobnih razmer v prostoru (difuzna svetloba, bleščanje) [6]. Hkrati pa lahko senčila ob pravilni uporabi omogočajo varčevanje z razsvetljavo in s toplotno energijo [39], kar pomeni, da mora biti v poletnem času okno dobro zaščiteno pred soncem, da se zmanjša sevanje, v zimskem času pa mora biti omogočen čim večji dobiček sončnega sevanja skozi odprtine [40]. Sončno sevanje v stavbi prav tako močno vpliva na kvaliteto osvetlitve. Nadzor vpada direktne in difuzne svetlobe je pomemben za vizualno udobje, ker zmanjša potencialno možnost bleščanja. Lahko se ga doseže z vključitvijo fiksnih ali premičnih zunanjih senčil, da se z njimi regulira pogled na nebo ali z uporabo premičnih notranjih zaslonov, da se zmanjša svetlost okna. Oblika, namestitev in velikost senčil je odvisna od podnebnih razmer, funkcije stavbe in vira svetlobe, ki ga je potrebno regulirati. [6]

3.2 Vrste senčil

Senčila bi lahko v grobem delili glede na pozicijo senčil v odnosu do svetlobnih odprtin, torej na zunanja in notranja senčila ter senčila, nameščena med stekli.

Zunanja senčila se uporabljajo za nadzor direktnega sončnega sevanja [6] in s tem omogočajo varčevanje z energijo [41]. Poleti preprečujejo vstop sončnega sevanja skozi steklo v prostor in s tem zmanjšujejo toplotne pritoke. V zimskem času je nekatera zunanja senčila možno uporabiti kot dodaten toplotni izolator (t. i. nočna izolacija) [42], saj z njimi učinkovito znižamo toplotno prehodnost okna ter s tem transmissijske izgube stavbe. Potrebno pa je poudariti, da ne morejo vsa zunanja senčila opravljati funkcije nočne izolacije, kot so recimo horizontalni, vertikalni izzidki, svetlobna polica in podobna. Zunanja senčila lahko dodatno varujejo pred vremenskimi pojavi, kot so dež, toča in veter.

Senčila, nameščena med stekli, zmanjšujejo solarne dobitke, vendar je njihova učinkovitost manjša od učinkovitosti senčil, nameščenih na zunanji strani oken, dosega približno 30 % učinkovitosti zunanjih senčil. [43]

Notranja senčila ne zmanjšujejo pritoka sončne energije v prostor oziroma ne preprečijo segrevanja; le-ta so namenjena predvsem nadzoru osvetlitve in vzpostavljanju zasebnosti [1]. Notranja senčila pa se, prav tako kot zunanja, in senčila, nameščena med stekli, uporablja za nadziranje bleščanja in osvetljenosti v prostoru [44].

Za potrebe te diplomske naloge zgoraj opisana delitev ni smiselna, saj nas ne zanima vpliv senčil na toplotne razmere v prostoru, ampak vpliv senčil na osvetljenost prostora; zato sem vrste senčil v nadaljevanju klasificirala in razdelila v dve skupini, glede na možnost prilagoditve senčil: fiksna in premična senčila.

3.2.1 Fiksna senčila

Načrtovanje fiksnih senčil je odvisno od številnih faktorjev, kot so dnevni in letni položaj sonca, velikost in orientacija okenskih odprtin, zasnova stavbe. Tako lahko pravilna namestitev fiksnih senčil predstavlja učinkovit način za zagotavljanje toplotnega in vizualnega udobja. [45]

Glavna značilnost fiksnih senčil je ta, da imajo le-ta vpliv na osvetljenost prostora čez celotno leto, vendar pa je njihova učinkovitost odvisna od letnih časov, kot recimo: južno orientirani horizontalni izzidki preprečijo vpad direktnega sončnega sevanja skozi celo leto, kar se v poletnem času izkaže za zelo učinkovito, medtem ko v zimskem času to ni tako zaželeno. Zaradi spremembe vpadnih kotov sončnih žarkov pa variira tudi učinkovitost oziroma vpliv takšnega senčila; le-ta je v poletnem času večji kot v zimskem času. To pa je tudi zaželena situacija z gledišča regulacije osvetljenosti in tudi preprečevanja pregrevanja prostorov [6].

Med fiksna senčila se uvrščajo naslednji tipi:

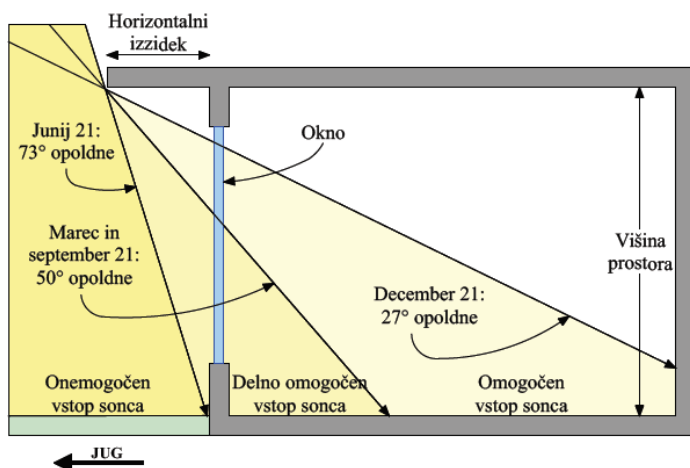
3.2.1.1 Horizontalni izzidki

Horizontalni izzidki so nameščeni nad svetlobne odprtine. Preprečujejo vpad direktne sončne svetlobe v prostor in s tem vplivajo na vizualne razmere v prostoru in zmanjšujejo toplotne dobitke. Njihova oblika, tip, globina in višina in s tem učinkovitost je odvisna od geografske lokacije in orientacije okna. [40] Izzidki so zelo učinkoviti pri južnih orientacijah, z odklonom od smeri jug pa učinkovitost pada. Tako lahko ravno prav dolg horizontalni izzidek omogoča primeren način senčenja, saj onemogoča dostop visokega poletnega sonca, omogoča pa vstop nizkega zimskega sonca [46].

Med horizontalne izzidke se uvrščajo balkon, nadstrešek in napušč, saj imajo podoben vpliv. Balkon je vrsta ploščadi, police iz zidu, ki jo podpirajo stebri ali konzolni nosilci, in je zaprta z ograjo [47]. Konstrukcija nadstreška je lahko bodisi prostostoječa ali pritrjena na steno zgradbe, nosilna je lahko

zgolj ena stranica, lahko pa je nadstrešek podprt na vseh štirih vogalih. Strešni napušč je del strehe, ki poteka od zunanje stene zgradbe do roba strešne ploskve [48].

Slika 4 prikazuje princip delovanja horizontalnega izzidka (popolnoma onemogočen vstop poletnega sonca in omogočen vstop zimskega sonca v prostor), glede na kot padanja sončnih žarkov na kritične dni v letu (21.6, 21.3. oziroma 21.9. in 21.12.).

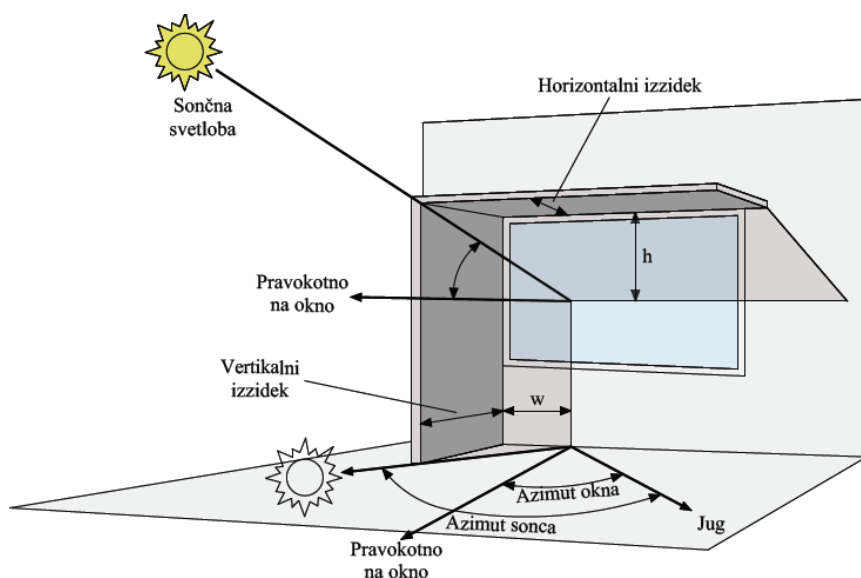


Slika 4: Horizontalni izzidek [49]

3.2.1.2 Vertikalni izzidki

Podobno kot horizontalni lahko tudi vertikalni izzidki omogočajo primeren način senčenja. Njihova oblika, tip, globina, višina in s tem učinkovitost je odvisna od pogojev sonca oziroma lege glede na smer neba (sever, jug, vzhod, zahod).

Slika 5 prikazuje princip vertikalnih (in horizontalnih) izzidkov.



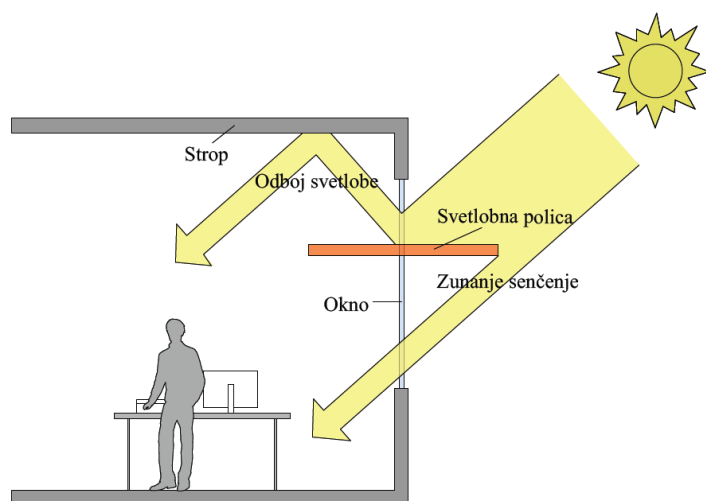
Slika 5: Vertikalni izzidek [50]

Vertikalni izzidki učinkovito delujejo na vzhodnih in zahodnih fasadah [51], saj blokirajo sonce, ki sije iz jugovzhodne in jugozahodne smeri [40]. Takšna senčila so smiselna predvsem pri orientacijah, kjer želimo blokirati sončne žarke, ki vpadajo pod relativno majhnim vpadnim kotom. Vertikalni izzidki zmanjšujejo toplotne dobitke s senčenjem direktnega sončnega sevanja nizkega poletnega sonca, hkrati pa omogočajo vstop difuzne svetlobe [51].

3.2.1.3 Svetlobna polica

Svetlobna polica je senčilo in hkrati element za izboljšanje osvetljenosti prostora (dnevno svetlobo preusmeri v prostor kar 1,5- do 2-krat globlje v primerjavi z oknom brez svetlobne police [52]), ki deli okno na dva dela nad nivojem oči. Svetlobni odbojnik svetlobo v zgornjem delu okna odbija proti stropu (zgornja površina police je obdelana z visoko reflektivnim materialom), v spodnjem delu pa je osvetlitev direktna (polica zagotavlja senčenje, zmanjšanje kontrasta in nevarnosti bleščanja). Svetlobne police so najbolj učinkovite pri oknih, obrnjenih proti jugu, manj so učinkovite pri vzhodnih in zahodnih oknih, pri oknih, obrnjenih proti severu, pa nimajo učinka. Prav tako je smiselna uporaba na lokacijah, kjer prevladuje število jasnih dni pred številom oblačnih. Police so lahko nameščene zunaj in znotraj prostora ali kombinirano. [1], [53] Izdelane so lahko iz različnih materialov, največkrat se uporablja ekstrudiran aluminij ali kompozitni materiali [54].

Slika 6 prikazuje princip delovanja svetlobne police kot zunanje senčila in odbojnika, ki odbije svetlobo v prostor.

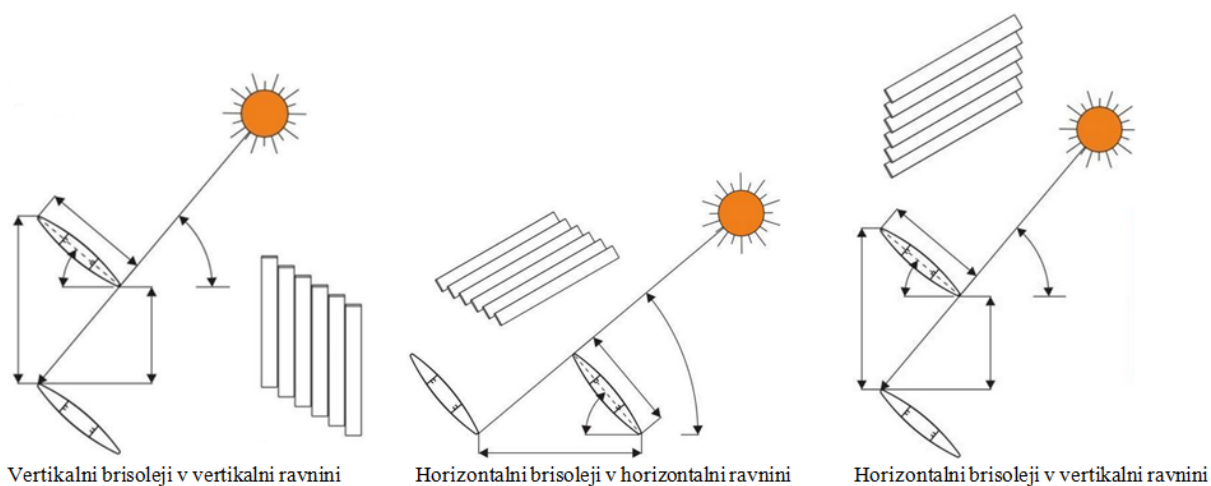


Slika 6: Svetlobna polica [50]

3.2.1.4 Brisoleji

Brisoleji preprečujejo vpad direktnega sončnega sevanja (pregrevanje prostora) in s prilagajanjem kota lamel omogočajo regulacijo svetlobnih oziroma vizualnih razmer v prostoru. Pri veliki količini direktne svetlobe ima velik vpliv kot sončnih žarkov; zato kot lamel močno vpliva na osvetljenost

prostora. Lamelle brisolejev so lahko postavljene vertikalno ali horizontalno, kot prikazuje slika 7 [55], možna pa je tudi namestitev pod kotom. Takšni brisoleji so lahko zelo učinkoviti pri določenih orientacijah, npr. jugovzhodna orientacija. Brisoleji s horizontalnimi lamelami so, podobno kot horizontalni izzidki, najbolj primerni za južne izpostavljenosti soncu, medtem ko so vertikalni brisoleji primernejši za uporabo, ko sonce sije iz jugovzhodne ali jugozahodne smeri [56].



Slika 7: Brisoleji [55]

Lamele brisolejev so lahko različnih širin (širine lamel se gibljejo med 10 cm in 70 cm – odvisno od proizvajalca), različnega razmika med posameznimi lamelami in so izdelane iz različnih materialov (kot so beton, les, steklo), dandanes pa se največkrat uporablja aluminij. Lamelle, izdelane iz aluminijastih profilov, so največkrat elipsoidne oblike in so fiksno ali elektropomično vpete na aluminijasto konstrukcijo [55]. Gre za senčila, ki so veliko bolj kompaktna in odporna, hkrati pa so namenjena senčenju zelo velikih površin (steklenih sten oziroma visečih fasad) [42].

3.2.1.5 Prizmatični bloki

Prizme so večinoma izdelane iz akrila, na katerega je v eni smeri nanescena tanka plast aluminija. Akril svetlobo prepušča in lomi, aluminij pa deluje kot zrcalo, ki svetlobo odbija. Prizmatični blok je vstavljen med dve plasti stekla. Difuzna in direktna svetloba z nižjim vpadnim kotom se pri prodiranju skozi prizmo lomi in izstopa preusmerjena navzgor ali proti stropu, od koder se odbije na horizontalno delovno površino. Na ta način prodre globlje v prostor in osvetli večjo površino. Pri višjih vpadnih kotih se direktna svetloba odbije navzven. Z optičnimi prizmi iz akrila se doseže natančna selekcija vpadnega sevanja in njihovo preusmerjanje. Uporaba prizem ne prinese izboljšav tik ob oknu, pripomore pa pri zvišanju nivoja osvetljenosti v globini prostora (izboljšanje distribucije svetlobe v prostoru). [1]

Slika 8 prikazuje princip delovanja prizmatičnih blokov, vgrajenih med stekla.

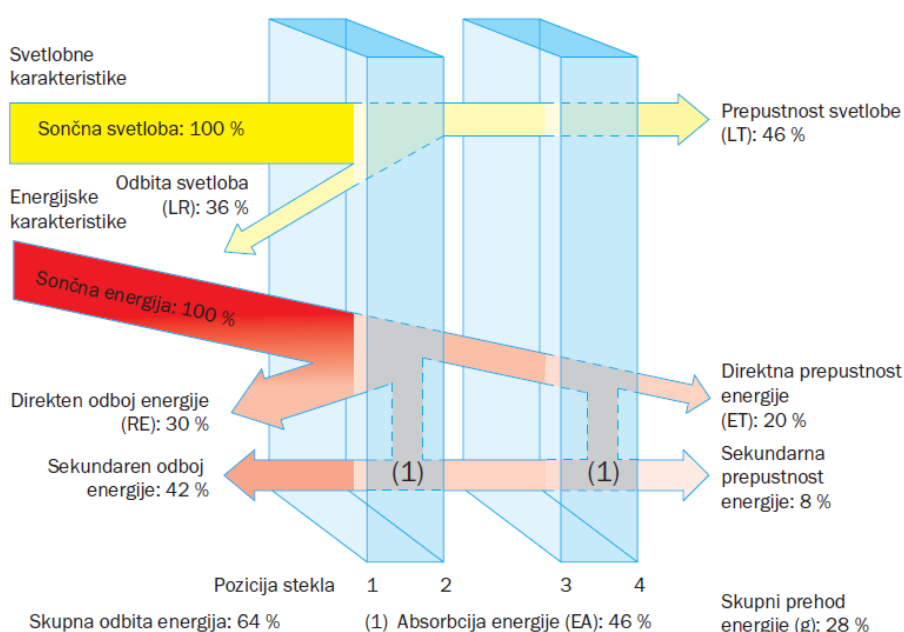


Slika 8: Prizmatični bloki [1], [57]

3.2.1.6 Zasteklitev

Primarne funkcije oken oziroma zasteklitev le-teh so zaščita pred zunanjimi vplivi (dež, veter, mraz), transparentnost, zagotavljanje dnevne svetlobe, omogočanje komunikacije z okoljem in prezračevanje; ena izmed dodatnih funkcij okna pa je lahko tudi onemogočanje vpada sončnega sevanja v prostor.

Kot sončnozaščitna stekla se uporabljajo absorpcijska in refleksna stekla. Povečanje absorpcije oziroma refleksije in s tem zmanjšanje prepustnosti se doseže z obarvanim steklom (siva, zelena, bronasta, modra barva), z (trdim, mehkim) refleksnim nanosom tanke plasti kovinskih oksidov, s kombinacijo nanosov in stekla z nizkoemisijemskim nanosom. Vsa sončnozaščitna stekla, razen stekel z mehkim nanosom, imajo precejšnjo slabost, saj se z zmanjšanjem prepustnosti sončne energije zmanjša tudi prepustnost vidne svetlobe. To pomeni, da zasteklitev, ki zagotavlja visoko zaščito pred sončnim sevanjem, močno zmanjša osvetljenost prostorov in tudi možnost pasivnega izkoriščanja sončne energije pozimi. [58] Slika 9 prikazuje mehanizem prehoda sončnega sevanja skozi zeleno sončnozaščitno steklo s trdim nanosom.



Slika 9: Zasteklitev [58]

3.2.2 Premična senčila

S premičnimi senčili se da, v primerjavi s fiksnimi senčili, lažje uravnati osvetljenost v prostoru. Premična senčila prav tako kot fiksna preprečujejo vpad direktnega sončnega sevanja, hkrati pa zaradi »premičnosti« manj vplivajo na vpad difuznega sevanja v prostor ter omogočajo večjo prilagodljivost pri uporabi. [1], [6]

Med premična senčila se uvrščajo naslednji tipi:

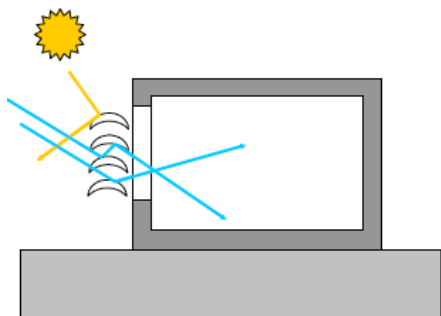
3.2.2.1 Rolete

Rolete so (zaradi ugodne cene) ene najpogostejših senčil, ki se jih uporablja na slovenskem trgu. Odvisno od stopnje spuščенosti rolete preprečujejo vpad direktnega sončnega sevanja, omogočajo pa vpad difuzne svetlobe v prostor. Njihova učinkovitost je odvisna od geografske lokacije in orientacije. Mehanizem rolet deluje po principu spuščanja oziroma dvigovanja roletnega plašča in omogoča tudi popolno zatemnitev prostora.

Ker so rolete nameščene na zunanji strani oken, služijo kot zaščita pred pregrevanjem v poletnih mesecih, v zimskem času pa jih je možno uporabiti kot nočno izolacijo. Rolete lahko predstavljajo tudi zaščito proti hrupu, vetru, dežju, snegu, toči in tudi vlomu. Za izdelavo se uporabljajo različni materiali: v preteklosti se je uporabljal les, danes pa se uporabljajo predvsem aluminijaste in PVC rolete, ki so lahko polnjene s toplotnoizolacijskimi materiali (v primeru aluminijastih rolet so le-te polnjene s poliuretanom). [59], [60], [61], [62]

3.2.2.2 Žaluzije

Žaluzije so, poleg rolet, ena najbolj razširjenih oblik senčil, saj se z njimi preprosto uravnava količino in distribucijo svetlobe v prostoru. Žaluzije preprečijo vpad direktnega sončnega sevanja, hkrati pa omogočajo vpad difuznega sevanja (slika 10).



Slika 10: Žaluzije [1]

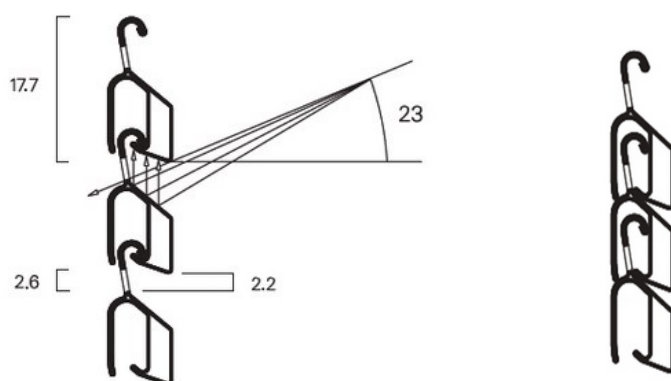
S stopenjskim reguliranjem kota horizontalnih lamel se uravnava želena jakost oziroma intenzivnost osvetljenosti v prostor. Ena izmed glavnih prednosti žaluzij je ohranjanje relativne prepustnosti za svetlobo tudi v spuščnem stanju, česar večina drugih senčil ne omogoča. Žaluzije, poleg zaščite pred direktnim sončnim sevanjem, omogočajo tudi skoraj popolno zatemnitev prostora ali pa zastiranje pogleda v prostor.

Žaluzije so lahko nameščene na zunanji oziroma notranji strani svetlobnih odprtin ali med stekli. Z žaluzijami, ki niso nameščene na zunanji strani okna, se lahko nadzoruje le osvetljenost prostora, ne pa tudi količino prepuščenega sončnega sevanja (nevarnost pregrevanja poleti).

Lamele žaluzij so lahko različnih širin (širine lamel se gibljejo med 1,6 cm in 9 cm – odvisno od proizvajalca), izdelane iz različnih materialov (les, aluminij, steklo, itd.) in so lahko različno perforirane in profilirane. [1], [42], [57]

3.2.2.3 Sonro

Senčilo sonro je novejši tip zunanjih senčil. Plašč senčila je sestavljen iz lamel posebne oblike, med katerimi so svetlobne in zračne reže (slika 11). Lamele imajo naklon 20° , kar pomeni, da ni dopuščen vstop direktne svetlobe v prostor, ko sonce preseže vpadni kot 23° , prostor pa je vseeno osvetljen z difuzno svetlobo.



Slika 11: Sistem senčila sonro [59]

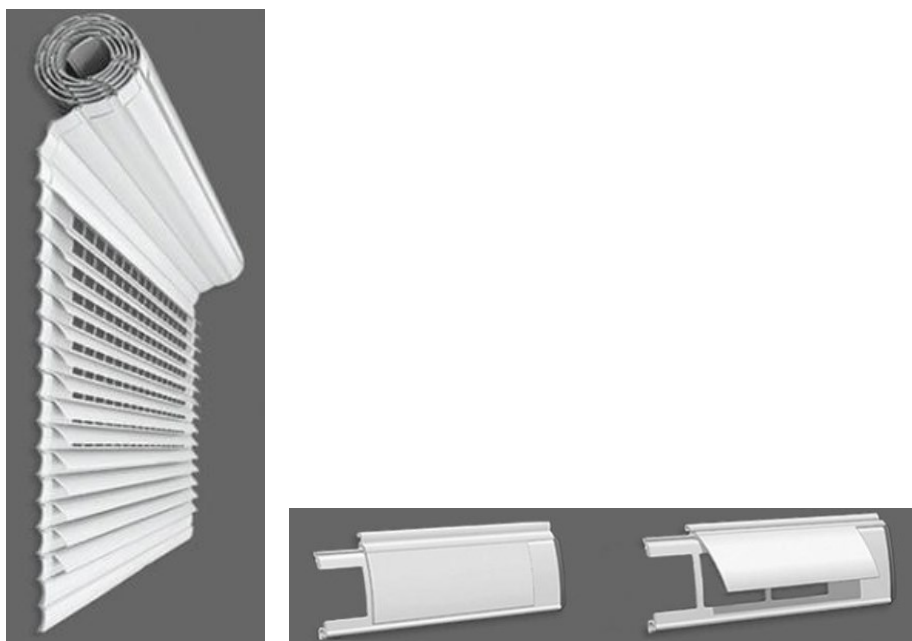
Odprtina reže pri napol zaprtem plašču je 2,8 mm, kar omogoča 21% prehod svetlobe v prostor. Ob popolnoma spuščnem plašču je senčenje 100 %. Lamele senčila sonro so izdelane iz debelostenskega ekstrudiranega aluminija, kar daje plašču večjo trdnost. [59], [63]

3.2.2.4 Combi roletni plašč

Combi roletni plašč oziroma vertikalni roletni plašč z učinkom žaluzije združuje lastnosti obeh tipov senčil (rolet in zunanjih žaluzij) in s tem omogoča senčenje v klasični roletni izvedbi ali v kombinaciji

z učinkom žaluzijskega senčenja (slika 12). S pomočjo pomičnih lamel, ki so izdelane iz ekstrudiranega aluminija, se uravnava količino in distribucijo svetlobe v prostoru, saj lamele preprečijo vpad direktnega sončnega sevanja, hkrati pa odprtine omogočijo vpad difuzne svetlobe. Tako se s stopenjskim reguliranjem kota lamel uravnava jakost oziroma intenzivnost osvetljenosti v prostor, možna pa je tudi popolna zatemnitev prostora.

Ena izmed prednosti tega tipa senčil je, kot tudi ostalih tipov senčil, ki so nameščena na zunanji strani svetlobnih odprtin, zmanjšanje pregrevanja v poletnih mesecih, v zimskem času pa je možna uporaba kot nočna izolacija in s tem omogočanje prihranka energije. [59], [64]



Slika 12: Rolete z učinkom žaluzij [64]

3.2.2.5 Polkna

Polkna so senčilo, ki ima funkcijo senčenja notranjih prostorov in zaščite pred zunanjimi vplivi. Potrebno je omeniti različne tipe polken, saj ima vsak tip drugačen vpliv na senčenje oziroma osvetljenost prostora.

Polkna z gibljivimi lamelami so posebej primerna za sončne lege, saj z gibljivimi loputami po potrebi zastirajo sončno svetlobo. Polkna s fiksnimi lamelami so posebej primerna za obmorske kraje, saj fiksne, delno zaprte lamele omogočajo nenehno zastiranje sonca ter delno pronicanje dnevne svetlobe v prostor. Polna polkna pa ne prepuščajo dnevne svetlobe v prostor.

Polkna torej predstavljajo način senčenja ali popolne zatemnitve prostorov, prav tako pa so dober toplotni izolator in zaščita pred hrupom, vetrom, dežjem in drugimi vremenskimi vplivi. V preteklosti so se polkna izdelovala iz lesa, danes pa se uporabljajo tudi PVC in ALU polkna. [65]

3.2.2.6 Screen senčila

Screen rolo senčila preprečujejo vpad direktne sončne svetlobe, omogočajo pa vpad difuzne svetlobe v prostor, s čimer vplivajo na osvetljenost in vizualne razmere v prostoru (preprečujejo pojav bleščanja). V primerjavi s senčili, ki pri popolnem prekrivanju svetlobnih odprtin prostor povsem zatemnijo, kot npr. rolete, lahko screen senčila zagotavljajo primerno osvetljenost prostora ter s tem zmanjšanje potrebe po dodatnem osvetljevanju. Ta lastnost je odvisna od izbire PVC tkanine, iz katere je izdelan rolo in ki glede na gostoto tkanja različno difuzira svetlobo.

Screen senčila so največkrat nameščena na zunanjo stran odprtih in podobno kot ostali tipi zunanjih senčil, odvisno od vrste screen tkanine, do določene stopnje preprečujejo pregrevanje prostora v poletnih mesecih. [59], [60], [61]

3.2.2.7 Notranji roloji

Notranji roloji, glede na vrsto tkanine, do določene stopnje preprečujejo vstop dnevne svetlobe v prostor in s tem omogočajo senčenje in preprečevanje pojava bleščanja. Tkanine rolojev lahko omogočajo popolno zatemnitev, lahko so tiskane, prosojne, pol prosojne ali screen. Kot ostala notranja senčila so roloji primerni kot dopolnitev k zunanjim senčilom, niso pa njihov nadomestek, saj omogočajo le nadzor nad osvetljenostjo prostora, ne pa tudi pred pregrevanjem. [64], [66]

Duo rolo je senčilo, ki zagotavlja regulacijo prepustnosti svetlobe v prostor. Deluje kot klasični rolo, njegova posebnost pa je tkanina, ki je razdeljena na popolnoma transparentne in netransparentne pasove in je ovita v enem kosu okoli pogonske in zaključne letve - dve plasti senčila (platna), ki se krožno gibljeta. Ker blago teče dvoslojno, se lahko na ta način uravnava stopnja prepustnosti svetlobe. [59], [61]

3.2.2.8 Lamelne zavese

Mehanizem premikanja lamelnih zaves oziroma navpičnih žaluzij - lamelne zavese se lahko obračajo za 180° - je namenjen odpiranju oziroma zapiranju lamel ter s tem uravnavanju kota zasenčenosti oziroma uravnavanju osvetljenosti. Lamelne zavese nudijo zaščito pred bleščanjem ob neposrednem vpadu svetlobe in vplivajo na vizualne razmere v prostoru. [59], [61], [64]

Lamelne zavese so namenjene zasenčevanju srednjih ali večjih steklenih površin in so izdelane iz različnih materialov, uporabljajo se naravni materiali (les, juta, papir), standardne tkanine (mešanica poliestrov) in tehnične tkanine. Pri tehničnih tkaninah so v ospredju screen materiali, saj med vsemi materiali najbolje preprečujejo vstop direktne sončne svetlobe. Poleg tega je znana še opal folija, ki zelo dobro senči, omogoča nemoteno delo z računalnikom, pušča pa pogled navzven, saj deluje po principu zatemnjenega stekla. [62]

3.2.2.9 Panelne zavese

Panelne zavese so, kot ostala notranja senčila, primerne kot dopolnitev k zunanjim senčilom, ker le-teh ne morejo nadomestiti, saj se lahko z njimi nadzoruje le osvetljenost prostora, ne pa tudi količina prepuščenega sončnega sevanja (nevarnost pregrevanja poleti). Panelne zavese spominjajo na lamelne zavese, le da so trakovi pri panelnih zavesah širši in se ne obračajo kot pri lamelnih zavesah, ampak se premikajo le v stran. Upravljanje panelnih zaves poteka ročno, na ta način se posamezni paneli pomikajo ločeno, kar se lahko v praksi izkaže za funkcionalno, saj se panele pomakne na del okna, ki se ga želi zasenčiti, medtem ko lahko preostali del okna ostane popolnoma nezasrt. Drugi način upravljanja je z upravljalno palico, pri čemer so paneli med sabo povezani in se odpirajo ter zapirajo zaporedno. Panelne zavese so namenjene zastiranju srednjih in večjih steklenih površin. Pri panelnih zavesah se uporabljajo podobni materiali kot pri lamelnih zavesah. [59], [62]

3.2.2.10 Plise zavese

Plise zavese so notranja senčila, izdelana iz finega gubanega platna, ki ob vstopu direktne svetlobe v prostor do določene stopnje omogočajo senčenje in preprečevanje pojava bleščanja. Intenzivnost senčenja je različna glede na izbiro tkanine (tkanina je izdelana iz poliestra, barvana z barvili in z dodanimi raznimi premazi, kot npr. premazi proti prahu, za UV-obstojnost); le-te se delijo na prosojne, polprosojne, neprosojne in popolnoma zatemnitvene. Prosojne tkanine prepuščajo dnevno svetlobo v prostor, polprosojne in neprosojne z metaliziranim nanosom odbijajo toploto in delno tudi svetlobo, zatemnitvene pa prostor zatemnijo. Kot ostala notranja senčila so plise zavese namenjene kot dopolnilo k zunanjim senčilom, saj je njihova primarna funkcija uravnavanje osvetljenosti. Sistem plise je primeren za različne tipe oken, za velika in majhna okna, strešna okna, stropna okna, okna nepravilnih oblik in zimske vrtove. [59], [60], [62], [64], [67], [68]

3.2.2.11 Tende – markize

Fasadne markize nudijo zaščito pred UV žarki in zmanjšujejo pregrevanje, ker preprečujejo vpad direktne sončne svetlobe, hkrati pa omogočajo osvetljevanje notranjih prostorov z difuzno svetlobo. Njihova oblika in s tem učinkovitost sta odvisni od geografske lokacije in orientacije okna. Markize so učinkovite pri južnih orientacijah, z dodatnim nastavljivim vertikalnim platnom pa senčijo tudi, ko so vgrajene na zahodni strani objekta (popoldansko oz. večerno sonce). Ena izmed prednosti markiz je tudi zaščita pred drugimi vremenskimi vplivi (dež), za kar pa morajo biti izpolnjeni določeni pogoji vgradnje. Izdelane so iz ALU ogrodja, preko katerega je napeto impregnirano, PVC ali screen platno, naklon markiz pa je nastavljiv od 0° do 90°. [67], [68]

4 UPORABLJENO PROGRAMSKO ORODJE ZA IZVEDBO ANALIZE

Za pridobitev potrebnih rezultatov za izvedbo analize sem uporabila dva računalniška programa.

Najprej sem uporabila program Google SketchUp 8 [7], v katerem sem izrisala izbrani prostor, nato sem izrisala oziroma modelirala geometrijske lastnosti vseh izbranih tipov senčil.

Vse izrisane variante sem nato uvozila v program VELUX Daylight Visualizer 2 [8], kjer sem določila potrebne karakteristike in na koncu pridobila rezultate izračuna količnika dnevne svetlobe in osvetljenosti na določene dni pri različnih tipih neba.

4.1 Google SketchUp 8 [7]

Google SketchUp 8 [7] je program, ki je narejen in opremljen s številnimi pripomočki za preprost izris tridimenzionalnih modelov in je prilagojen osnovnemu uporabniku.

4.2 VELUX Daylight Visualizer 2 [8]

VELUX Daylight Visualizer (DVIZ) [8] je interaktivna računalniška aplikacija za hitro in enostavno določanje dnevne osvetljenosti prostorov v stavbah.

Program omogoča izvedbo izračuna in vizualizacije dnevne osvetljenosti prostorov pri upoštevanju ortogonalne geometrije prostorov, različnih materialov notranjih površin in tipov zasteklitev.

Vnos vhodnih podatkov je mogoč s pomočjo grafičnega vmesnika ali pa z numeričnim vnosom parametrov geometrijskega modela.

Uporaba DVIZ [8] poteka skozi serijo zavihkov, ki vodijo uporabnika skozi postopek definiranja modela do končnih izhodnih grafično prikazanih rezultatov. Program vsebuje 8 zavihkov (korakov – Floor/Walls, Roof/Ceiling, Windows/Doors, Surfaces, Furniture, Location, Camera, Render), znotraj katerih uporabnik določi karakteristike specifičnih elementov modela.

Program izračuna in predstavi rezultate simulacije v obliki grafičnih izhodnih datotek, ki so lahko statične ali pa animirane. Če so zaželeni numerični rezultati, je le-te potrebno odčitati ročno iz grafičnih izhodnih datotek. [69]

5 OPIS PROSTORA ZA IZVEDBO ANALIZE

Za analizo sem si izbrala hipotetičen večji pisarniški prostor, lociran v Ljubljani. Koordinati za Ljubljano sta $46,22^\circ$ severne geografske širine in $14,48^\circ$ vzhodne geografske dolžine. Preglednica 7 podaja nekatere splošne podatke o Ljubljani, ki sem jih dobila preko SURS-a [70].

Preglednica 7: Podatki o Ljubljani

Država	Slovenija
Koordinate	$46,22^\circ$ sever, $14,48^\circ$ vzhod
Nadmorska višina	295 m
Časovni pas	CET (UTC+1)

Za Ljubljano so značilna topla poletja in hladne zime. V Ljubljani je najhladnejši mesec januar s povprečno temperaturo $-0,1^\circ\text{C}$, najtoplejši pa julij s povprečno temperaturo $20,4^\circ\text{C}$. Povprečna letna temperatura je $10,2^\circ\text{C}$. V poletnih mesecih so prisotna višja nihanja v temperaturi kot pa v zimskih mesecih. Največja dnevna nihanja v temperaturi so prisotna v juliju, ko je razlika med povprečno najvišjo in najnižjo temperaturo $11,9^\circ\text{C}$. Najmanjša dnevna nihanja v temperaturi so prisotna v decembru, ko je razlika med povprečno najvišjo in najnižjo temperaturo $5,7^\circ\text{C}$.

V letu ima Ljubljana, glede na podatke SURS-a [70], skupaj povprečno 138,1 oblačnih in 35,1 jasnih dni, iz česar lahko sklepam, da je v Ljubljani v letu povprečno 191,8 delno oblačnih dni. Za oblačno obdobje se upošteva čas, ko je več kot 80 % neba prekritega z oblaki, za jasno obdobje pa se upošteva čas, ko je manj kot 20 % neba prekritega z oblaki. Največ oblačnih dni je v decembru (19,3 dneva), najmanj pa v juliju (5,2 dneva). Največ jasnih dni je v avgustu (5,5 dneva), najmanj pa v novembru (1,3 dneva).

Na leto ima Ljubljana povprečno 1798 sončnih ur, najmanj jih je decembra (45 ur), največ pa julija (267 ur). Trajanje sončnega obsevanja se izraža v sončnih urah in se ga meri z optično pripravo – heliografom; krogelna steklena leča zbira sončne žarke v gorišču in izžge sled na registrirni trak, dnevno trajanje sončnega obsevanja je sorazmerno dolžini izžgane sledi [71].

Največ globalnega sevanja na horizontalni ravnini je v Ljubljani julija ($5425\text{ kWh/m}^2\text{dan}$), najmanj ga je decembra ($615\text{ kWh/m}^2\text{dan}$). Največ difuznega sevanja na horizontalni ravnini je junija ($3323\text{ kWh/m}^2\text{dan}$), najmanj pa decembra ($533\text{ kWh/m}^2\text{dan}$). [72]

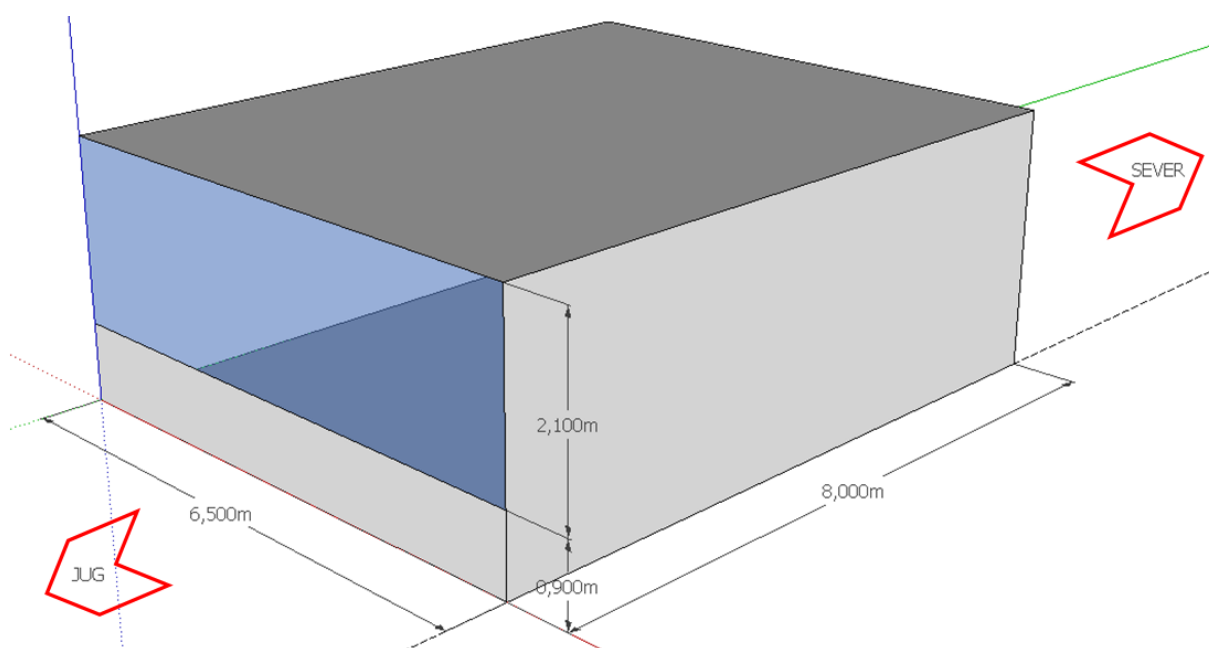
Najvišje vrednosti povprečne dnevne osvetljenosti na zunanji horizontalni ravnini v Ljubljani so dosežene julija (54136 lx), najnižje pa decembra, in sicer prav na kritični dan 21.12. je dosežena najnižja vrednost povprečne dnevne osvetljenosti (4613 lx). Najvišje vrednosti minimalne dnevne osvetljenosti na zunanji horizontalni ravnini so dosežene marca (22700 lx), najnižje pa oktobra (600 lx). Najvišje vrednosti maksimalne dnevne osvetljenosti na zunanji horizontalni ravnini pa so, tako kot pri povprečni dnevni osvetljenosti, dosežene julija (99500 lx), najnižje pa decembra (7900 lx). [73]

5.1 Dimenzije prostora

Na sliki 13 je prikazan definiran testni prostor pravokotne oblike, širine 6,5 m in globine 8 m, kar v skupni tlorisni izmeri znaša 52 m². Pri določanju tlorisne površine prostora sem si pomagala z diplomsko nalogo J. Lovšina [33], ki je prav tako preverjal osvetljenost pisarniškega prostora, z razliko, da je analiziral vpliv površine, oblike in pozicije zasteklitve na osvetljenost prostora. Izbrane tlorisne dimenzije prostora so v skladu z zahtevami 64. in 65. člena Pravilnika o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih [24].

Za svetlo etažno višino prostora sem izbrala 3 m, kar ustreza zahtevam Pravilnika o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih [24], ki v 1. odstavku 66. člena zahteva, da mora delodajalec zagotoviti, da svetla višina delovnega prostora znaša vsaj 2,75 m, če je osnovna površina prostora večja od 50 m².

Prostor je orientiran južno, kar pomeni, da je na južni stranici prostora nameščena zasteklitve, in sicer le-ta meri v širino 6,5 m in v višino 2,1 m (višina parapeta je 0,9 m). Skupna površina zasteklitve znaša 13,65 m², kar je v skladu z zahtevami Pravilnika o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih [24], ki v 29. členu pravi, da mora velikost površin za osvetljevanje delovnih mest z naravno svetlobo v posameznem delovnem prostoru znašati najmanj 1/8 talne površine prostora. Izbrane dimenzije okna in višina parapeta so prav tako v skladu z ostalimi zahtevami 29. člena tega pravilnika [24].



Slika 13: Model testnega prostora z označenimi osnovnimi dimenzijami

5.2 Lastnosti notranjih površin prostora

Pri določanju odbojnosti materialov sem upoštevala priporočila iz standarda SIST EN 12464-1:2011 [26], ki določajo priporočene vrednosti refleksijskih koeficientov za glavne površine interjerja (točka 4.2 Distribucija osvetljenosti); te vrednosti so prikazane na sliki 14.



Slika 14: Priporočene vrednosti refleksijskih koeficientov površin

Vrednosti refleksivnosti materialov notranjih površin prostora, ki sem jih uporabila v nadaljevanju, so prikazane v preglednici 8.

Preglednica 8: V izračunih uporabljene vrednosti refleksivnosti materialov [8]

Element	Refleksivnost
Tla	0,4
Strop	0,8
Stene	0,7

Za svetlobno odprtino sem uporabila dvojno zasteklitev z 68 % transmisivnostjo dnevne svetlobe. Pri izbiri tipa zasteklitve sem upoštevala predpostavko, da so okna čista.

6 IZBOR SENČIL ZA IZVEDBO ANALIZE

6.1 Izbor fiksnih senčil za izvedbo analize

V preglednici 9 so z zeleno barvo oziroma s kljukico označena fiksna senčila, za katera sem se odločila opraviti analizo njihovega vpliva na osvetljenost izbranega prostora. Z rdečo barvo oziroma s križcem so označena fiksna senčila, za katera sem se odločila, da ne bom preverila njihovega vpliva.

Preglednica 9: Izbor fiksnih senčil za analizo

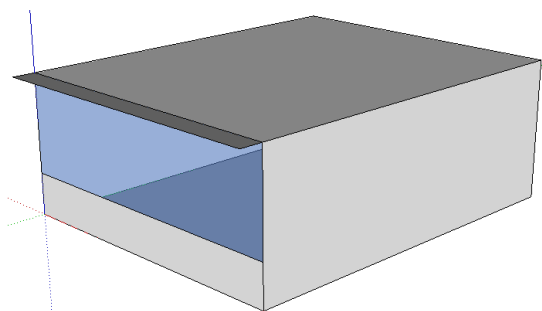
Fiksna senčila	Analiza
Horizontalni izzidki	✓
Vertikalni izzidki	✓
Svetlobna polica	✓
Brisoleji	✓
Prizmatični bloki	✗
Zasteklitev	✗

V nadaljnjih podpoglavjih je za vsak tip senčila podana razlaga izbire, zakaj sem se oziroma se nisem odločila za izvedbo analize. Za vsak tip izbranih senčil so opisane njegove reflektivne oziroma odbojne lastnosti in geometrične lastnosti. Prav tako pa so v nadaljevanju pri vsakem tipu predstavljeni robni pogoji ter parametri, ki sem se jih odločila preverjati oziroma spreminjati in s tem število variant, izvedenih pri posameznem tipu senčila.

6.1.1 Izzidki – razlaga izbora

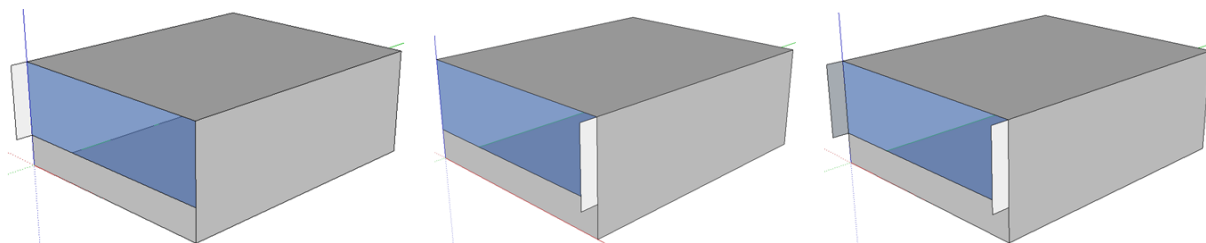
Na podlagi študije Carmody-a in Haglund-a [41] sem se odločila preveriti vpliv različnih izzidkov, vertikalnih in horizontalnih in tudi kombinacije obojih.

Kot izhodiščni model sem izbrala horizontalni izzidek, ki poteka čez celotno južno stranico prostora, nad oknom in je torej dolžine 6,5 m ter izhodiščne širine 0,5 m - kot prikazuje slika 15.



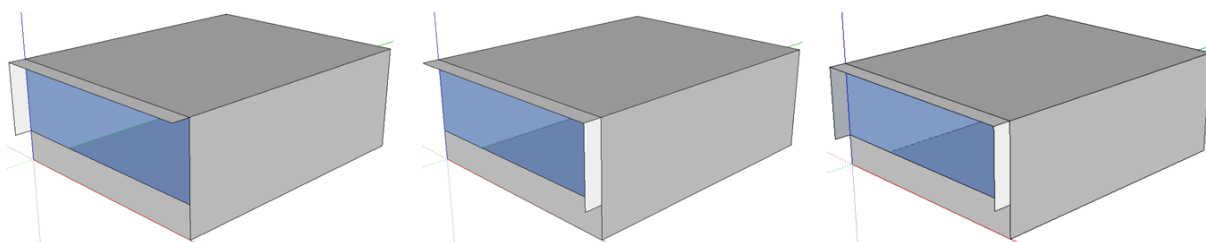
Slika 15: Izhodiščni model horizontalnega izzidka

Slika 16 prikazuje izhodiščne modele vertikalnih izzidkov. Vertikalni izzidki so pozicionirani na levi oziroma desni strani okna in potekajo vzdolž celotne višine okna, 2,1 m, in so začetne širine 0,5 m.



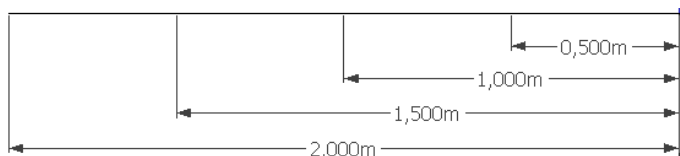
Slika 16: Izhodiščni modeli vertikalnih izzidkov

Slika 17 prikazuje izhodiščne modele kombinacije vertikalnih in horizontalnih izzidkov. Povsem levo je prikazan model kombinacije levega vertikalnega izzidka in horizontalnega izzidka, na sredini je prikaz desnega vertikalnega izzidka in horizontalnega izzidka, na desni strani pa je prikaz modela s kombinacijo levega, desnega vertikalnega in horizontalnega izzidka.



Slika 17: Izhodiščni modeli kombinacije izzidkov

Odločila sem se preveriti 4 različne širine izzidkov, začela sem z izhodiščnimi »plitvimi« izzidki, širine 0,5 m, nato sem izzidek širila s korakom po 0,5 m, do bolj »globokih« izzidkov, končne širine 2 m, kot je prikazano na sliki 18. Te širine sem preverjala pri vseh izzidkih, horizontalnih, vertikalnih (postavitve levo, desno, hkrati levo in desno) in kombinaciji prej naštetih horizontalnih in vertikalnih.



Slika 18: Analizirane širine izzidkov

V preglednici 10 so podane vse variante, ki sem jih analizirala pri izzidkih. Pri horizontalnih izzidkih sem izvedla 4 variante, pri vertikalnih 12 variant, prav toliko variant, 12, pa sem izvedla tudi pri kombinaciji izzidkov. Pri izzidkih sem torej naredila 28 simulacij. Zaradi boljše preglednosti sem se odločila za določeni sistem označevanja variant. Horizontalni izzidki so označeni z okrajšavo »HI«,

vertikalni z »VI«, »L« oziroma »D« označuje levo oziroma desno pozicijo vertikalnega izzidka, »LD« pa kombinacijo levega in desnega vertikalnega izzidka. Poleg okrajšav so dopisane širine teh izzidkov, tako je npr. »HI VI LD 2,0m« oznaka za varianto, kjer sem analizirala vpliv horizontalnega izzidka in levega ter desnega vertikalnega izzidka širine 2,0 m.

Preglednica 10: Analizirane variante izzidkov

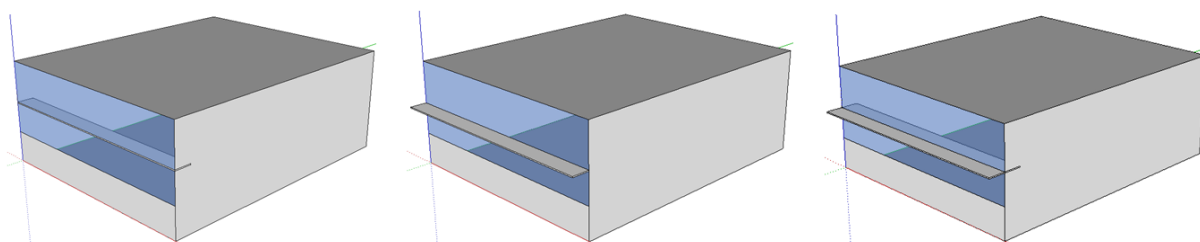
Širina	Horizontalni izzidki	Vertikalni izzidki			Kombinacija izzidkov		
		Levo	Desno	Levo, desno	Horizontalni izzidki		
					Vertikalni izzidki		
					Levo	Desno	Levo, desno
0,5 m	HI 0,5m	VI L 0,5m	VI D 0,5m	VI LD 0,5m	HI VI L 0,5m	HI VI D 0,5m	HI VI LD 0,5m
1,0 m	HI 1,0m	VI L 1,0m	VI D 1,0m	VI LD 1,0m	HI VI L 1,0m	HI VI D 1,0m	HI VI LD 1,0m
1,5 m	HI 1,5m	VI L 1,5m	VI D 1,5m	VI LD 1,5m	HI VI L 1,5m	HI VI D 1,5m	HI VI LD 1,5m
2,0 m	HI 2,0m	VI L 2,0m	VI D 2,0m	VI LD 2,0m	HI VI L 2,0m	HI VI D 2,0m	HI VI LD 2,0m

Pri določanju parametrov v DVIZ [8] sem se poskušala čim bolj približati vrednostim, ki jih imajo dejanski materiali. Tako sem za izzidke izbrala lastnosti fasadne barve, ki je definirana v programu DVIZ [8], in sicer sem se odločila za belo fasadno barvo z refleksijskim koeficientom vrednosti 0,81.

6.1.2 Svetlobna polica – razlaga izbora

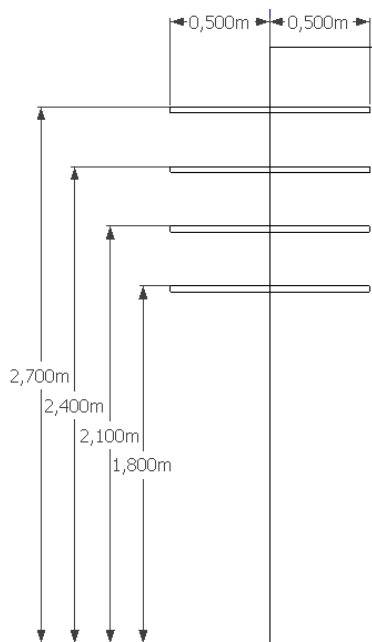
Na podlagi študije Joarder [74] sem se odločila preveriti, kakšen vpliv ima različno pozicioniranje svetlobne police na osvetljenost prostora. S pomočjo te študije [74] sem tudi določila parametre, ki so bili potrebni za pridobitev rezultatov v DVIZ [8] in so predstavljeni v nadaljevanju.

Svetlobna polica poteka čez celotno dolžino okna in je dolžine 6,5 m in širine 0,5 m, kar predstavlja še priporočeno vrednost [74], debela pa je 3 cm. Odločila sem se analizirati vpliv notranje in zunanje svetlobne police. Prav tako pa sem analizirala tudi kombinacijo notranjo-zunanje svetlobne police, ki se navzven in navznoter razteza za 0,5 m, kot je prikazano na sliki 19.



Slika 19: Izhodiščni modeli svetlobnih polic

Vpliv svetlobne police na osvetljenost prostora z dnevno svetlobo sem preverjala na 4 različnih višinah, in sicer 1,8 m, 2,1 m, 2,4 m in 2,7 m, kot prikazuje slika 20.



Slika 20: Analizirane višine svetlobne police

V preglednici 11 so podane vse variante, ki sem jih analizirala pri svetlobnih policah. Vpliv notranje, zunanje in notranje-zunanje svetlobne police sem, kot je bilo opisano, analizirala na 4 višinah, kar skupno predstavlja 12 variant. Zaradi boljše preglednosti sem se odločila za določeni sistem označevanja variant. »SP« je oznaka za svetlobno polico, »N« oziroma »Z« označuje notranjo oziroma zunanjo pozicijo svetlobne police, »ZN« pa kombinacijo obeh svetlobnih polic. Poleg okrajšav so dopisane višine, na katerih so pozicionirane svetlobne police, tako je npr. »SP ZN 2,7m« oznaka za varianto, kjer sem analizirala vpliv zunanje-notranje svetlobne police na višini 2,7 m.

Preglednica 11: Analizirane variante svetlobnih polic

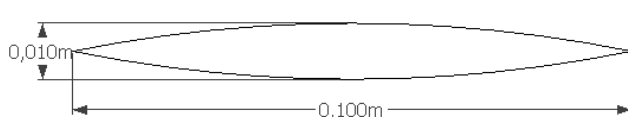
Višina	Notranja svetlobna polica	Zunanja svetlobna polica	Zunanja in notranja svetlobna polica
1,8 m	SP N 1,8m	SP Z 1,8m	SP ZN 1,8m
2,1 m	SP N 2,1m	SP Z 2,1m	SP ZN 2,1m
2,4 m	SP N 2,4m	SP Z 2,4m	SP ZN 2,4m
2,7 m	SP N 2,7m	SP Z 2,7m	SP ZN 2,7m

Pri določanju lastnosti materiala sem se poskušala čim bolj približati vrednostim, ki jih imajo dejanski materiali, iz katerih so izdelane svetlobne police. Pri določanju parametrov v DVIZ [8] sem si za svetlobno polico pomagala s podatki, pridobljenimi iz študij [74] o svetlobnih policah, določila sem refleksijski koeficient vrednosti 0,96.

6.1.3 Brisoleji – razlaga izbora

Kot je že bilo opisano v poglavju 3.2.1.4 je možnih več tipov brisolejev, in sicer: horizontalni brisoleji v vertikalni ravnini, vertikalni brisoleji v vertikalni ravnini in horizontalni brisoleji v horizontalni ravnini. Zaradi boljše preglednosti in razlikovanja sem v nadaljevanju horizontalne brisoleje v vertikalni ravnini poimenovala brisoleji s horizontalnimi lamelami, vertikalne brisoleje v vertikalni ravnini brisoleje z vertikalnimi lamelami, horizontalni brisoleji v horizontalni ravnini pa so v nadaljevanju poimenovani kot nadstrešek z lamelami.

S pomočjo podatkov različnih proizvajalcev sem v programu Google SketchUp [7] naredila osnovni model lamele (le-te so največkrat elipsoidne oblike), kot prikazuje slika 21. Osnovni model lamele je širine 10 cm, ostale dimenzije lamel, ki so uporabljene v nadaljevanju, sem povečevala proporcionalno.



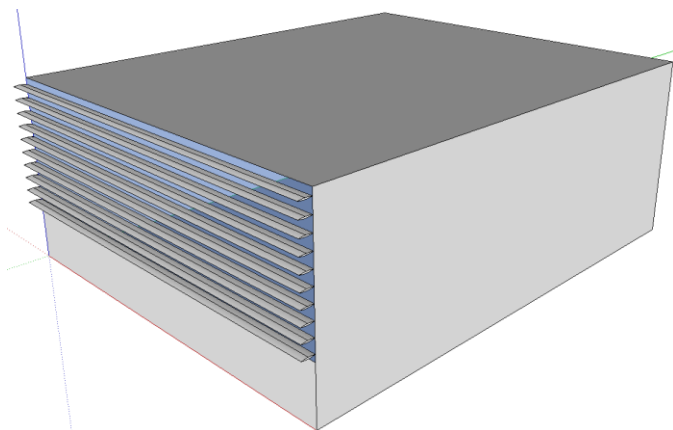
Slika 21: Model lamele

Za vse tri tipe brisolejev sem v programu DVIZ [8] upoštevala enako vrednost refleksivnosti materiala. Pri določanju te vrednosti sem se poskušala čim bolj približati vrednostim, ki jih imajo dejanski materiali. Lamelle brisolejev so dandanes največkrat izdelane iz aluminija, zato sem za refleksijski koeficient izbrala vrednost 0,63.

6.1.3.1 Brisoleji s horizontalnimi lamelami

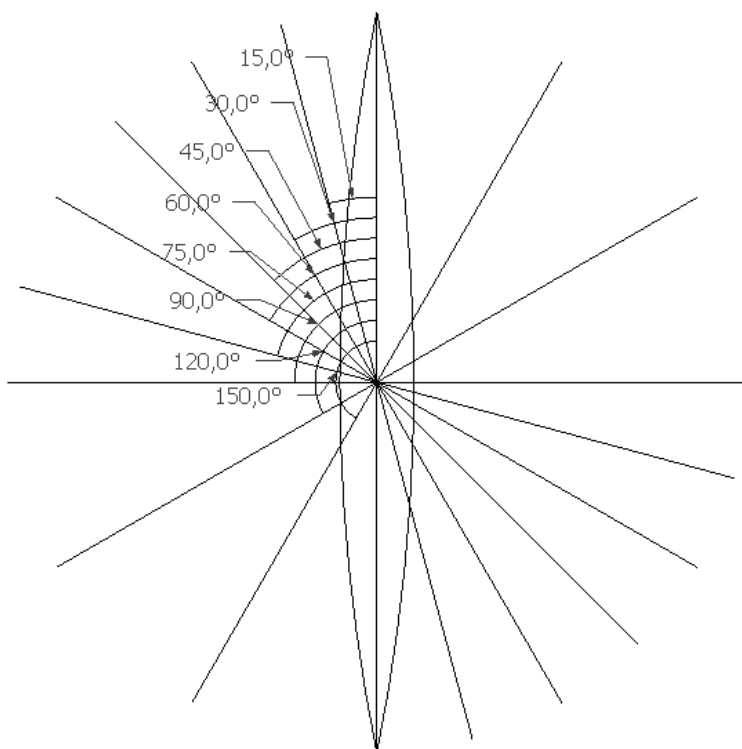
Kot je bilo opisano v poglavju 3.2.1.4, so lahko lamelle brisolejev različnih širin in različnega razmika med posameznimi lamelami. Na podlagi tega sem se odločila, da bom pri tem tipu brisolejev preverila vpliv različnih širin in stopnje zaprtosti oziroma odprtosti (kota) lamel.

Izbrala sem 4 poljubne širine lamel, in sicer 10 cm, 15 cm, 21 cm in 30 cm. Ker imajo brisoleji s horizontalnimi lamelami lamelle postavljene v vertikalni ravnini, sem pri širini lamel 10 cm po celotni višini okna razporedila 21 lamel, pri širini 15 cm 14 lamel, pri širini lamele 21 cm je po celotni višini okna razporejenih 10 lamel (slika 22), pri lamelah širine 30 cm pa je po celotni višini okna razporejenih le 7 lamel.



Slika 22: Model brisolejev s horizontalnimi lamelami

Odločila sem se preveriti, kako na osvetljenost prostora vplivajo različne stopnje zaprtosti oziroma odprtosti brisolejev; zato sem za vse izbrane širine preverila različne kote lamel. Začela sem s kotom 15° , ki sem ga postopno povečevala za 15° do kota 90° , nato sem dodala še 30° , da sem preverila osvetljenost prostora pri zaprtih lamelah pod kotom 120° in 150° , kot prikazuje slika 23.



Slika 23: Stopnje odprtosti/zaprtosti brisolejev s horizontalnimi lamelami

Na zgoraj opisani način sem pri tem tipu senčil izvedla 32 variant, ki so podane v preglednici 12. Zaradi boljše preglednosti sem se odločila za določeni sistem označevanja variant. S »HL« sem označila brisoleje s horizontalnimi lamelami, poleg okrajšave je nato dopisana širina lamel in nato kot

lamel, tako je npr. »HL 30cm 150°« oznaka za varianto, kjer sem analizirala vpliv brisolejev s horizontalnimi lamelami, ki so širine 30 cm in nagnjene pod kotom 150°.

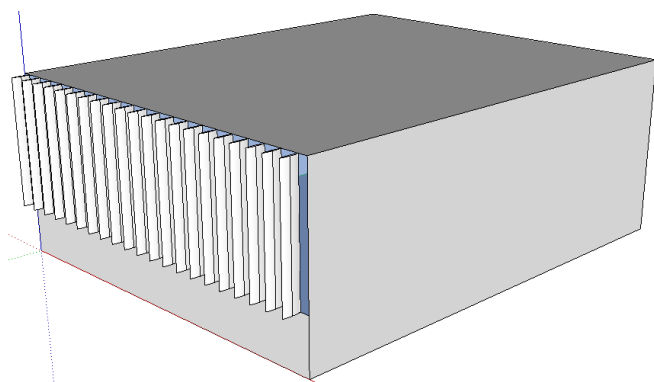
Preglednica 12: Analizirane variante brisolejev s horizontalnimi lamelami

Širina lamel	Brisoleji s horizontalnimi lamelami							
	Kot lamel							
	15°	30°	45°	60°	75°	90°	120°	150°
10 cm	HL 10cm 15°	HL 10cm 30°	HL 10cm 45°	HL 10cm 60°	HL 10cm 75°	HL 10cm 90°	HL 10cm 120°	HL 10cm 150°
15 cm	HL 15cm 15°	HL 15cm 30°	HL 15cm 45°	HL 15cm 60°	HL 15cm 75°	HL 15cm 90°	HL 15cm 120°	HL 15cm 150°
21 cm	HL 21cm 15°	HL 21cm 30°	HL 21cm 45°	HL 21cm 60°	HL 21cm 75°	HL 21cm 90°	HL 21cm 120°	HL 21cm 150°
30 cm	HL 30cm 15°	HL 30cm 30°	HL 30cm 45°	HL 30cm 60°	HL 30cm 75°	HL 30cm 90°	HL 30cm 120°	HL 30cm 150°

6.1.3.2 Brisoleji z vertikalnimi lamelami

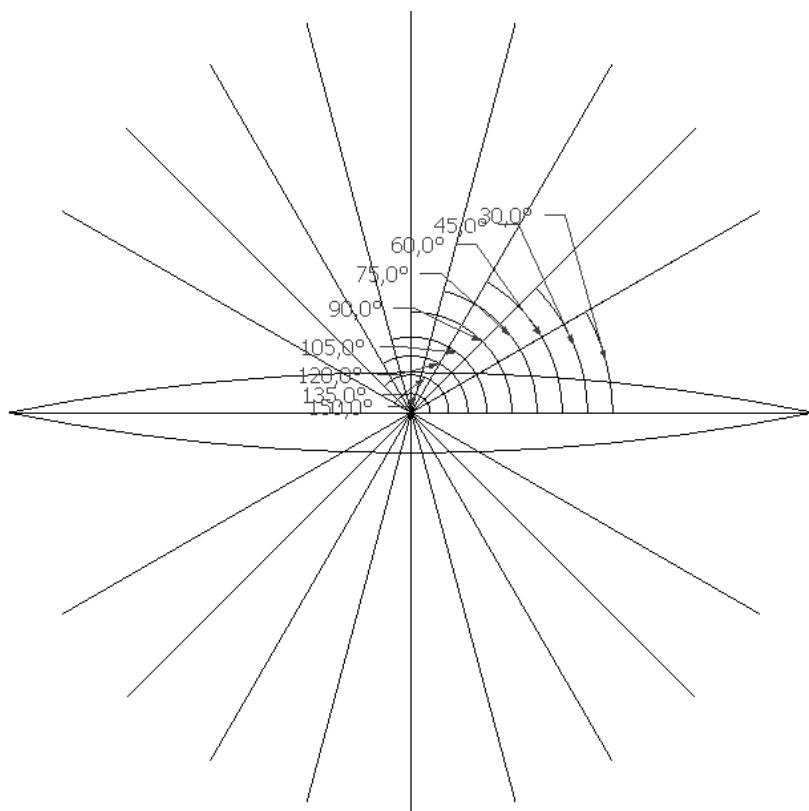
Kot je bilo opisano v poglavju 3.2.1.4, so lahko lamele brisolejev različnih širin in različnega razmika med posameznimi lamelami. Na podlagi tega sem se odločila, da bom tudi pri brisolejih z vertikalnimi lamelami preverila vpliv različnih širin in različnih kotov lamel.

Izbrala sem 4 poljubne širine lamel, in sicer 10 cm, 21 cm, 31 cm in 50 cm. Ker imajo brisoleji z vertikalnimi lamelami lamele postavljene v vertikalni ravnini, sem pri širini lamel 10 cm razporedila 65 lamel po celotni dolžini okna, pri širini lamel 21 cm sem razporedila 31 lamel, pri širini lamele 31 cm je po celotni dolžini okna razporejenih 21 lamel (slika 24), pri lamelah širine 50 cm pa je po celotni dolžini okna razporejenih 13 lamel.



Slika 24: Model brisolejev z vertikalnimi lamelami

Odločila sem se preveriti, kako na osvetljenost prostora vpliva kot lamel; zato sem za vse izbrane širine preverila različne kote lamel. Kot prikazuje slika 25 (pogled od zgoraj), sem začela s kotom 30°, ki sem ga postopno povečevala za 15° do kota 90° in nato simetrično do kota 150°.



Slika 25: Stopnje odprtosti/zaprтости brisolejev z vertikalnimi lamelami

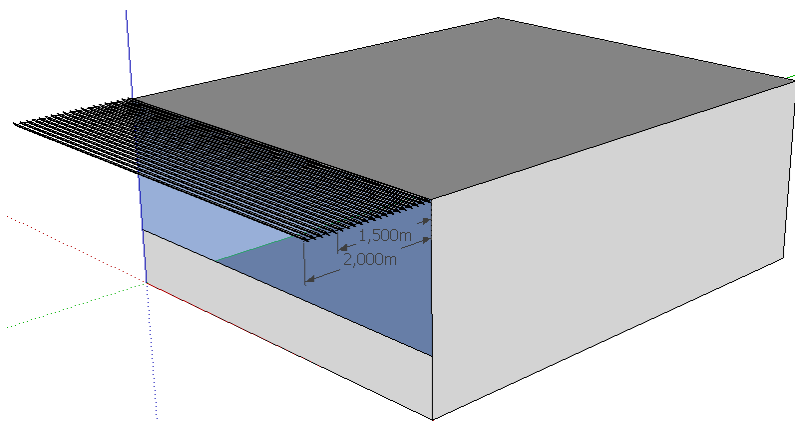
Na zgoraj opisani način sem pri tem tipu senčil izvedla 36 variant, ki so podane v preglednici 13. Zaradi boljše preglednosti sem se odločila za določeni sistem označevanja variant. Z »VL« sem označila brisoleje z vertikalnimi lamelami, poleg okrajšave je nato dopisana širina lamel in nato kot lamel, tako je npr. »VL 50cm 150°« oznaka za varianto, kjer sem analizirala vpliv brisolejev z vertikalnimi lamelami, ki so širine 50 cm in nagnjene pod kotom 150°.

Preglednica 13: Analizirane variante brisolejev z vertikalnimi lamelami

Širina lamel	Brisoleji z vertikalnimi lamelami								
	Kot lamel								
	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°
10 cm	VL 10cm 30°	VL 10cm 45°	VL 10cm 60°	VL 10cm 75°	VL 10cm 90°	VL 10cm 105°	VL 10cm 120°	VL 10cm 135°	VL 10cm 150°
21 cm	VL 21cm 30°	VL 21cm 45°	VL 21cm 60°	VL 21cm 75°	VL 21cm 90°	VL 21cm 105°	VL 21cm 120°	VL 21cm 135°	VL 21cm 150°
31 cm	VL 31cm 30°	VL 31cm 45°	VL 31cm 60°	VL 31cm 75°	VL 31cm 90°	VL 31cm 105°	VL 31cm 120°	VL 31cm 135°	VL 31cm 150°
50 cm	VL 50cm 30°	VL 50cm 45°	VL 50cm 60°	VL 50cm 75°	VL 50cm 90°	VL 50cm 105°	VL 50cm 120°	VL 50cm 135°	VL 50cm 150°

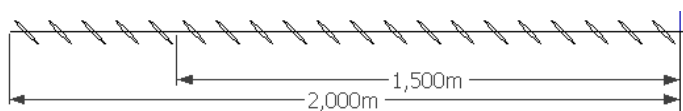
6.1.3.3 Nadstrešek z lamelami

Glede na rezultate, ki sem jih dobila pri analizi horizontalnih izzidkov, sem se odločila analizirati tudi vpliv nadstreška z lamelami, in sicer dve širini, 1,5 m in 2 m (slika 26).



Slika 26: Model nadstreška z lamelami

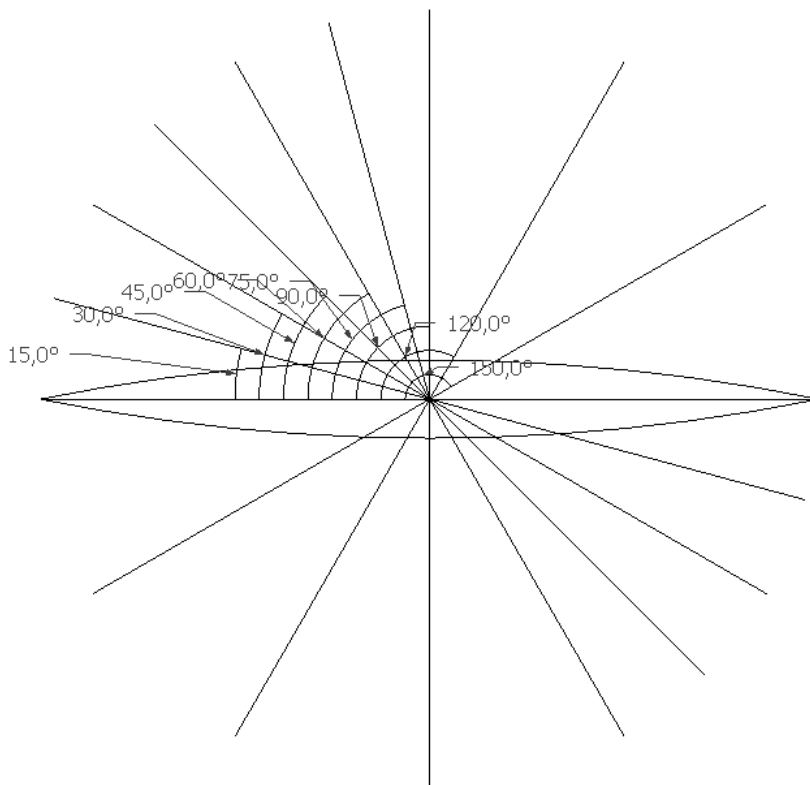
Glede na širino nastreška sem se odločila za lamele brisolejev širine 10 cm. Pri nadstrešku širine 1,5 m je v horizontalni smeri tako razporejenih 15 lamel, pri nadstrešku širine 2 m pa je po celotni dolžini razporejenih 20 lamel, kot prikazuje slika 27.



Slika 27: Analizirani širini nadstreška z lamelami

Podobno kot pri brisolejih s horizontalnimi lamelami sem se tudi pri tem tipu odločila preveriti različne kote nagnjenosti lamel, kot prikazuje slika 28 (pogled z desne strani). Začela sem s kotom 15° , ki sem ga postopno povečevala za 15° do kota 90° , nato sem dodala še 30° , da sem preverila osvetljenost prostora pri zaprtih lamelah pod kotom 120° in 150° .

Na zgoraj opisani način sem pri tem tipu skupno izvedla 16 variant, ki so podane v preglednici 14. Zaradi boljše preglednosti sem se odločila za določeni sistem označevanja variant. Z »N« sem označila nadstrešek, nato je dopisana širina nadstreška, »L« označuje lamele, nato je napisan še kot teh lamel, tako je npr. »N 2,0m L 150° « oznaka za varianto, kjer sem analizirala vpliv nadstreška širine 2,0 m z lamelami pod kotom 150° .



Slika 28: Stopnje odprtosti/zaprтости lamel nadstreška

Preglednica 14: Analizirane variante nadstreška z lamelami

Širina nadstreška	Nadstrešek z lamelami							
	Kot lamel							
	15°	30°	45°	60°	75°	90°	120°	150°
1,5 m	N 1,5m L 15°	N 1,5m L 30°	N 1,5m L 45°	N 1,5m L 60°	N 1,5m L 75°	N 1,5m L 90°	N 1,5m L 120°	N 1,5m L 150°
2,0 m	N 2,0m L 15°	N 2,0m L 30°	N 2,0m L 45°	N 2,0m L 60°	N 2,0m L 75°	N 2,0m L 90°	N 2,0m L 120°	N 2,0m L 150°

6.1.4 Prizmatični bloki – razlaga izbora

Za analiziranje vpliva prizmatičnih blokov na osvetljenost prostora se nisem odločila zaradi težavnosti izdelave modela prizmatičnih blokov oziroma zaradi omejitve uporabljenega simulacijskega orodja.

6.1.5 Zasteklitev – razlaga izbora

Za analiziranje vpliva zasteklitve kot senčila se nisem odločila zaradi omejitve izbora in ker zasteklitev sama ni primarno namenjena senčenju, ampak lahko zaradi različnih dodatkov vpliva na prepustnost svetlobe in s tem deluje kot senčilo.

6.2 Izbor premičnih senčil za izvedbo analize

V preglednici 15 so z zeleno barvo oziroma s kljukico označena premična senčila za katera sem se odločila opraviti analizo njihovega vpliva na osvetljenost izbranega prostora. Z rdečo barvo oziroma s križcem so označena premična senčila za katera sem se odločila, da ne bom preverila njihovega vpliva na osvetljenost prostora.

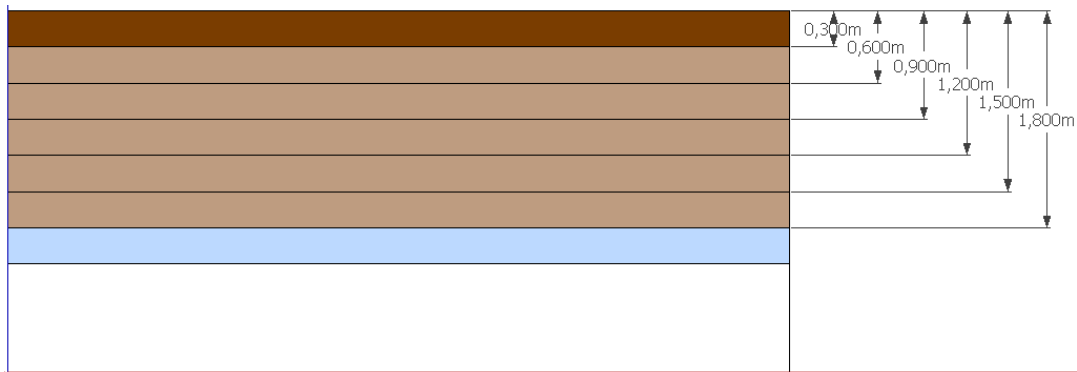
Preglednica 15: Izbor premičnih senčil za analizo

Premična senčila	Analiza
Rolete	✓
Žaluzije	✓
Sonro	✓
Combi roletni plašč	✗
Polkna	✗
Screen senčila	✗
Notranji roloji	✗
Lamelne zavese	✗
Panelne zavese	✗
Plise zavese	✗
Tende - markize	✗

V naslednjih podpoglavjih je za vsak tip senčila podana razlaga izbire, zakaj sem se oziroma se nisem odločila za izvedbo analize določenega tipa senčila. Za vsak tip izbranih senčil so opisane njegove reflektivne oziroma odbojne in tudi geometrične lastnosti. Prav tako pa so v nadaljevanju pri vsakem tipu predstavljeni robni pogoji ter parametri, ki sem jih spreminjala in s tem število variant, izvedenih pri posamezni vrsti senčila.

6.2.1 Rolete – razlaga izbora

Odločila sem se preveriti, kako rolete vplivajo na osvetljenost prostora. Le-te sem spuščala za določeno dolžino oziroma odstotek, in sicer sem se odločila za postopno spuščanje rolet za 30 cm oziroma za 14,3 %. Kot je prikazano na sliki 29 (pogled od spredaj), sem osvetljenost prostora preverjala pri roletah, spuščeni za 0,3 m (14,3 %), 0,6m (28,6 %), 0,9 m (42,9 %), 1,2 m (57,1 %), 1,5 m (71,4 %) in 1,8 m (85,7 %).



Slika 29: Stopnje spuščanja rolet

Pri roletah sem na zgoraj opisani način analizirala skupno 6 variant, ki so podane v preglednici 16. Zaradi boljše preglednosti sem se odločila za določeni sistem označevanja variant, in sicer je »R« oznaka za roletu, številka poleg označuje, do katere dolžine je le-ta spuščena, tako je npr. »R 1,8m« oznaka za varianto, kjer sem analizirala vpliv rolete, spuščene za 1,8 m.

Preglednica 16: Analizirane variante rolet

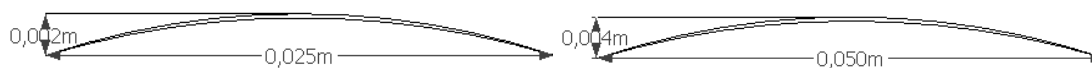
Spuščenost	Rolete
0,3 m	R 0,3m
0,6 m	R 0,6m
0,9 m	R 0,9m
1,2 m	R 1,2m
1,5 m	R 1,5m
1,8 m	R 1,8m

Pri določanju parametrov za rolete sem se poskušala čim bolj približati vrednostim, ki jih imajo dejanski materiali. Pri roletah sem v programu DVIZ [8] izbrala belo plastično polmat barvo, ki jo ima program že definirano in katere refleksijski koeficient je vrednosti 0,84.

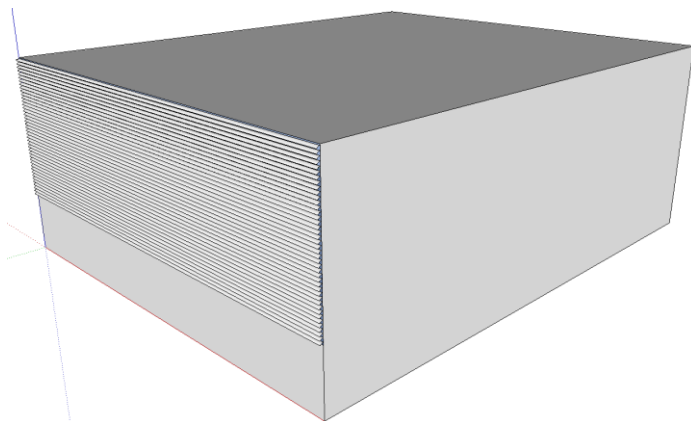
6.2.2 Žaluzije – razlaga izbora

Odločila sem se, da bom pri žaluzijah podobno kot pri brisolejih, katerih osnovni element je prav tako lamela, preverila vpliv različnih širin in stopnje zaprtosti oziroma odprtosti (kota) lamel.

Kot je bilo opisano v poglavju 3.2.2.2, so lahko lamele žaluzij različno profilirane. Izbrala sem 2 različni širini lamel, in sicer 2,5 cm ter 5 cm (debeline 1 mm in 1,5 mm); modela lamele obeh dimenzij sta prikazana na sliki 30 in sem ju določila s pomočjo podatkov različnih proizvajalcev. Slika 31 prikazuje model prostora z žaluzijami širine 5 cm.

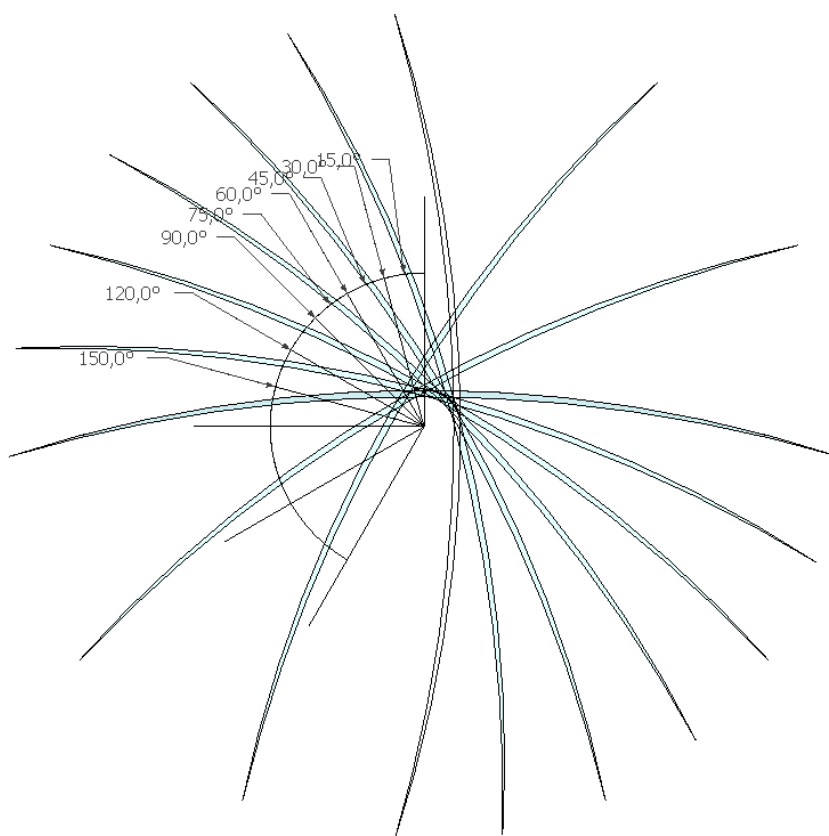


Slika 30: Model lamele žaluzij



Slika 31: Model žaluzij

Odločila sem se preveriti, kako na osvetljenost prostora vplivajo različne stopnje odprtosti oziroma zaprtosti lamel; zato sem za obe izbrani širini preverila različne kote lamel. Izbrala sem kote kot pri brisolejih z vertikalnimi lamelami, in sicer sem začela s kotom 15° , kot prikazuje slika 32 (pogled z desne smeri), ki sem ga nato postopno povečevala za 15° do kota 90° , nato sem dodala še 30° , da sem preverila osvetljenost prostora pri zaprtih lamelah pod kotom 120° in 150° .



Slika 32: Stopnje odprtosti/zaprtosti lamel žaluzij

Na zgoraj opisani način sem pri žaluzijah skupno izvedla 16 variant, ki so podane v preglednici 17. Zaradi boljše preglednosti sem se tudi pri žaluzijah odločila za podoben sistem označevanja variant kot pri ostalih tipih senčil, in sicer »Ž« označuje žaluzije, nato je napisna širina in kot lamel; tako je npr. »Ž 5cm 150°« oznaka za varianto, kjer sem analizirala vpliv žaluzij, katerih lamele so širine 5 cm in nagnjene pod kotom 150°.

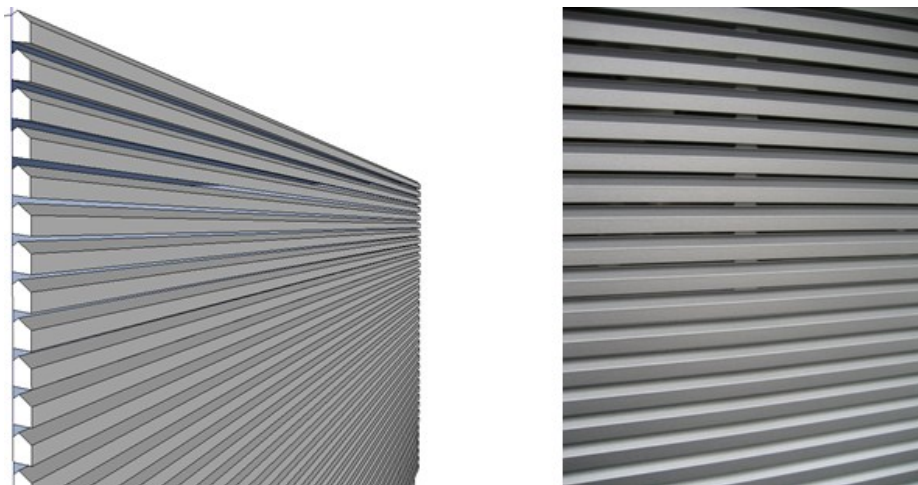
Preglednica 17: Analizirane variante žaluzij

Širina lamel	Žaluzije							
	Kot lamel							
	15°	30°	45°	60°	75°	90°	120°	150°
2,5 cm	Ž 2,5cm 15°	Ž 2,5cm 30°	Ž 2,5cm 45°	Ž 2,5cm 60°	Ž 2,5cm 75°	Ž 2,5cm 90°	Ž 2,5cm 120°	Ž 2,5cm 150°
5,0 cm	Ž 5cm 15°	Ž 5cm 30°	Ž 5cm 45°	Ž 5cm 60°	Ž 5cm 75°	Ž 5cm 90°	Ž 5cm 120°	Ž 5cm 150°

V programu DVIZ [8] sem za lamele žaluzij upoštevala enako vrednost reflektivnosti materiala kot pri lamelah brisolejev, vrednost refleksijskega koeficienta je 0,63.

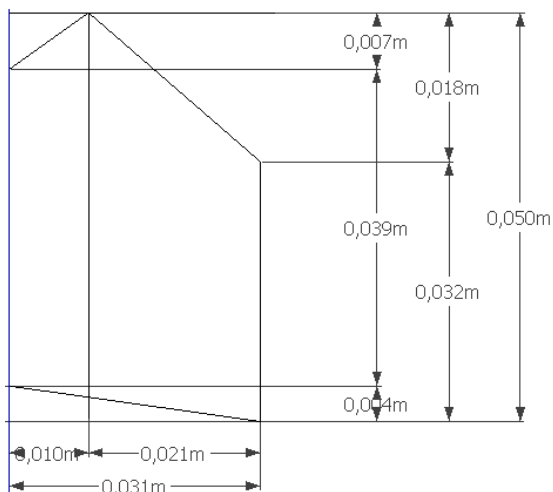
6.2.3 Sonro – razlaga izbora

Zaradi posebne oblike lamel sem se odločila preveriti vpliv senčila sonro na osvetljenost prostora. Z modeliranjem sem se poskušala čim bolj približati dejanskemu stanju. Na sliki 33 je prikazana primerjava med modelom senčila v programu in dejanskim modelom proizvajalca teh senčil.



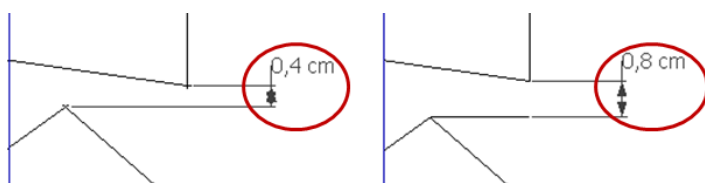
Slika 33: Model senčila sonro (levo) in realno senčilo [75] (desno)

Z modeliranjem te oblike lamel sem si pomagala s podatki proizvajalca [63]. Slika 33 prikazuje poenostavljen model lamele sonroja, izrisan v programu Google SketchUp [7], s pripadajočimi dimenzijami.



Slika 34: Model lamele senčila sonro

Ko je model senčila sonro popolnoma odprt, je reža med sosednjima lamelama velika 0,8 cm. Osvetljenost prostora sem analizirala tudi pri pol zaprtrem senčilu, in sicer je reža med sosednjima lamelama v tem primeru velikosti 0,4 cm. Na sliki 35 je z rdečim krogcem označena dimenzija, ki sem jo spreminjala za analiziranje vpliva tega tipa senčila.



Slika 35: Velikost reže med sosednjima lamelama – 0,4 cm (levo) in 0,8 cm (desno)

V preglednici 18 sta podani zgoraj opisani varianti tega tipa senčila. S »S 0,4 cm« je označena varianta sonroja, kjer je reža med lamelami velikosti 0,4 cm, s »S 0,8 cm« pa je označena varianta, pri kateri je reža med sosednjima lamelama sonroja velikosti 0,8 cm.

Preglednica 18: Analizirane variante sonroja

Odprtost /zaprtost	Sonro
Pol zaprt - 0,4 cm	S 0,4cm
Odprt - 0,8 cm	S 0,8cm

V programu DVIZ [8] sem za lamele sonroja upoštevala enako vrednost reflektivnosti materiala kot pri lamelah brisolejev in žaluzij, saj je sonro prav tako izdelan iz aluminija, uporabljen refleksijski koeficient je torej 0,63. Takšno vrednost sem izbrala tudi iz razloga lažje primerjave rezultatov vseh tipov senčil z lamelami v nadaljevanju.

6.2.4 Combi roletni plašč – razlaga izbora

Za analiziranje vpliva combi roletnega plašča na osvetljenost prostora se nisem odločila zaradi omejitve obsega izbora in ker je ta plašč kombinacija rolete in žaluzij, ta dva tipa senčil pa sem analizirala ločeno.

6.2.5 Polkna – razlaga izbora

Za analiziranje vpliva polken na osvetljenost prostora se nisem odločila zaradi omejitve obsega izbora. V primeru polnih polken le-ta ne prepuščajo svetlobe in analiza ni smiselna, v primeru polken z lamelami pa je analiza podobna analizi vpliva žaluzij oziroma brisolejev.

6.2.6 Screen senčila, notranji roloji, lamelne zavese, panelne zavese, plise zavese, tende - markize – razlaga izbora

Za analiziranje vpliva screen senčil, notranjih rolojev, lamelnih, panelnih, plise zaves ter markiz na osvetljenost prostora se nisem odločila zaradi težavnosti modeliranja difuziranja svetlobe. Ker takšna senčila zaradi lastnosti materiala difuzirajo (razpršijo svetlobo), bi bilo za relevantne rezultate to potrebno simulirati. Žal pa uporabljeni program ne omogoča simuliranja difuzirajočih transparentnih materialov. V primeru povsem zatemnitvenih platen se za analizo nisem odločila zaradi omejitve obsega izbora in ker bi bile analize podobne rezultatom pri roletah.

7 ANALIZA VPLIVA SENČIL NA OSVETLJENOST PROSTORA

7.1 Metoda analize dnevne osvetljenosti prostora

Odločila sem se, da bom na podlagi študije [76] izbrani prostor analizirala na dan 21.3. (21.9.), na dan 21.6. in na dan 21.12. Za vsak izbran dan sem dnevno osvetljenost izračunala ob 12:00 uri (ob tej uri sonce doseže maksimalno elevacijo ter teoretično največjo intenzivnost) za tri različne tipe neba, in sicer CIE jasno nebo, CIE delno oblačno nebo in CIE standardno oblačno nebo.

Analizo dnevne osvetljenosti sem izvajala na referenčni delovni ravnini višine 0,85 m, vzporedno s tlemi.

Rezultate osvetljenosti za vse tri tipe neba sem podala s povprečno osvetljenostjo prostora (enota lx). Rezultate osvetljenosti za CIE standardno oblačno nebo sem podala tudi v količniku dnevne svetlobe (enota %).

Izračunano vrednost povprečne osvetljenosti na delovni ravnini sem primerjala s priporočili za osvetljenost delovnih mest v Standardu SIST EN 12464-1:2011 [26]. Zahtevana referenčna vrednost povprečne dnevne osvetljenosti za CIE standardno oblačno nebo, CIE delno oblačno (vmesno) nebo in CIE jasno nebo na referenčni vodoravni delovni višini 0,85 m je 500 lx.

Pri izračunu količnika dnevne svetlobe sem, poleg rezultatov povprečnega količnika dnevne svetlobe (KDS_{pov}), pridobila rezultate tudi za najmanjšo vrednost količnika dnevne svetlobe (KDS_{min}), na podlagi česar sem nato podala razmerje med povprečnim in najmanjšim KDS (KDS_{pov}/KDS_{min}) in ga primerjala z vrednostjo, ki smo jo kot referenčno vrednost uporabili pri vaji »Dnevna svetloba« pri predmetu »Zgradba, okolje, energija« [1].

Izbrane referenčne vrednosti KDS za CIE standardno oblačno nebo na referenčni vodoravni delovni višini 0,85 m so podane v preglednici 19.

Preglednica 19: Zahtevani pogoji KDS za CIE oblačno nebo

	CIE oblačno nebo
KDS_{min}	$\geq 2,5 \%$
KDS_{pov}	$\geq 5 \%$
KDS_{pov}/KDS_{min}	$\leq 3/1$

Referenčne vrednosti razmerja KDS_{pov}/KDS_{min} so pomembne zaradi zagotavljanja enakomernosti osvetljenosti v prostoru. To razmerje je določen pokazatelj kontrastnih razmerij v vidnem polju znotraj prostora, kot tudi bleščanja. Do pojava bleščanja pride, če so vrednosti osvetljenosti zelo visoke oziroma če so razmerja osvetljenosti zelo izrazita (nad 10/1) [77].

V preglednici 20 so zaradi boljše preglednosti združeni vsi parametri, ki so bili uporabljeni pri izvajanju simulacij v programu DVIZ [8].

Preglednica 20: Podatki o analiziranem prostoru in senčilih

Osnovni podatki		
Prostor	6,5 m x 8 m x 3 m (š x g x v)	
Okno	6,5 m x 2,1 m (višina parapeta 0,9 m), pozicionirano na stranici 6,5 m	
Lokacija	Ljubljana (dolžina 15°, širina 45°)	
Odklon severa	90°(zasteklitev na južni strani)	
Datum	21.3. (21.9.), 21.6., 21.12.	
Čas	12:00	
Tip neba	Standardno CIE oblačno nebo, delno oblačno nebo, CIE jasno nebo	
Lastnosti materiala		
Element prostora	Refleksivnost	Transmisivnost
Tla	0,40	/
Strop	0,80	/
Stene	0,70	/
Okno	/	68 %
Senčilo		
Izzidki	0,81	/
Svetlobna polica	0,96	/
Brisoleji - lamele	0,63	/
Rolete	0,84	/
Žaluzije	0,63	/
Sonro	0,63	/

7.2 Rezultati analize osvetljenosti testnega prostora brez vpliva senčil

Za lažje analiziranje vpliva različnih senčil sem izbrala takšno velikost prostora in okna, da bo nivo osvetljenosti prostora ob izbranih dnevih in urah visok (posebej visok pri jasnem nebu) oziroma bo presežena referenčna vrednost $E_{pov} \geq 500$ lx. Pri izbiri dimenzij testnega prostora sem želela doseči oziroma preseči vsaj vrednost $KDS_{pov} \geq 5$ %. Pričakovala pa sem, da ne bosta dosežena pogoja glede referenčne vrednosti $KDS_{min} \geq 2,5$ % in razmerja $KDS_{pov}/KDS_{min} \leq 3/1$ zaradi oblike prostora.

Preglednica 21 prikazuje referenčne vrednosti količnika dnevne svetlobe pri CIE oblačnem nebu ob 12:00 uri za izbrani prostor brez senčil na delovni ravnini 0,85 m. Rezultati so v skladu z mojimi pričakovanji. Vrednost KDS_{pov} ustreza pogoju, in sicer presega referenčno vrednost za 1,1 odstotne točke. Referenčni vrednosti KDS_{min} in KDS_{pov}/KDS_{min} nista doseženi, KDS_{min} od referenčne vrednosti odstopa za -1,3 odstotne točke, razmerje KDS_{pov}/KDS_{min} pa referenčno vrednost presega za vrednost 2,5. Ti rezultati so posledica izhodiščne konfiguracije prostora, ki je problematična z gledišča razmerja med minimalno in povprečno osvetljenostjo. Načeloma je to pričakovano, saj je ta težava zelo pogosta pri enostransko osvetljenih prostorih, ki imajo neprimerno razmerje med globino in višino prostora.

Preglednica 21: Količnik dnevne svetlobe – Testni prostor

	KDS_{min} [%]	KDS_{pov} [%]	KDS_{pov}/KDS_{min}
Izhodišče	1,2	6,6	5,5
Zahtevani pogoji	$\geq 2,5$	≥ 5	$\leq 3/1$

Preglednica 22 prikazuje nivo dnevne osvetljenosti izbranega prostora brez senčil pri CIE oblačnem nebu, delno oblačnem nebu in CIE jasnem nebu ob 12:00 uri. Razvidno je, da je pri jasnem nebu na vse izbrane dni presežena referenčna vrednost $E_{pov} \geq 500$ lx, in to precej, sploh na dan 21.3. in 21.6., ko je vrednost presežena za okvirno 100 %. Pri delno oblačnem nebu je prav tako na vse dni presežena referenčna vrednost $E_{pov} \geq 500$ lx. Pri oblačnem nebu pa pogoju $E_{pov} \geq 500$ lx ustreza samo nivo osvetljenosti na dan 21.6., kar pomeni, da pri tem tipu neba senčila ne pridejo v poštev, saj se bodo vrednosti osvetljenosti prostora samo še zmanjšale. V prilogi A so prikazani grafični rezultati simulacij, izvedenih v programu DVIZ [8].

Preglednica 22: Povprečna osvetljenost prostora – Testni prostor

	CIE oblačno nebo	Delno oblačno nebo	CIE jasno nebo
E_{pov} dne 21.3. [lx]	410,6	761,5	1053,3
E_{pov} dne 21.6. [lx]	606,3	775,1	961,0
E_{pov} dne 21.12. [lx]	240,0	500,2	751,4

Skala:

0-100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600	600-700	700-800	800-900	> 900	lx
-------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	-------	----

7.3 Rezultati analize vpliva fiksnih senčil na osvetljenost prostora

7.3.1 Rezultati analize vpliva izzidkov na osvetljenost prostora

V tem poglavju so predstavljeni rezultati vpliva horizontalnih in vertikalnih izzidkov na osvetljenost izbranega prostora. Izbor variant in njihov opis je predstavljen v poglavju 6.1.1.

7.3.1.1 Rezultati analize vpliva izzidkov na osvetljenost prostora - Horizontalni izzidki

V preglednicah 23 in 24 so prikazani rezultati dnevne osvetljenosti prostora na delovni ravnini 0,85 m, kjer sem analizirala vpliv horizontalnih izzidkov različnih širin na osvetljenost prostora. Pričakovala sem, da se bo z večanjem izzidka zmanjševala osvetljenost, referenčna vrednost $E_{pov} \geq 500$ lx pa bo dosežena pri vseh variantah samo pri uporabi jasnega tipa neba.

Preglednica 23 prikazuje vrednosti količnika dnevne svetlobe pri CIE oblačnem nebu ob 12:00 uri za horizontalne izzidke. Vrednost KDS_{pov} ustreza pogoju samo pri izzidku širine 0,5 m, ko referenčno vrednost presega za 0,3 odstotne točke, pri ostalih variantah pogoju $KDS_{pov} \geq 5$ % ni zadoščeno. Pogoja $KDS_{min} \geq 2,5$ % in $KDS_{pov}/KDS_{min} \leq 3/1$ nista dosežena pri nobeni varianti, vrednosti KDS_{min} od referenčne vrednosti postopoma odstopajo od -1,4 do -1,6 odstotne točke, vrednosti KDS_{pov}/KDS_{min} pa referenčno vrednost postopoma presegajo za vrednosti od 0,8 do 1,8.

Preglednica 23: Količnik dnevne svetlobe – Horizontalni izzidki

	KDS_{min} [%]	KDS_{pov} [%]	KDS_{pov}/KDS_{min}
Izhodišče	1,2	6,6	5,5
HI 0,5m	1,1	5,3	4,8
HI 1m	1,0	4,5	4,5
HI 1,5m	0,9	3,8	4,2
HI 2m	0,9	3,4	3,8
Zahtevani pogoji	$\geq 2,5$	≥ 5	$\leq 3/1$

Preglednica 24 prikazuje nivo dnevne osvetljenosti prostora pri CIE oblačnem nebu, delno oblačnem nebu in CIE jasnem nebu ob 12:00 uri za horizontalne izzidke. Razvidno je, da so bila pričakovanja glede zmanjševanja osvetljenosti z večanjem izzidka pravilna. Vidimo, da pri oblačnem nebu pri nobeni varianti ni dosežena referenčna vrednost $E_{pov} \geq 500$ lx. Pri delno oblačnem nebu je vrednost E_{pov} presežena pri izzidku širine 0,5 m na dan 21.3. (626,7 lx) ter 21.6. (598,9 lx) in pri izzidku širine 1,0 m na dan 21.3. (526,2 lx). Pričakovanja glede osvetljenosti pri jasnem nebu so se izkazala za deloma pravilna, saj referenčna vrednost E_{pov} ni dosežena le na dan 21.12. pri izzidku širine 2,0 m (486,6 lx).

Preglednica 24: Povprečna osvetljenost prostora - Horizontalni izzidki

Varianta	Izhodišče	HI 0,5m	HI 1m	HI 1,5m	HI 2m
CIE oblačno nebo					
E_{pov} dne 21.3. [lx]	410,6	327,8	276,2	235,3	214,2
E_{pov} dne 21.6. [lx]	606,3	482,2	406,9	347,9	315,4
E_{pov} dne 21.12. [lx]	240,0	191,3	161,6	137,9	124,5
Delno oblačno nebo					
E_{pov} dne 21.3. [lx]	761,5	626,7	526,2	440,4	384,5
E_{pov} dne 21.6. [lx]	775,1	598,9	491,4	413,3	370,2
E_{pov} dne 21.12. [lx]	500,2	420,5	368,9	319,1	283,5
CIE jasno nebo					
E_{pov} dne 21.3. [lx]	1053,3	912,9	779,1	677,7	597,4
E_{pov} dne 21.6. [lx]	961,0	772,6	650,7	553,4	504,2
E_{pov} dne 21.12. [lx]	751,4	669,6	599,4	538,7	486,6

Skala:

0-100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600	600-700	700-800	800-900	> 900	lx
-------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	-------	----

7.3.1.2 Rezultati analize vpliva izzidkov na osvetljenost prostora – Vertikalni izzidki

1) Rezultati analize - Vertikalni izzidek levo

V preglednicah 25 in 26 so prikazani rezultati dnevne osvetljenosti prostora na delovni ravnini 0,85 m, kjer sem analizirala vpliv levega vertikalnega izzidka različnih širin na osvetljenost prostora. Pričakovala sem, da ta tip senčila zaradi lege in usmerjenosti prostora oziroma okna ne bo imel večjega vpliva na osvetljenost prostora.

Preglednica 25 prikazuje vrednosti količnika dnevne svetlobe pri CIE oblačnem nebu ob 12:00 uri za levi vertikalni izzidek. Po pričakovanjih so vrednosti KDS vseh variant zelo podobne vrednostim KDS pri izhodiščnem prostoru brez senčil. Vrednost KDS_{pov} preseže pogoj $KDS_{pov} \geq 5\%$ pri vseh variantah, in sicer za 1,5 oziroma 1,4 odstotne točke. Pogoja $KDS_{min} \geq 2,5\%$ in $KDS_{pov}/KDS_{min} \leq 3/1$ nista dosežena pri nobeni varianti, vrednosti KDS_{min} , od referenčne vrednosti odstopajo za -1,3 odstotne točke, vrednosti KDS_{pov}/KDS_{min} pa referenčno vrednost presegajo za vrednost 2,4 oziroma 2,3.

Preglednica 25: Količnik dnevne svetlobe - Vertikalni izzidek levo

	KDS_{min} [%]	KDS_{pov} [%]	KDS_{pov}/KDS_{min}
Izhodišče	1,2	6,6	5,5
VI L 0,5m	1,2	6,5	5,4
VI L 1,0m	1,2	6,5	5,4
VI L 1,5m	1,2	6,4	5,3
VI L 2,0m	1,2	6,4	5,3
Zahtevani pogoji	$\geq 2,5$	≥ 5	$\leq 3/1$

Preglednica 26 prikazuje nivo dnevne osvetljenosti prostora pri CIE oblačnem nebu, delno oblačnem nebu in CIE jasnem nebu ob 12:00 uri za levi vertikalni izzidek. Nivo osvetljenosti je zelo podoben kot pri izhodiščnem prostoru brez senčil. Pri oblačnem nebu referenčno vrednost $E_{pov} \geq 500$ lx presežejo vse variante levega izzidka samo na dan 21.6.. Pri delno oblačnem nebu pa samo na dan 21.12. ni dosežena referenčna vrednost E_{pov} ; na ta dan vrednosti le za malenkost odstopajo od referenčne vrednosti, in sicer se gibljejo okoli 480 lx. Pri jasnem nebu je na vse dni pri vseh variantah zadoščeno pogoju $E_{pov} \geq 500$ lx.

Preglednica 26: Povprečna osvetljenost prostora - Vertikalni izzidek levo

Varianta	Izhodišče	VI L 0,5m	VI L 1,0m	VI L 1,5m	VI L 2,0m
CIE oblačno nebo					
E_{pov} dne 21.3. [lx]	410,6	397,3	397,0	396,4	396,2
E_{pov} dne 21.6. [lx]	606,3	588,0	587,6	587,2	582,6
E_{pov} dne 21.12. [lx]	240,0	232,9	232,8	232,7	232,7
Delno oblačno nebo					
E_{pov} dne 21.3. [lx]	761,5	738,3	738,0	734,9	734,5
E_{pov} dne 21.6. [lx]	775,1	749,2	746,9	746,5	745,0
E_{pov} dne 21.12. [lx]	500,2	484,3	482,4	479,8	476,4
CIE jasno nebo					
E_{pov} dne 21.3. [lx]	1053,3	1034,9	1025,1	1014,8	1012,4
E_{pov} dne 21.6. [lx]	961,0	932,7	930,6	927,1	927,0
E_{pov} dne 21.12. [lx]	751,4	737,2	728,1	723,7	713,3

Skala:

0-100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600	600-700	700-800	800-900	> 900	lx
-------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	-------	----

2) Rezultati analize - Vertikalni izzidek desno

V preglednicah 27 in 28 so prikazani rezultati dnevne osvetljenosti prostora na delovni ravnini 0,85 m, kjer sem analizirala vpliv desnega vertikalnega izzidka različnih širin na osvetljenost prostora. Pričakovala sem, da bodo zaradi simetrije rezultati zelo podobni rezultatom pri uporabi levega vertikalnega izzidka.

Preglednica 27 prikazuje vrednosti količnika dnevne svetlobe pri CIE oblačnem nebu ob 12:00 uri za desni vertikalni izzidek. Razvidno je, da so rezultati identični kot pri levem vertikalnem izzidku v preglednici 25. Vrednost KDS_{pov} preseže pogoj $KDS_{pov} \geq 5$ % pri vseh variantah, in sicer za 1,5 oziroma 1,4 odstotne točke. Pogoja $KDS_{min} \geq 2,5$ % in $KDS_{pov}/KDS_{min} \leq 3/1$ nista dosežena pri nobeni varianti, vrednosti KDS_{min} od referenčne vrednosti odstopajo za -1,3 odstotne točke, vrednosti KDS_{pov}/KDS_{min} pa referenčno vrednost presegajo za vrednost 2,4 oziroma 2,3.

Preglednica 27: Količnik dnevne svetlobe - Vertikalni izzidek desno

	KDS _{min} [%]	KDS _{pov} [%]	KDS _{pov} /KDS _{min}
Izhodišče	1,2	6,6	5,5
VI D 0,5m	1,2	6,5	5,4
VI D 1,0m	1,2	6,5	5,4
VI D 1,5m	1,2	6,4	5,3
VI D 2,0m	1,2	6,4	5,3
Zahtevani pogoji	≥ 2,5	≥ 5	≤ 3/1

Preglednica 28 prikazuje nivo dnevne osvetljenosti prostora pri CIE oblačnem nebu, delno oblačnem nebu in CIE jasnem nebu ob 12:00 uri za desni vertikalni izzidek. Vrednosti E_{pov} so skoraj identične vrednostim pri levem vertikalnem izzidku, ki so prikazane v preglednici 34, odstopanja je maksimalno 1 %. Pri oblačnem nebu referenčno vrednost $E_{pov} \geq 500$ lx presežejo vse variante levega izzidka samo na dan 21.6. Pri delno oblačnem nebu samo na dan 21.12. ni dosežena referenčna vrednost E_{pov} ; vrednosti vseh variant se gibljejo zelo blizu referenčne vrednosti, in sicer znašajo približno 480 lx. Pri jasnem nebu je na vse dni pri vseh variantah zadoščeno pogoju $E_{pov} \geq 500$ lx.

Preglednica 28: Povprečna osvetljenost prostora - Vertikalni izzidek desno

Varianta	Izhodišče	VI D 0,5m	VI D 1,0m	VI D 1,5m	VI D 2,0m
CIE oblačno nebo					
E_{pov} dne 21.3. [lx]	410,6	402,0	401,7	395,8	394,7
E_{pov} dne 21.6. [lx]	606,3	589,2	588,7	587,3	585,2
E_{pov} dne 21.12. [lx]	240,0	233,1	233,0	232,0	231,3
Delno oblačno nebo					
E_{pov} dne 21.3. [lx]	761,5	742,0	741,1	738,2	733,3
E_{pov} dne 21.6. [lx]	775,1	749,7	748,3	746,2	745,6
E_{pov} dne 21.12. [lx]	500,2	482,9	481,9	480,5	478,7
CIE jasno nebo					
E_{pov} dne 21.3. [lx]	1053,3	1031,1	1026,3	1019,3	1012,9
E_{pov} dne 21.6. [lx]	961,0	933,7	928,6	921,2	916,2
E_{pov} dne 21.12. [lx]	751,4	734,7	731,5	722,4	712,3

Skala:

0-100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600	600-700	700-800	800-900	> 900	lx
-------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	-------	----

3) Rezultati analize - Vertikalni izzidek levo in desno

V preglednicah 29 in 30 so prikazani rezultati dnevne osvetljenosti prostora na delovni ravnini 0,85 m, kjer sem analizirala vpliv levega in desnega vertikalnega izzidka različnih širin na osvetljenost prostora. Pričakovala sem, da, glede na rezultate pri uporabi levega ali desnega izzidka, ta tip senčila ne bo imel večjega vpliva na osvetljenost in bodo rezultati podobni rezultatom izhodiščnega prostora brez senčil.

Preglednica 29 prikazuje vrednosti količnika dnevne svetlobe pri CIE oblačnem nebu ob 12:00 uri za levi in desni vertikalni izzidek. Razvidno je, da vrednost KDS_{pov} preseže pogoj $KDS_{pov} \geq 5\%$ pri vseh variantah, in sicer za 1,3 oziroma 1,2 odstotne točke. Pogoja $KDS_{min} \geq 2,5\%$ in $KDS_{pov}/KDS_{min} \leq 3/1$ nista izpolnjena pri nobeni varianti, vrednosti KDS_{min} od referenčne vrednosti odstopajo za -1,3 odstotne točke, vrednosti KDS_{pov}/KDS_{min} pa referenčno vrednost presegajo za vrednost 2,3 oziroma 2,2.

Preglednica 29: Količnik dnevne svetlobe - Vertikalni izzidek levo in desno

	KDS_{min} [%]	KDS_{pov} [%]	KDS_{pov}/KDS_{min}
Izhodišče	1,2	6,6	5,5
VI LD 0,5m	1,2	6,3	5,3
VI LD 1,0m	1,2	6,3	5,3
VI LD 1,5m	1,2	6,2	5,2
VI LD 2,0m	1,2	6,2	5,2
Zahtevani pogoji	$\geq 2,5$	≥ 5	$\leq 3/1$

Preglednica 30 prikazuje nivo dnevne osvetljenosti prostora pri CIE oblačnem nebu, delno oblačnem nebu in CIE jasnem nebu ob 12:00 uri za levi in desni vertikalni izzidek. Nivo osvetljenosti je podoben kot pri izhodiščnem prostoru brez senčil. Podobno kot pri horizontalnih izzidkih se z večanjem izzidka zmanjšuje nivo osvetljenosti. Pri oblačnem nebu referenčno vrednost presežejo vse variante izzidka samo na dan 21.6.. Pri delno oblačnem nebu referenčna vrednost E_{pov} ni dosežena, pri vseh variantah, samo na dan 21.12.. Razvidno je, da je pri jasnem nebu na vse izbrane dni pri vseh variantah dosežena oziroma presežena referenčna vrednost $E_{pov} \geq 500$ lx, in to precej.

Preglednica 30: Povprečna osvetljenost prostora - Vertikalni izzidek levo in desno

Varianta	Izhodišče	VI LD 0,5m	VI LD 1,0m	VI LD 1,5m	VI LD 2,0m
CIE oblačno nebo					
E_{pov} dne 21.3. [lx]	410,6	392,0	391,0	383,7	382,7
E_{pov} dne 21.6. [lx]	606,3	581,2	574,9	569,4	566,9
E_{pov} dne 21.12. [lx]	240,0	227,5	227,3	224,5	223,6
Delno oblačno nebo					
E_{pov} dne 21.3. [lx]	761,5	729,6	721,1	708,4	704,8
E_{pov} dne 21.6. [lx]	775,1	742,7	735,4	720,1	719,4
E_{pov} dne 21.12. [lx]	500,2	487,7	476,5	463,9	458,5
CIE jasno nebo					
E_{pov} dne 21.3. [lx]	1053,3	1015,1	996,8	976,0	965,8
E_{pov} dne 21.6. [lx]	961,0	923,0	906,7	898,5	890,4
E_{pov} dne 21.12. [lx]	751,4	726,0	713,8	701,1	685,4

Skala:

0-100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600	600-700	700-800	800-900	> 900	lx
-------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	-------	----

7.3.1.3 Rezultati analize vpliva kombinacije horizontalnih in vertikalnih izzidkov na osvetljenost prostora

1) Rezultati analize - Horizontalni izzidek in vertikalni izzidek levo

V preglednicah 31 in 32 so prikazani rezultati dnevne osvetljenosti prostora na delovni ravnini 0,85 m, kjer sem analizirala vpliv horizontalnega izzidka in levega vertikalnega izzidka različnih širin na osvetljenost prostora. Pričakovala sem, da se bo z večanjem izzidkov zmanjševala osvetljenost, pri uporabi jasnega tipa neba pa bo pri vseh variantah dosežena referenčna vrednost E_{pov} .

Preglednica 31 prikazuje vrednosti količnika dnevne svetlobe pri CIE oblačnem nebu ob 12:00 uri za horizontalni izzidek in levi vertikalni izzidek. Vrednost KDS_{pov} je dosežena oziroma presežena samo pri izzidkih širine 0,5 m, in sicer referenčno vrednost presega za 0,2 odstotne točke, pri ostalih variantah pogoju $KDS_{pov} \geq 5\%$ ni zadoščeno, od referenčne vrednosti odstopajo od -0,8 do -1,9 odstotne točke. Pogoja $KDS_{min} \geq 2,5\%$ in $KDS_{pov}/KDS_{min} \leq 3/1$ nista dosežena pri nobeni varianti, vrednosti KDS_{min} od referenčne vrednosti postopoma odstopajo od -1,4 do -1,7 odstotne točke, vrednosti KDS_{pov}/KDS_{min} pa referenčno vrednost postopoma presegajo za vrednosti od 0,9 do 1,7.

Preglednica 31: Količnik dnevne svetlobe - Horizontalni izzidek in vertikalni izzidek levo

	KDS_{min} [%]	KDS_{pov} [%]	KDS_{pov}/KDS_{min}
Izhodišče	1,2	6,6	5,5
HI VI L 0,5m	1,1	5,2	4,7
HI VI L 1,0m	1,0	4,2	4,2
HI VI L 1,5m	0,9	3,5	3,9
HI VI L 2,0m	0,8	3,1	3,9
Zahtevani pogoji	$\geq 2,5$	≥ 5	$\leq 3/1$

Preglednica 32 prikazuje nivo dnevne osvetljenosti prostora pri CIE oblačnem nebu, delno oblačnem nebu in CIE jasnem nebu ob 12:00 uri za horizontalni izzidek in levi vertikalni izzidek. Razvidno je, da so bila pričakovanja, glede padanja nivoja osvetljenosti z večanjem izzidkov, pravilna. Pri oblačnem nebu pri nobeni varianti ni dosežena referenčna vrednost $E_{pov} \geq 500$ lx, še najbolj se približa vrednost osvetljenosti na dan 21.6. pri varianti izzidkov širine 0,5 m, in sicer znaša 470,9 lx. Pri delno oblačnem nebu je vrednost E_{pov} presežena pri izzidkih širine 0,5 m na dan 21.3. (610,8 lx), 21.6. (585,1 lx) in pri izzidkih širine 1,0 m na dan 21.3. (500,7 lx). Pričakovanja glede osvetljenosti pri jasnem nebu so se izkazala za deloma pravilna, saj referenčna vrednost $E_{pov} \geq 500$ lx ni dosežena le pri izzidkih širine 2,0 m na dan 21.6. (454,1 lx) in na dan 21.12. (453,7 lx).

Preglednica 32: Povprečna osvetljenost prostora - Horizontalni izzidek in vertikalni izzidek levo

Varianta	Izhodišče	HI VI L 0,5m	HI VI L 1,0m	HI VI L 1,5m	HI VI L 2,0m
CIE oblačno nebo					
E_{pov} dne 21.3. [lx]	410,6	320,2	259,7	218,8	191,5
E_{pov} dne 21.6. [lx]	606,3	470,9	389,6	323,9	284,9
E_{pov} dne 21.12. [lx]	240,0	186,1	153,0	127,8	113,5
Delno oblačno nebo					
E_{pov} dne 21.3. [lx]	761,5	610,8	500,7	413,3	347,7
E_{pov} dne 21.6. [lx]	775,1	585,1	468,7	384,0	332,5
E_{pov} dne 21.12. [lx]	500,2	414,4	353,5	298,8	258,6
CIE jasno nebo					
E_{pov} dne 21.3. [lx]	1053,3	889,3	755,7	639,5	543,3
E_{pov} dne 21.6. [lx]	961,0	754,9	619,5	514,0	454,1
E_{pov} dne 21.12. [lx]	751,4	660,9	582,0	513,2	453,7

Skala:

0-100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600	600-700	700-800	800-900	> 900	lx
-------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	-------	----

2) Rezultati analize - Horizontalni izzidek in vertikalni izzidek desno

V preglednicah 33 in 34 so prikazani rezultati dnevne osvetljenosti prostora na delovni ravnini 0,85 m, kjer sem analizirala vpliv horizontalnega izzidka in desnega vertikalnega izzidka različnih širin na osvetljenost prostora. Pričakovala sem, da bodo zaradi simetrije rezultati zelo podobni rezultatom pri uporabi kombinacije horizontalnega izzidka in levega vertikalnega izzidka.

Preglednica 33 prikazuje vrednosti količnika dnevne svetlobe pri CIE oblačnem nebu ob 12:00 uri za horizontalni izzidek in desni vertikalni izzidek. Razvidno je, da so rezultati zelo podobni rezultatom pri kombinaciji horizontalnega izzidka in levega vertikalnega izzidka, ki so podani v preglednici 31. Vrednost KDS_{pov} ustreza pogoju samo pri izzidkih širine 0,5 m, ko referenčno vrednost presega za 0,2 odstotne točke, pri ostalih variantah pogoju $KDS_{pov} \geq 5\%$ ni zadoščeno. Pogoja $KDS_{min} \geq 2,5\%$ in $KDS_{pov}/KDS_{min} \leq 3/1$ nista izpolnjena pri nobeni varianti, vrednosti KDS_{min} od referenčne vrednosti postopoma odstopajo od -1,4 do -1,7 odstotne točke, vrednosti KDS_{pov}/KDS_{min} pa referenčno vrednost postopoma presegajo za vrednosti od 0,9 do 1,7.

Preglednica 33: Količnik dnevne svetlobe - Horizontalni izzidek in vertikalni izzidek desno

	KDS_{min} [%]	KDS_{pov} [%]	KDS_{pov}/KDS_{min}
Izhodišče	1,2	6,6	5,5
HI VI D 0,5m	1,1	5,2	4,7
HI VI D 1,0m	1,0	4,2	4,2
HI VI D 1,5m	0,9	3,5	3,9
HI VI D 2,0m	0,8	3,1	3,9
Zahtevani pogoji	$\geq 2,5$	≥ 5	$\leq 3/1$

Preglednica 34 prikazuje nivo dnevne osvetljenosti prostora pri CIE oblačnem nebu, delno oblačnem nebu in CIE jasnem nebu ob 12:00 uri za horizontalni izzidek in desni vertikalni izzidek. Pri vseh tipih neba so dobljeni rezultati podobni rezultatom, dobljenim pri horizontalnem izzidku in levem vertikalnem izzidku, ki so podani v preglednici 32. Pri oblačnem nebu pri nobeni varianti ni dosežena referenčna vrednost $E_{pov} \geq 500$ lx. Pri delno oblačnem nebu je vrednost E_{pov} presežena pri izzidkih širine 0,5 m na dan 21.3. (614,5 lx), 21.6. (586,1 lx) in pri izzidkih širine 1,0 m na dan 21.3 (504,9 lx). Pričakovanja glede osvetljenosti pri jasnem nebu so se izkazala za deloma pravilna, saj referenčna vrednost E_{pov} ni dosežena le pri izzidkih širine 2,0 m in sicer na dan 21.6. (451,7 lx) in na dan 21.12. (451,3 lx).

Preglednica 34: Povprečna osvetljenost prostora - Horizontalni izzidek in vertikalni izzidek desno

Varianta	Izhodišče	HI VI D 0,5m	HI VI D 1,0m	HI VI D 1,5m	HI VI D 2,0m
CIE oblačno nebo					
E_{pov} dne 21.3. [lx]	410,6	321,1	261,6	219,5	194,3
E_{pov} dne 21.6. [lx]	606,3	470,4	388,7	322,8	285,7
E_{pov} dne 21.12. [lx]	240,0	186,1	162,5	128,2	112,6
Delno oblačno nebo					
E_{pov} dne 21.3. [lx]	761,5	614,5	504,9	416,5	351,4
E_{pov} dne 21.6. [lx]	775,1	586,1	468,5	382,0	332,3
E_{pov} dne 21.12. [lx]	500,2	413,8	352,3	302,1	258,8
CIE jasno nebo					
E_{pov} dne 21.3. [lx]	1053,3	882,9	762,5	636,5	542,7
E_{pov} dne 21.6. [lx]	961,0	752,9	617,3	514,9	451,7
E_{pov} dne 21.12. [lx]	751,4	656,8	579,6	513,2	451,3

Skala:

0-100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600	600-700	700-800	800-900	> 900	lx
-------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	-------	----

3) Rezultati analize - Horizontalni izzidek in vertikalni izzidek levo ter desno

V preglednicah 35 in 36 so prikazani rezultati dnevne osvetljenosti prostora na delovni ravnini 0,85 m, kjer sem analizirala vpliv horizontalnega izzidka in levega ter desnega vertikalnega izzidka različnih širin na osvetljenost prostora. Pričakovala sem, da bom pri tej kombinaciji izzidkov dobila največja odstopanja rezultatov od rezultatov vseh tipov izzidkov, ki sem jih analizirala.

Preglednica 35 prikazuje vrednosti količnika dnevne svetlobe pri CIE oblačnem nebu ob 12:00 uri za horizontalni izzidek in desni ter levi vertikalni izzidek. Vrednost KDS_{pov} ustreza pogoju samo pri izzidkih širine 0,5 m, ko doseže referenčno vrednost, pri ostalih variantah pogoju $KDS_{pov} \geq 5$ % ni zadoščeno. Pogoja $KDS_{min} \geq 2,5$ % in $KDS_{pov}/KDS_{min} \leq 3/1$ nista dosežena pri nobeni varianti, vrednosti KDS_{min} od referenčne vrednosti postopoma odstopajo od -1,5 do -1,7 odstotne točke, vrednosti KDS_{pov}/KDS_{min} pa referenčno vrednost postopoma presegajo za vrednosti od 0,5 do 2,0.

Preglednica 35: Količnik dnevne svetlobe - Horizontalni in vertikalni izzidek levo, desno

	KDS _{min} [%]	KDS _{pov} [%]	KDS _{pov} /KDS _{min}
Izhodišče	1,2	6,6	5,5
HI VI LD 0,5m	1,0	5,0	5,0
HI VI LD 1,0m	0,9	4,0	4,4
HI VI LD 1,5m	0,9	3,5	3,9
HI VI LD 2,0m	0,8	2,8	3,5
Zahtevani pogoji	≥ 2,5	≥ 5	≤ 3/1

Preglednica 36 prikazuje nivo dnevne osvetljenosti prostora pri CIE oblačnem nebu, delno oblačnem nebu in CIE jasnem nebu ob 12:00 uri za horizontalni izzidek in desni ter levi vertikalni izzidek. Razvidno je, da pri oblačnem nebu pri nobeni varianti ni dosežena referenčna vrednost $E_{pov} \geq 500$ lx, še najbolj se ji približa vrednost na dan 21.6. pri izzidkih širine 0,5 m (462,2 lx). Pri delno oblačnem nebu je vrednost E_{pov} presežena le pri izzidkih širine 0,5 m na dan 21.3. (601,2 lx) in 21.6. (571,6 lx). Pri jasnem nebu je na vse tri analizirane dni pri vseh izzidkih, razen pri izzidku širine 2,0 m, dosežena oziroma presežena vrednost E_{pov} . Pričakovanja glede najnižjega nivoja osvetljenosti pri tem tipu izzidkov so se, glede na nivo osvetljenosti vseh analiziranih tipov izzidkov, izkazala za pravilna.

Preglednica 36: Povprečna osvetljenost prostora - Horizontalni in vertikalni izzidek levo, desno

Varianta	Izhodišče	HI VI LD 0,5m	HI VI LD 1,0m	HI VI LD 1,5m	HI VI LD 2,0m
CIE oblačno nebo					
E_{pov} dne 21.3. [lx]	410,6	310,1	247,2	215,3	172,6
E_{pov} dne 21.6. [lx]	606,3	462,2	366,7	341,9	253,2
E_{pov} dne 21.12. [lx]	240,0	181,9	145,4	134,8	100,1
Delno oblačno nebo					
E_{pov} dne 21.3. [lx]	761,5	601,2	479,6	405,3	314,8
E_{pov} dne 21.6. [lx]	775,1	571,6	447,5	403,9	296,5
E_{pov} dne 21.12. [lx]	500,2	404,4	340,5	325,4	234,4
CIE jasno nebo					
E_{pov} dne 21.3. [lx]	1053,3	843,7	726,4	617,2	494,8
E_{pov} dne 21.6. [lx]	961,0	737,8	587,3	549,2	403,2
E_{pov} dne 21.12. [lx]	751,4	648,9	560,0	559,9	416,1

Skala:

0-100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600	600-700	700-800	800-900	> 900	lx
-------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	-------	----

7.3.2 Rezultati analize vpliva svetlobne police na osvetljenost prostora

V tem poglavju so predstavljeni rezultati vpliva svetlobne police na osvetljenost izbranega prostora. Izbor variant in njihov opis je predstavljen v poglavju 6.1.2.

7.3.2.1 Rezultati analize vpliva svetlobne police na osvetljenost prostora - Notranja svetlobna polica

V preglednicah 37 in 38 so prikazani rezultati dnevne osvetljenosti prostora na delovni ravnini 0,85 m, kjer sem analizirala vpliv notranje svetlobne police na različnih višinah na osvetljenost prostora.

Preglednica 37 prikazuje vrednosti količnika dnevne svetlobe pri CIE oblačnem nebu ob 12:00 uri za notranjo svetlobno polico. Pogoju $KDS_{pov} \geq 5 \%$ je zadoščeno pri vseh variantah notranje svetlobne police, vrednosti se povečujejo z višanjem police, in sicer presegajo referenčno vrednost od 0,4 do 0,9 odstotne točke. Pogoja $KDS_{min} \geq 2,5 \%$ in $KDS_{pov}/KDS_{min} \leq 3/1$ nista dosežena pri nobeni varianti, vrednosti KDS_{min} od referenčne vrednosti odstopajo za -1,5 oziroma -1,4 odstotne točke, vrednosti KDS_{pov}/KDS_{min} pa referenčno vrednost presegajo za vrednosti od 2,0 do 2,9.

Preglednica 37: Količnik dnevne svetlobe - Notranja svetlobna polica

	$KDS_{min} [\%]$	$KDS_{pov} [\%]$	KDS_{pov}/KDS_{min}
Izhodišče	1,2	6,6	5,5
SP N 1,8m	1,0	5,4	5,4
SP N 2,1m	1,1	5,5	5,0
SP N 2,4m	1,1	5,7	5,2
SP N 2,7m	1,0	5,9	5,9
Zahtevani pogoji	$\geq 2,5$	≥ 5	$\leq 3/1$

Preglednica 38 prikazuje nivo dnevne osvetljenosti prostora pri CIE oblačnem nebu, delno oblačnem nebu in CIE jasnem nebu ob 12:00 uri za notranjo svetlobno polico. Razvidno je, da je pri oblačnem nebu na dan 21.6. presežena referenčna vrednost $E_{pov} \geq 500 \text{ lx}$ pri višini notranje svetlobne police od 2,1 m do 2,7 m. Pri delno oblačnem nebu vrednost E_{pov} ni presežena le na dan 21.12. pri vseh variantah notranje svetlobne police. Pri jasnem nebu pa je pri vseh variantah presežena referenčna vrednost E_{pov} . Pri oblačnem in delno oblačnem nebu osvetljenost narašča z višanjem police, pri jasnem nebu pa so rezultati drugačni. Na dan 21.3. se od višine 1,8 m do 2,4 m nivo osvetljenosti viša in je višji kot pri prostoru brez senčil, na dan 21.6. pa od višine police 1,8 m do 2,7 m nivo osvetljenosti postopoma pada, a je do višine 2,4 m nivo osvetljenosti še vedno višji kot pri izhodiščnem prostoru brez senčil.

Preglednica 38: Povprečna osvetljenost prostora - Notranja svetlobna polica

Varianta	Izhodišče	SP N 1,8m	SP N 2,1m	SP N 2,4m	SP N 2,7m
CIE oblačno nebo					
E _{pov} dne 21.3. [lx]	410,6	333,0	340,0	350,2	366,6
E _{pov} dne 21.6. [lx]	606,3	495,2	500,3	517,3	544,5
E _{pov} dne 21.12. [lx]	240,0	195,0	198,6	203,7	216,3
Delno oblačno nebo					
E _{pov} dne 21.3. [lx]	761,5	631,6	637,4	650,2	676,9
E _{pov} dne 21.6. [lx]	775,1	622,5	635,0	653,2	687,7
E _{pov} dne 21.12. [lx]	500,2	422,9	428,1	432,3	448,7
CIE jasno nebo					
E _{pov} dne 21.3. [lx]	1053,3	1127,7	1153,2	1157	1031,2
E _{pov} dne 21.6. [lx]	961,0	1159,4	1063,8	970,3	904,3
E _{pov} dne 21.12. [lx]	751,4	723,5	733,5	735,2	737,4

Skala:

0-100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600	600-700	700-800	800-900	> 900	lx
-------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	-------	----

7.3.2.2 Rezultati analize vpliva svetlobne police na osvetljenost prostora - Zunanja svetlobna polica

V preglednicah 39 in 40 so prikazani rezultati dnevne osvetljenosti prostora na delovni ravnini 0,85 m, kjer sem analizirala vpliv zunanje svetlobne police na različnih višinah na osvetljenost prostora.

Preglednica 39 prikazuje vrednosti količnika dnevne svetlobe pri CIE oblačnem nebu ob 12:00 uri za zunanjo svetlobno polico. Pogoju $KDS_{pov} \geq 5\%$ je zadoščeno pri vseh variantah zunanje svetlobne police, in sicer v nasprotju z rezultati notranje svetlobne police, vrednosti z višanjem police padejo z 5,4 % na 5,2 %. Pogoja $KDS_{min} \geq 2,5\%$ in $KDS_{pov}/KDS_{min} \leq 3/1$ nista dosežena pri nobeni varianti, vrednosti KDS_{min} od referenčne vrednosti odstopajo za -1,4 odstotne točke, vrednosti KDS_{pov}/KDS_{min} pa referenčno vrednost presegajo za vrednost 1,7 oziroma 1,9.

Preglednica 39: Količnik dnevne svetlobe - Zunanja svetlobna polica

	KDS _{min} [%]	KDS _{pov} [%]	KDS _{pov} /KDS _{min}
Izhodišče	1,2	6,6	5,5
SP Z 1,8m	1,1	5,4	4,9
SP Z 2,1m	1,1	5,4	4,9
SP Z 2,4m	1,1	5,2	4,7
SP Z 2,7m	1,1	5,2	4,7
Zahtevani pogoji	$\geq 2,5$	≥ 5	$\leq 3/1$

Preglednica 40 prikazuje nivo dnevne osvetljenosti prostora pri CIE oblačnem nebu, delno oblačnem nebu in CIE jasnem nebu ob 12:00 uri za zunanjo svetlobno polico. Razvidno je, da pri oblačnem nebu pri nobeni varianti ni dosežena referenčna vrednost $E_{pov} \geq 500$ lx, še najbolj se ji približa vrednost na

dan 21.6. pri zunanji svetlobni polici na višini 1,8 m (496,7 lx). Pri delno oblačnem nebu vrednost E_{pov} ni presežena na dan 21.12. pri vseh variantah. Pri jasnem nebu je pri vseh variantah presežena referenčna vrednost E_{pov} . V nasprotju z rezultati notranje svetlobne police nivo osvetljenosti pri vseh tipih neba pri vseh variantah zunanje svetlobne police pada z višanjem police.

Preglednica 40: Povprečna osvetljenost prostora - Zunanja svetlobna polica

Varianta	Izhodišče	SP Z 1,8m	SP Z 2,1m	SP Z 2,4m	SP Z 2,7m
CIE oblačno nebo					
E_{pov} dne 21.3. [lx]	410,6	335,4	335,0	324,3	323,2
E_{pov} dne 21.6. [lx]	606,3	496,7	494,0	482,5	481,2
E_{pov} dne 21.12. [lx]	240,0	196,6	194,5	193,9	189,1
Delno oblačno nebo					
E_{pov} dne 21.3. [lx]	761,5	633,4	622,7	618,1	610,5
E_{pov} dne 21.6. [lx]	775,1	624,7	616,5	607,1	596,8
E_{pov} dne 21.12. [lx]	500,2	424,8	423,3	419,4	414,7
CIE jasno nebo					
E_{pov} dne 21.3. [lx]	1053,3	1027,9	1023,1	1009,4	967,5
E_{pov} dne 21.6. [lx]	961,0	1013,8	990,1	970,8	898,5
E_{pov} dne 21.12. [lx]	751,4	702,8	701,7	689,0	679,9

Skala:

0-100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600	600-700	700-800	800-900	> 900	lx
-------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	-------	----

7.3.2.3 Rezultati analize vpliva svetlobne police na osvetljenost prostora - Kombinacija zunanje – notranja svetlobna polica

V preglednicah 41 in 42 so prikazani rezultati dnevne osvetljenosti prostora na delovni ravnini 0,85 m, kjer sem analizirala vpliv kombinacije zunanje - notranje svetlobne police na različnih višinah na osvetljenost prostora.

Preglednica 41 prikazuje vrednosti količnika dnevne svetlobe pri CIE oblačnem nebu ob 12:00 uri za zunanjo in notranjo svetlobno polico. Razvidno je, da vrednost KDS_{pov} , v nasprotju z rezultati notranje ali zunanje police pri nobeni varianti kombinacije ne preseže pogoja $KDS_{pov} \geq 5\%$. Prav tako pri nobeni varianti nista dosežena pogoja $KDS_{min} \geq 2,5\%$ in $KDS_{pov}/KDS_{min} \leq 3/1$. Vrednosti KDS_{min} od referenčne vrednosti odstopajo od -1,4 do -1,5 odstotne točke, vrednosti KDS_{pov} od referenčne vrednosti postopoma odstopajo od -1,4 do -1,6 odstotne točke, vrednosti KDS_{pov}/KDS_{min} pa referenčno vrednost postopoma presegajo za vrednosti od 1,0 do 1,6.

Preglednica 41: Količnik dnevne svetlobe - Notranja in zunanja svetlobna polica

	KDS _{min} [%]	KDS _{pov} [%]	KDS _{pov} /KDS _{min}
Izhodišče	1,2	6,6	5,5
SP ZN 1,8m	1,1	4,4	4,0
SP ZN 2,1m	1,0	4,4	4,4
SP ZN 2,4m	1,0	4,5	4,5
SP ZN 2,7m	1,0	4,6	4,6
Zahtevani pogoji	≥ 2,5	≥ 5	≤ 3/1

Preglednica 42 prikazuje nivo dnevne osvetljenosti prostora pri CIE oblačnem nebu, delno oblačnem nebu in CIE jasnem nebu ob 12:00 uri za zunanjo in notranjo svetlobno polico. Razvidno je, da pri oblačnem nebu tako kot pri zunanji svetlobni polici tudi pri nobeni varianti kombinacije notranje - zunanje police ni dosežena referenčna vrednost $E_{pov} \geq 500$ lx. Pri delno oblačnem nebu je na dan 21.3. presežena referenčna vrednost E_{pov} pri vseh variantah, na dan 21.6. pa je referenčna vrednost E_{pov} presežena pri varianti svetlobne police na višini 2,4 m (500,9 lx) in 2,7 m (525,2 lx). Pri jasnem nebu je pri vseh variantah presežena referenčna vrednost E_{pov} . Pri oblačnem in delno oblačnem nebu nivo osvetljenosti narašča z višanjem police, pri jasnem nebu pa so rezultati drugačni. Na dan 21.3. nivo osvetljenosti pada z višino police in je do variante z višino police 2,4 m višji kot pri prostoru brez senčil, na dan 21.6. pa nivo osvetljenosti prav tako postopoma pada z višanjem police in je do variante, pri kateri je višina svetlobne police 2,1 m, še vedno višji kot pri izhodiščnem prostoru brez senčil.

Preglednica 42: Povprečna osvetljenost prostora - Notranja in zunanja svetlobna polica

Varianta	Izhodišče	SP ZN 1,8m	SP ZN 2,1m	SP ZN 2,4m	SP ZN 2,7m
CIE oblačno nebo					
E_{pov} dne 21.3. [lx]	410,6	272,4	269,3	276,6	289,4
E_{pov} dne 21.6. [lx]	606,3	407,2	401,2	406,6	430,3
E_{pov} dne 21.12. [lx]	240,0	159,2	157,4	161,1	168,0
Delno oblačno nebo					
E_{pov} dne 21.3. [lx]	761,5	520,9	521,3	525,1	548,7
E_{pov} dne 21.6. [lx]	775,1	491,8	488,1	500,9	525,2
E_{pov} dne 21.12. [lx]	500,2	357,5	358,9	363,4	378,6
CIE jasno nebo					
E_{pov} dne 21.3. [lx]	1053,3	1152,3	1132,8	1112,3	938,6
E_{pov} dne 21.6. [lx]	961,0	1272,8	1111,8	949,9	790,7
E_{pov} dne 21.12. [lx]	751,4	695,7	689,1	684,0	665,2

Skala:

0-100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600	600-700	700-800	800-900	> 900	lx
-------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	-------	----

7.3.3 Rezultati analize vpliva brisolejev na osvetljenost prostora

V tem poglavju so predstavljeni rezultati vpliva horizontalnih in vertikalnih lamel brisolejev na osvetljenost izbranega prostora. Izbor variant in njihov opis je predstavljen v poglavju 6.1.3.

7.3.3.1 Rezultati analize vpliva brisolejev na osvetljenost prostora – Horizontalne lamele

V naslednjih štirih podpoglavjih so predstavljeni rezultati analize horizontalnih brisolejev (z različnimi širinami lamel) v vertikalni ravnini.

1) Rezultati analize - Horizontalne lamele širine 10 cm

V preglednicah 43 in 44 so prikazani rezultati dnevne osvetljenosti prostora na delovni ravnini 0,85 m, kjer sem analizirala vpliv različnih stopenj odprtosti/zaprтости horizontalnih lamel širne 10 cm na osvetljenost prostora. Pričakovala sem, da bo nivo osvetljenosti naraščal do določenega kota, nato pa padal, referenčna vrednost $E_{pov} \geq 500$ lx pa bo dosežena oziroma presežena le pri uporabi jasnega tipa neba pri določenih kotih.

Preglednica 43 prikazuje vrednosti količnika dnevne svetlobe pri CIE oblačnem nebu ob 12:00 uri za horizontalne lamele širne 10 cm. Referenčni vrednosti $KDS_{min} \geq 2,5$ % in $KDS_{pov} \geq 5$ % nista doseženi pri nobeni varianti. Vrednosti KDS_{min} se najbolj približa varianta kota 90° , ki od referenčne vrednosti odstopa za -1,6 odstotne točke, najmanj pa varianti kotov 15° in 150° , ki odstopata za -2,4 odstotne točke. Vrednosti KDS_{pov} se najbolj približa varianta kota 45° , ki od referenčne vrednosti odstopa za -1,1 odstotne točke, najmanj pa varianta kota 150° , ki odstopa za -4,4 odstotne točke. Pogoju $KDS_{pov}/KDS_{min} \leq 3/1$ je zadoščeno pri variantah kotov 90° in 120° , pri ostalih variantah pa pogoju ni zadoščeno, in sicer vrednosti razmerja referenčno vrednost presegajo za vrednosti od 0,9 do 13,0.

Preglednica 43: Količnik dnevne svetlobe - Horizontalne lamele širine 10 cm

	KDS_{min} [%]	KDS_{pov} [%]	KDS_{pov}/KDS_{min}
Izhodišče	1,2	6,6	5,5
HL 10cm 15°	0,1	1,6	16,0
HL 10cm 30°	0,3	3,2	10,7
HL 10cm 45°	0,5	3,9	7,8
HL 10cm 60°	0,7	3,8	5,4
HL 10cm 75°	0,8	3,1	3,9
HL 10cm 90°	0,9	2,3	2,6
HL 10cm 120°	0,4	1,2	3,0
HL 10cm 150°	0,1	0,6	6,0
Zahtevani pogoji	$\geq 2,5$	≥ 5	$\leq 3/1$

Preglednica 44 prikazuje nivo dnevne osvetljenosti prostora pri CIE oblačnem nebu, delno oblačnem nebu in CIE jasnem nebu ob 12:00 uri za horizontalne lamele širne 10 cm. Razvidno je, da so bila pričakovanja glede nivoja osvetljenosti v odvisnosti od kota lamel utemeljena. Pri oblačnem nebu pri nobeni varianti ni dosežena referenčna vrednost $E_{pov} \geq 500$ lx. Pri delno oblačnem nebu je vrednost E_{pov} presežena le pri kotu 60° na dan 21.3. (502,1 lx). Pri jasnem nebu je referenčna vrednost E_{pov} presežena na dan 21.6 pri kotih od 30° do 90° , na dan 21.3. in 21.12. pa je presežena pri kotih od 45° do 90° . Pri jasnem nebu se nivo osvetljenosti na dan 21.3. veča do kota 75° , na dan 21.6. do kota 45° in na dan 21.12. do kota 60° , nato nivo osvetljenosti pada.

Preglednica 44: Povprečna osvetljenost prostora - Horizontalne lamele širine 10 cm

Varianta	Izhodišče	HL 10cm 15°	HL 10cm 30°	HL 10cm 45°	HL 10cm 60°	HL 10cm 75°	HL 10cm 90°	HL 10cm 120°	HL 10cm 150°
CIE oblačno nebo									
E_{pov} dne 21.3. [lx]	410,6	97,9	223,5	242,5	236,3	194,0	143,2	72,7	35,7
E_{pov} dne 21.6. [lx]	606,3	145,5	330,2	361,3	348,7	287,3	211,3	106,8	51,0
E_{pov} dne 21.12. [lx]	240,0	57,7	129,8	142,0	137,0	113,4	83,5	43,0	21,0
Delno oblačno nebo									
E_{pov} dne 21.3. [lx]	761,5	148,3	386,4	478,6	502,1	422,9	297,0	117,3	48,3
E_{pov} dne 21.6. [lx]	775,1	187,1	428,2	459,1	437	364,1	263,6	124,9	58,7
E_{pov} dne 21.12. [lx]	500,2	84,4	227,1	301,5	344,8	312,6	227,7	86,9	32,1
CIE jasno nebo									
E_{pov} dne 21.3. [lx]	1053,3	242,5	480,3	694,2	960,1	1075,3	1012	448,8	155,1
E_{pov} dne 21.6. [lx]	961,0	224,7	806,1	1226,6	940,7	762,5	587,9	270,4	95,8
E_{pov} dne 21.12. [lx]	751,4	157,8	384,4	505,3	583,1	573,5	541,3	352,2	153,7

Skala:

0-100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600	600-700	700-800	800-900	> 900	lx
-------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	-------	----

2) Rezultati analize - Horizontalne lamele širine 15 cm

V preglednicah 45 in 46 so prikazani rezultati dnevne osvetljenosti prostora na delovni ravnini 0,85 m, kjer sem analizirala vpliv različnih stopenj odprtosti/zaprтости horizontalnih lamel širne 15 cm na osvetljenost prostora. Pričakovala sem, da bo nivo osvetljenosti naraščal do določenega kota, nato pa padal, referenčna vrednost $E_{pov} \geq 500$ lux pa bo dosežena oziroma presežena le pri uporabi jasnega tipa neba pri določenih kotih.

Preglednica 45 prikazuje vrednosti količnika dnevne svetlobe pri CIE oblačnem nebu ob 12:00 uri za horizontalne lamele širne 15 cm. Referenčni vrednosti $KDS_{min} \geq 2,5$ % in $KDS_{pov} \geq 5$ % nista doseženi pri nobeni varianti. Vrednosti KDS_{min} se najbolj približata varianti kotov 75° in 90° , ki od referenčne vrednosti odstopata za -1,7 odstotne točke, najmanj pa varianti kotov 15° in 150° , ki odstopata za -2,4 odstotne točke. Vrednosti KDS_{pov} se najbolj približata varianti kota 45° , ki od referenčne vrednosti

odstopa za -1,1 odstotne točke, najmanj pa se približa varianta kota 150°, ki odstopa za -4,4 odstotne točke. Pogoju $KDS_{pov}/KDS_{min} \leq 3/1$ ustrezata varianti kotov 90° in 120°, ki dosežeta vrednost 3,0, pri ostalih variantah pa pogoju ni zadoščeno, in sicer vrednosti razmerja KDS_{pov}/KDS_{min} referenčno vrednost presegajo za vrednosti od 1,0 do 14,0.

Preglednica 45: Količnik dnevne svetlobe - Horizontalne lamele širine 15 cm

	KDS _{min} [%]	KDS _{pov} [%]	KDS _{pov} /KDS _{min}
Izhodišče	1,2	6,6	5,5
HL 15cm 15°	0,1	1,7	17,0
HL 15cm 30°	0,3	3,2	10,7
HL 15cm 45°	0,5	3,9	7,8
HL 15cm 60°	0,7	3,8	5,4
HL 15cm 75°	0,8	3,2	4,0
HL 15cm 90°	0,8	2,4	3,0
HL 15cm 120°	0,4	1,2	3,0
HL 15cm 150°	0,1	0,6	6,0
Zahtevani pogoji	≥ 2,5	≥ 5	≤ 3/1

Preglednica 46 prikazuje nivo dnevne osvetljenosti prostora pri CIE oblačnem nebu, delno oblačnem nebu in CIE jasnem nebu ob 12:00 uri za horizontalne lamele širne 15 cm. Razvidno je, da so bila pričakovanja glede nivoja osvetljenosti v odvisnosti od kota lamel utemeljena.

Preglednica 46: Povprečna osvetljenost prostora - Horizontalne lamele širine 15 cm

Varianta	Izhodišče	HL 15cm 15°	HL 15cm 30°	HL 15cm 45°	HL 15cm 60°	HL 15cm 75°	HL 15cm 90°	HL 15cm 120°	HL 15cm 150°
CIE oblačno nebo									
E _{pov} dne 21.3. [lx]	410,6	105,8	200,5	241,9	238,0	198,9	147,5	76,7	40,0
E _{pov} dne 21.6. [lx]	606,3	155,1	294,1	355,5	351,3	293,0	217,3	113,3	58,7
E _{pov} dne 21.12. [lx]	240,0	61,7	117,5	140,1	140,1	115,1	85,3	43,9	23,0
Delno oblačno nebo									
E _{pov} dne 21.3. [lx]	761,5	160,3	352,7	471,6	503,3	430,7	304,9	122,4	55,4
E _{pov} dne 21.6. [lx]	775,1	202,1	388,9	449,0	443,2	363	268,9	128,8	64,7
E _{pov} dne 21.12. [lx]	500,2	91,1	201,1	297,5	342,4	316,3	232,8	88,3	35,5
CIE jasno nebo									
E _{pov} dne 21.3. [lx]	1053,3	243,1	481,3	678,8	962,1	1077,0	1011,1	450,5	163,7
E _{pov} dne 21.6. [lx]	961,0	239,0	717,5	1203,1	952,2	779,0	600,2	280,4	114,6
E _{pov} dne 21.12. [lx]	751,4	156,3	337,1	498,9	571,5	577,6	542,7	352,1	161,1

Skala:

0-100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600	600-700	700-800	800-900	> 900	lx
-------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	-------	----

Pri oblačnem nebu pri nobeni varianti ni dosežena referenčna vrednost $E_{pov} \geq 500$ lx. Pri delno oblačnem nebu je vrednost E_{pov} presežena le pri kotu 60° na dan 21.3. (503,3 lx). Pri jasnem nebu je referenčna vrednost E_{pov} presežena na dan 21.3. pri kotih od 45° do 90°, na dan 21.6. pri kotih od 30°

do 90° in na dan 21.12. pri kotih od 60° do 90°. Pri jasnem nebu se nivo osvetljenosti na dan 21.3. viša do kota 75°, na dan 21.6. do kota 45° in na dan 21.12. do kota 75°, nato nivo postopoma pada.

3) Rezultati analize - Horizontalne lamele širine 21 cm

V preglednicah 47 in 48 so prikazani rezultati dnevne osvetljenosti prostora na delovni ravnini 0,85 m, kjer sem analizirala vpliv različnih stopenj odprtosti/zaprтости horizontalnih lamel širne 21 cm na osvetljenost prostora. Pričakovala sem, da bo nivo osvetljenosti naraščal do določenega kota, nato pa padal, referenčna vrednost $E_{pov} \geq 500$ lx pa bo dosežena oziroma presežena le pri uporabi jasnega tipa neba pri določenih kotih.

Preglednica 47 prikazuje vrednosti količnika dnevne svetlobe pri CIE oblačnem nebu ob 12:00 uri za horizontalne lamele širne 21 cm. Referenčni vrednosti $KDS_{min} \geq 2,5$ % in $KDS_{pov} \geq 5$ % nista doseženi pri nobeni varianti. Vrednosti KDS_{min} se najbolj približa varianta kota 90°, ki od referenčne vrednosti odstopa za -1,6 odstotne točke, najmanj pa varianti kotov 15° in 150°, ki odstopata za -2,4 odstotne točke. Vrednosti KDS_{pov} se najbolj približa varianta kota 45°, ki od referenčne vrednosti odstopa za -1,0 odstotne točke, najmanj pa se približa varianta kota 150°, ki odstopa za -4,3 odstotne točke. Pri variantah kotov 90° in 120° je zadoščeno kriteriju $KDS_{pov}/KDS_{min} \leq 3/1$, pri ostalih variantah pa pogoju ni zadoščeno, in sicer vrednosti razmerja KDS_{pov}/KDS_{min} referenčno vrednost presegajo za vrednosti od 1,1 do 15,0.

Preglednica 47: Količnik dnevne svetlobe - Horizontalne lamele širine 21 cm

	KDS_{min} [%]	KDS_{pov} [%]	KDS_{pov}/KDS_{min}
Izhodišče	1,2	6,6	5,5
HL 21cm 15°	0,1	1,8	18,0
HL 21cm 30°	0,3	3,3	11,0
HL 21cm 45°	0,5	4,0	8,0
HL 21cm 60°	0,7	3,8	5,4
HL 21cm 75°	0,8	3,3	4,1
HL 21cm 90°	0,9	2,5	2,8
HL 21cm 120°	0,4	1,2	3,0
HL 21cm 150°	0,1	0,7	7,0
Zahtevani pogoji	$\geq 2,5$	≥ 5	$\leq 3/1$

Preglednica 48 prikazuje nivo dnevne osvetljenosti prostora pri CIE oblačnem nebu, delno oblačnem nebu in CIE jasnem nebu ob 12:00 uri za horizontalne lamele širne 21 cm. Razvidno je, da so bila pričakovanja glede nivoja osvetljenosti v odvisnosti od kota lamel utemeljena. Pri oblačnem nebu pri nobeni varianti ni dosežena referenčna vrednost $E_{pov} \geq 500$ lx. Pri delno oblačnem nebu je vrednost E_{pov} presežena le pri kotu 60° na dan 21.3. (509,3 lx). Pri jasnem nebu je referenčna vrednost E_{pov} presežena na dan 21.3. pri kotih od 45° do 90°, na dan 21.6. pri kotih od 30° do 90° in na dan 21.12.

pri kotih od 60° do 90°. Pri jasnem nebu se nivo osvetljenosti na dan 21.3. viša do kota 75°, nato od kota 90° naprej pada, na dan se 21.6. nivo viša do kota 45°, od kota 60° naprej pada in na dan 21.12. do kota 75°, od kota 90° pa nivo osvetljenosti pada.

Preglednica 48: Povprečna osvetljenost prostora - Horizontalne lamele širine 21 cm

Varianta	Izhodišče	HL 21cm 15°	HL 21cm 30°	HL 21cm 45°	HL 21cm 60°	HL 21cm 75°	HL 21cm 90°	HL 21cm 120°	HL 21cm 150°
CIE oblačno nebo									
E _{pov} dne 21.3. [lx]	410,6	114,0	206,9	245,5	241,0	200,7	150,7	77,1	41,9
E _{pov} dne 21.6. [lx]	606,3	168,1	306,9	365,9	354,7	293,1	219,9	112,3	64,1
E _{pov} dne 21.12. [lx]	240,0	67,0	121,0	143,6	141,6	117,5	89,6	45,0	25,1
Delno oblačno nebo									
E _{pov} dne 21.3. [lx]	761,5	168,9	355,5	483,7	509,3	432,1	307,8	121,7	58,5
E _{pov} dne 21.6. [lx]	775,1	217,8	399,7	460,9	448,9	373,1	274,5	130,7	69,8
E _{pov} dne 21.12. [lx]	500,2	97,6	208,4	300,6	344,9	314,6	232,2	89,4	38,1
CIE jasno nebo									
E _{pov} dne 21.3. [lx]	1053,3	245,7	483,3	690,1	963,4	1085,2	1001,1	431,0	161,2
E _{pov} dne 21.6. [lx]	961,0	253,9	718,9	1204,0	948,4	776,2	600,0	268,0	112,6
E _{pov} dne 21.12. [lx]	751,4	164,0	332,7	494,0	570,3	578,0	538,2	340,1	151,9

Skala:

0-100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600	600-700	700-800	800-900	> 900	lx
-------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	-------	----

4) Rezultati analize - Horizontalne lamele širine 30 cm

V preglednicah 49 in 50 so prikazani rezultati dnevne osvetljenosti prostora na delovni ravnini 0,85 m, kjer sem analizirala vpliv različnih stopenj odprtosti/zaprтости horizontalnih lamel širne 30 cm na osvetljenost prostora. Pričakovala sem, da bo tudi pri tej varianti horizontalnih lamel, kot pri prejšnjih treh, nivo osvetljenosti naraščal do določenega kota, nato pa padal, referenčna vrednost $E_{pov} \geq 500$ lx pa bo prav tako dosežena oziroma presežena le pri uporabi jasnega tipa neba pri določenih kotih lamel.

Preglednica 49 prikazuje vrednosti količnika dnevne svetlobe pri CIE oblačnem nebu ob 12:00 uri za horizontalne lamele širne 30 cm. Razvidno je, da referenčne vrednosti $KDS_{min} \geq 2,5\%$, $KDS_{pov} \geq 5\%$ in $KDS_{pov}/KDS_{min} \leq 3/1$ niso dosežene pri nobeni varianti. Vrednosti KDS_{min} se najbolj približata varianti kotov 75° in 90°, ki od referenčne vrednosti odstopata za -1,7 odstotne točke, najmanj pa varianti kotov 15° in 150°, ki odstopata za -2,4 odstotne točke. Vrednosti KDS_{pov} se najbolj približata varianti kota 45°, ki od referenčne vrednosti odstopa za -0,9 odstotne točke, najmanj pa se približata varianti kota 150°, ki odstopa za -4,2 odstotne točke. Vrednosti razmerja KDS_{pov}/KDS_{min} se najbolj približata varianti kota 90°, ki referenčno vrednost presega le za vrednost 0,1, najmanj pa se približata varianti kota 15°, ki referenčno vrednost presega za vrednost 18,0.

Preglednica 49: Količnik dnevne svetlobe - Horizontalne lamele širine 30 cm

	KDS _{min} [%]	KDS _{pov} [%]	KDS _{pov} /KDS _{min}
Izhodišče	1,2	6,6	5,5
HL 30cm 15°	0,1	2,1	21,0
HL 30cm 30°	0,3	3,3	11,0
HL 30cm 45°	0,5	4,1	8,2
HL 30cm 60°	0,7	4,0	5,7
HL 30cm 75°	0,8	3,4	4,3
HL 30cm 90°	0,8	2,5	3,1
HL 30cm 120°	0,4	1,3	3,3
HL 30cm 150°	0,1	0,8	8,0
Zahtevani pogoji	≥ 2,5	≥ 5	≤ 3/1

Preglednica 50 prikazuje nivo dnevne osvetljenosti prostora pri CIE oblačnem nebu, delno oblačnem nebu in CIE jasnem nebu ob 12:00 uri za horizontalne lamele širne 30 cm. Razvidno je, da so bila pričakovanja glede nivoja osvetljenosti v odvisnosti od kota lamel utemeljena. Pri oblačnem nebu pri nobeni varianti ni dosežena referenčna vrednost $E_{pov} \geq 500$ lx. Pri delno oblačnem nebu je vrednost E_{pov} presežena le pri kotu 60° na dan 21.3. (516,9 lx). Pri jasnem nebu je referenčna vrednost E_{pov} presežena na dan 21.3. pri kotih od 45° do 90°, na dan 21.6. pri kotih od 30° do 90° in na dan 21.12. pri kotih od 60° do 90°. Pri jasnem nebu se nivo osvetljenosti na dan 21.3. viša do kota 75°, nato od kota 90° naprej pada, na dan se 21.6. nivo viša do kota 45°, od kota 60° naprej pada in na dan 21.12. se nivo viša do kota 60°, od kota 75° pa nivo osvetljenosti pada.

Preglednica 50: Povprečna osvetljenost prostora - Horizontalne lamele širine 30 cm

Varianta	Izhodišče	HL 30cm 15°	HL 30cm 30°	HL 30cm 45°	HL 30cm 60°	HL 30cm 75°	HL 30cm 90°	HL 30cm 120°	HL 30cm 150°
CIE oblačno nebo									
E_{pov} dne 21.3. [lx]	410,6	124,6	205,1	252,2	249,2	209,3	156,2	79,7	48,0
E_{pov} dne 21.6. [lx]	606,3	182,8	307,1	379,1	365,0	300,3	228,2	118,8	71,9
E_{pov} dne 21.12. [lx]	240,0	72,7	122,1	149,2	144,8	120,0	90,3	47,5	29,4
Delno oblačno nebo									
E_{pov} dne 21.3. [lx]	761,5	182,0	362,9	485,2	516,9	440,9	311,6	126,7	65,7
E_{pov} dne 21.6. [lx]	775,1	234,8	391,7	473,6	460,7	382,3	283,4	138,7	79,9
E_{pov} dne 21.12. [lx]	500,2	103,4	205,4	302,2	351,1	321,9	236,5	91,9	41,4
CIE jasno nebo									
E_{pov} dne 21.3. [lx]	1053,3	254,9	467,0	687,6	966,8	1073,7	983,1	437,2	169,8
E_{pov} dne 21.6. [lx]	961,0	271,0	678,9	1199,4	982,5	811,4	625,2	276,8	122,0
E_{pov} dne 21.12. [lx]	751,4	159,4	318,5	482,0	575,9	575,1	538,6	339,1	149,9

Skala:

0-100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600	600-700	700-800	800-900	> 900	lx
-------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	-------	----

7.3.3.2 Rezultati analize vpliva brisolejev na osvetljenost prostora – Vertikalne lamele

V naslednjih štirih podpoglavjih so predstavljeni rezultati analize vertikalnih brisolejev (z različnimi širinami lamel) v vertikalni ravnini.

1) Rezultati analize - Vertikalne lamele širine 10 cm

V preglednicah 51 in 52 so prikazani rezultati dnevne osvetljenosti prostora na delovni ravnini 0,85 m, kjer sem analizirala vpliv različnih stopenj odprtosti/zaprтости vertikalnih lamel širne 10 cm na osvetljenost prostora. Pričakovala sem, da bodo zaradi simetrije zelo podobni rezultati za pare kotov 30° in 150°, 45° in 135°, 60° in 120°, 75° in 105°, osvetljenost pa bo naraščala do kota 90° in nato padala.

Preglednica 51 prikazuje vrednosti količnika dnevne svetlobe pr CIE oblačnem nebu ob 12:00 uri za vertikalne lamele širine 10 cm. Razvidno je, da referenčne vrednosti $KDS_{min} \geq 2,5 \%$, $KDS_{pov} \geq 5 \%$ in $KDS_{pov}/KDS_{min} \leq 3/1$ niso dosežene pri nobeni varianti. Vrednosti KDS_{min} se najbolj približa varianta kota 90°, ki od referenčne vrednosti odstopa za -1,8 odstotne točke, najmanj pa varianti kotov 30° in 150°, ki odstopata za -2,3 odstotne točke. Vrednosti KDS_{pov} se podobno kot pri KDS_{min} najbolj približa varianta kota 90°, ki od referenčne vrednosti odstopa za -1,6 odstotne točke, najmanj pa se približata varianti kotov 30° in 150°, ki odstopata za -3,5 odstotne točke. Vrednosti razmerja KDS_{pov}/KDS_{min} se prav tako najbolj približa varianta kota 90°, ki referenčno vrednost presega za vrednost 1,9, najmanj pa se približata varianti kotov 45° in 135°, ki referenčno vrednost presegata za vrednost 8,0.

Preglednica 51: Količnik dnevne svetlobe - Vertikalne lamele širine 10 cm

	KDS_{min} [%]	KDS_{pov} [%]	KDS_{pov}/KDS_{min}
Izhodišče	1,2	6,6	5,5
VL 10cm 30°	0,2	1,5	7,5
VL 10cm 45°	0,2	2,2	11,0
VL 10cm 60°	0,4	3,0	7,5
VL 10cm 75°	0,5	3,3	6,6
VL 10cm 90°	0,7	3,4	4,9
VL 10cm 105°	0,5	3,3	6,6
VL 10cm 120°	0,4	3,0	7,5
VL 10cm 135°	0,2	2,2	11,0
VL 10cm 150°	0,2	1,5	7,5
Zahtevani pogoji	$\geq 2,5$	≥ 5	$\leq 3/1$

Preglednica 52 prikazuje nivo dnevne osvetljenosti prostora pri CIE oblačnem nebu, delno oblačnem nebu in CIE jasnem nebu ob 12:00 uri za vertikalne lamele širine 10 cm. Razvidno je, da so bila pričakovanja glede simetrije rezultatov pravilna. Pri oblačnem in delno oblačnem nebu pri nobeni

varianti ni dosežena referenčna vrednost $E_{pov} \geq 500$ lx, osvetljenost na vse tri dni narašča do kota 90° , nato pada. Pri jasnem nebu je referenčna vrednost E_{pov} presežena na dan 21.3. pri kotih od 45° do 135° , na dan 21.6. pri kotih od 60° do 120° in na dan 21.12. pri kotih od 75° do 105° . Pri jasnem nebu je prav tako vidna simetrija rezultatov, le da tukaj na vse tri dni višek naraščanja osvetljenosti ni pri kotu 90° , ampak pri kotu 75° oziroma 105° .

Preglednica 52: Povprečna osvetljenost prostora - Vertikalne lamele širine 10 cm

Varianta	Izhodišče	VL 10cm 30°	VL 10cm 45°	VL 10cm 60°	VL 10cm 75°	VL 10cm 90°	VL 10cm 105°	VL 10cm 120°	VL 10cm 135°	VL 10cm 150°
CIE oblačno nebo										
E_{pov} dne 21.3. [lx]	410,6	95,3	136,1	181,4	204,8	211,5	203,3	179,8	144,5	93,9
E_{pov} dne 21.6. [lx]	606,3	141,6	201,9	267,1	303,1	312,3	299,2	267,1	211,3	138,0
E_{pov} dne 21.12. [lx]	240,0	55,1	80,1	106,7	120,2	124	119,2	106,0	84,2	55,2
Delno oblačno nebo										
E_{pov} dne 21.3. [lx]	761,5	149,0	241,8	354,5	426,3	451,5	424,2	350,3	251,9	148,1
E_{pov} dne 21.6. [lx]	775,1	171,3	253,7	345,8	403,2	422,4	404	344,3	267,6	169
E_{pov} dne 21.12. [lx]	500,2	97,7	156,1	227,8	281,8	301,3	283,3	226,9	164,9	97,4
CIE jasno nebo										
E_{pov} dne 21.3. [lx]	1053,3	361	509	662	712,8	687,2	714,4	664,6	537	358,6
E_{pov} dne 21.6. [lx]	961	324,2	446	559,8	581,6	563,8	584,5	563,5	472,5	323,4
E_{pov} dne 21.12. [lx]	751,4	246,1	351,2	464,9	508,3	500,1	511,2	468,1	367,1	246,6

Skala:

0-100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600	600-700	700-800	800-900	> 900	lx
-------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	-------	----

2) Rezultati analize - Vertikalne lamele širine 21 cm

V preglednicah 53 in 54 so prikazani rezultati dnevne osvetljenosti prostora na delovni ravnini 0,85 m, kjer sem analizirala vpliv različnih stopenj odprtosti/zaprтости vertikalnih lamel širne 10 cm na osvetljenost prostora. Pričakovala sem, da bodo zaradi simetrije zelo podobni rezultati za pare kotov 30° in 150° , 45° in 135° , 60° in 120° , 75° in 105° , osvetljenost pa bo naraščala do kota 90° in nato padala.

Preglednica 53 prikazuje vrednosti količnika dnevne svetlobe pr CIE oblačnem nebu ob 12:00 uri za vertikalne lamele širine 21 cm. Razvidno je, da referenčne vrednosti $KDS_{min} \geq 2,5\%$, $KDS_{pov} \geq 5\%$ in $KDS_{pov}/KDS_{min} \leq 3/1$ niso dosežene pri nobeni varianti. Vrednosti KDS_{min} se najbolj približa varianta kota 90° , ki od referenčne vrednosti odstopa za -1,8 odstotne točke, najmanj pa variante kotov 30° , 45° , 135° in 150° , ki odstopajo za -2,3 odstotne točke. Vrednosti KDS_{pov} se podobno kot pri KDS_{min} najbolj približa varianta kota 90° , ki od referenčne vrednosti odstopa za -1,5 odstotne točke, najmanj pa se približata varianti kotov 30° in 150° , ki odstopata za -3,3 odstotne točke. Vrednosti razmerja KDS_{pov}/KDS_{min} se prav tako najbolj približa varianta kota 90° , ki referenčno vrednost presega za

vrednost 2,0, najmanj pa se približata varianti kotov 45° in 135°, ki referenčno vrednost presegata za vrednost 8,5.

Preglednica 53: Količnik dnevne svetlobe - Vertikalne lamele širine 21 cm

	KDS _{min} [%]	KDS _{pov} [%]	KDS _{pov} /KDS _{min}
Izhodišče	1,2	6,6	5,5
VL 21cm 30°	0,2	1,7	8,5
VL 21cm 45°	0,2	2,3	11,5
VL 21cm 60°	0,4	3,0	7,5
VL 21cm 75°	0,5	3,4	6,8
VL 21cm 90°	0,7	3,5	5,0
VL 21cm 105°	0,5	3,4	6,8
VL 21cm 120°	0,4	3,0	7,5
VL 21cm 135°	0,2	2,3	11,5
VL 21cm 150°	0,2	1,7	8,5
Zahtevani pogoji	≥ 2,5	≥ 5	≤ 3/1

Preglednica 54 prikazuje nivo dnevne osvetljenosti prostora pri CIE oblačnem nebu, delno oblačnem nebu in CIE jasnem nebu ob 12:00 uri za vertikalne lamele širine 21 cm. Razvidno je, da so bila pričakovanja glede simetrije rezultatov pravilna. Pri oblačnem in delno oblačnem nebu pri nobeni varianti ni dosežena referenčna vrednost $E_{pov} \geq 500$ lx, osvetljenost na vse tri dni narašča do kota 90°, nato pada. Pri jasnem nebu je referenčna vrednost E_{pov} presežena na dan 21.3. pri kotih od 45° do 135°, na dan 21.6. pri kotih od 60° do 120° in na dan 21.12. pri kotih od 75° do 105°. Pri jasnem nebu je prav tako vidna simetrija rezultatov, le da tu, na vse tri dni, višek naraščanja osvetljenosti ni pri kotu 90°, ampak pri kotu 75° oziroma 105°.

Preglednica 54: Povprečna osvetljenost prostora - Vertikalne lamele širine 21 cm

Varianta	Izhodišče	VL 21cm 30°	VL 21cm 45°	VL 21cm 60°	VL 21cm 75°	VL 21cm 90°	VL 21cm 105°	VL 21cm 120°	VL 21cm 135°	VL 21cm 150°
CIE oblačno nebo										
E_{pov} dne 21.3. [lx]	410,6	107,1	142	187,2	210	216,8	212,5	186,1	150,6	107,2
E_{pov} dne 21.6. [lx]	606,3	158,3	213,8	276,9	315,6	323,1	313,5	275,8	221,3	155,9
E_{pov} dne 21.12. [lx]	240	62,5	83,6	109,4	123,4	127,2	124,2	109,1	85,4	62,2
Delno oblačno nebo										
E_{pov} dne 21.3. [lx]	761,5	168,6	251,3	359,6	429,1	456	430,2	358,9	263,6	166,2
E_{pov} dne 21.6. [lx]	775,1	189,1	268,2	357,4	417,2	431,1	413,5	357,1	278,3	186,2
E_{pov} dne 21.12. [lx]	500,2	106,3	164,1	232	283,1	302,1	283,6	232,1	172,3	105,9
CIE jasno nebo										
E_{pov} dne 21.3. [lx]	1053,3	362	528,3	658,8	710,5	684,1	715,2	661,9	537,1	361,5
E_{pov} dne 21.6. [lx]	961	338	467,6	561,5	592,3	566,9	590,7	562,9	479,2	334,8
E_{pov} dne 21.12. [lx]	751,4	249,2	365,5	458,7	507,6	503,6	510,6	459,6	373,2	249,1

Skala:

0-100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600	600-700	700-800	800-900	> 900	lx
-------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	-------	----

3) Rezultati analize - Vertikalne lamele širine 31 cm

V preglednicah 55 in 56 so prikazani rezultati dnevne osvetljenosti prostora na delovni ravnini 0,85 m, kjer sem analizirala vpliv različnih stopenj odprtosti/zaprтости vertikalnih lamel širine 31 cm na osvetljenost prostora. Pričakovala sem, da bodo zaradi simetrije zelo podobni rezultati za pare kotov 30° in 150°, 45° in 135°, 60° in 120°, 75° in 105°, osvetljenost pa bo naraščala do kota 90° in nato padala.

Preglednica 55 prikazuje vrednosti količnika dnevne svetlobe pri CIE oblačnem nebu ob 12:00 uri za vertikalne lamele širine 31 cm. Pogoji $KDS_{min} \geq 2,5 \%$, $KDS_{pov} \geq 5 \%$ in $KDS_{pov}/KDS_{min} \leq 3/1$ niso izpolnjeni pri nobeni varianti. Vrednosti KDS_{min} se najbolj približa varianta kota 90°, ki od referenčne vrednosti odstopa za -1,8 odstotne točke, najmanj pa varianti kotov 30° in 150°, ki odstopata za -2,3 odstotne točke. Vrednosti KDS_{pov} , se podobno kot pri KDS_{min} , najbolj približa varianta kota 90°, ki od referenčne vrednosti odstopa za -1,3 odstotne točke, najmanj pa se približata varianti kotov 30° in 150°, ki odstopata za -3,1 odstotne točke. Vrednosti razmerja KDS_{pov}/KDS_{min} se prav tako najbolj približa varianta kota 90°, ki referenčno vrednost presega za vrednost 2,1, najmanj pa se približata varianti kotov 30° in 150°, ki referenčno vrednost presegata za vrednost 6,5.

Preglednica 55: Količnik dnevne svetlobe - Vertikalne lamele širine 31 cm

	KDS_{min} [%]	KDS_{pov} [%]	KDS_{pov}/KDS_{min}
Izhodišče	1,2	6,6	5,5
VL 31cm 30°	0,2	1,9	9,5
VL 31cm 45°	0,3	2,6	8,7
VL 31cm 60°	0,4	3,2	8,0
VL 31cm 75°	0,6	3,6	6,0
VL 31cm 90°	0,7	3,7	5,3
VL 31cm 105°	0,6	3,6	6,0
VL 31cm 120°	0,4	3,2	8,0
VL 31cm 135°	0,3	2,6	8,7
VL 31cm 150°	0,2	1,9	9,5
Zahtevani pogoji	$\geq 2,5$	≥ 5	$\leq 3/1$

Preglednica 56 prikazuje nivo dnevne osvetljenosti prostora pri CIE oblačnem nebu, delno oblačnem nebu in CIE jasnem nebu ob 12:00 uri za vertikalne lamele širine 31 cm. Razvidno je, da so bila pričakovanja glede simetrije rezultatov pravilna. Pri oblačnem in delno oblačnem nebu pri nobeni varianti ni dosežena referenčna vrednost $E_{pov} \geq 500$ lx, osvetljenost na vse tri dni narašča do kota 90°, nato pada. Pri jasnem nebu je referenčna vrednost E_{pov} presežena na dan 21.3. pri kotih od 45° do 135°, na dan 21.6. pri kotih od 60° do 120° in na dan 21.12. pri kotih od 75° do 105°. Pri jasnem nebu je prav tako vidna simetrija rezultatov, le da tu, vse tri analizirane dni, višek naraščanja vrednosti osvetljenosti ni pri kotu 90°, ampak pri kotu 75° oziroma 105°.

Preglednica 56: Povprečna osvetljenost prostora - Vertikalne lamele širine 31 cm

Varianta	Izhodišče	VL 31cm 30°	VL 31cm 45°	VL 31cm 60°	VL 31cm 75°	VL 31cm 90°	VL 31cm 105°	VL 31cm 120°	VL 31cm 135°	VL 31cm 150°
CIE oblačno nebo										
E_{pov} dne 21.3. [lx]	410,6	119,7	161,7	196,9	219,5	225,4	217,1	197,2	162,4	116,1
E_{pov} dne 21.6. [lx]	606,3	175,2	241,1	291,4	326,4	332,1	323,5	291,1	241	174,3
E_{pov} dne 21.12. [lx]	240,0	69	95,2	115,5	129,5	131,6	127,3	114,9	94,8	69,8
Delno oblačno nebo										
E_{pov} dne 21.3. [lx]	761,5	177,8	276,9	367,2	438,3	460,4	440,6	370,4	276,8	181,7
E_{pov} dne 21.6. [lx]	775,1	208,4	299,6	376,6	426,9	443,9	423,7	372,3	296,8	208,9
E_{pov} dne 21.12. [lx]	500,2	111,6	175,2	238,5	288,9	307,2	288,7	238	176,8	114,1
CIE jasno nebo										
E_{pov} dne 21.3. [lx]	1053,3	369,9	538,3	669,2	716,6	694,9	717,5	668,1	539	367,7
E_{pov} dne 21.6. [lx]	961,0	355,9	485,3	576,3	598,9	575,3	598,0	582,4	483,8	352,8
E_{pov} dne 21.12. [lx]	751,4	246,7	362,9	467,4	510,2	501,5	511,3	464,6	367,3	247,9

Skala:

0-100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600	600-700	700-800	800-900	> 900	lx
-------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	-------	----

4) Rezultati analize - Vertikalne lamele širine 50 cm

V preglednicah 57 in 58 so prikazani rezultati dnevne osvetljenosti prostora na delovni ravnini 0,85 m, kjer sem analizirala vpliv različnih stopenj odprtosti/zaprтости vertikalnih lamel širne 50 cm na osvetljenost prostora. Pričakovala sem, da bodo tudi pri tej širini lamel zaradi simetrije zelo podobni rezultati za pare kotov 30° in 150°, 45° in 135°, 60° in 120°, 75° in 105°, višek nivoja osvetljenosti pa bo prav tako pri kotu 90°.

Preglednica 57 prikazuje vrednosti količnika dnevne svetlobe pri CIE oblačnem nebu ob 12:00 uri za vertikalne lamele širine 50 cm. Tudi pri tej širini vertikalnih lamel so rezultati podobni kot pri ostalih treh analiziranih širinah. Referenčne vrednosti $KDS_{min} \geq 2,5 \%$, $KDS_{pov} \geq 5 \%$ in $KDS_{pov}/KDS_{min} \leq 3/1$ niso dosežene pri nobeni varianti. Vrednosti KDS_{min} se najbolj približa varianta kota 90°, ki od referenčne vrednosti odstopa za -1,7 odstotne točke, najmanj pa varianti kotov 30° in 150°, ki odstopata za -2,2 odstotne točke. Vrednosti KDS_{pov} , se podobno kot pri KDS_{min} , najbolj približa varianta kota 90°, ki od referenčne vrednosti odstopa za -1,2 odstotne točke, najmanj pa se približata varianti kotov 30° in 150°, ki odstopata za -2,7 odstotne točke. Vrednosti razmerja KDS_{pov}/KDS_{min} se prav tako najbolj približa varianta kota 90°, ki referenčno vrednost presega za vrednost 1,8, najmanj pa se približata varianti kotov 45° in 135°, ki referenčno vrednost presegata za vrednost 6,7.

Preglednica 57: Količnik dnevne svetlobe - Vertikalne lamele širine 50 cm

	KDS _{min} [%]	KDS _{pov} [%]	KDS _{pov} /KDS _{min}
Izhodišče	1,2	6,6	5,5
VL 50cm 30°	0,3	2,3	7,7
VL 50cm 45°	0,3	2,9	9,7
VL 50cm 60°	0,5	3,5	7,0
VL 50cm 75°	0,6	3,7	6,2
VL 50cm 90°	0,8	3,8	4,8
VL 50cm 105°	0,6	3,7	6,2
VL 50cm 120°	0,5	3,5	7,0
VL 50cm 135°	0,3	2,9	9,7
VL 50cm 150°	0,3	2,3	7,7
Zahtevani pogoji	≥ 2,5	≥ 5	≤ 3/1

Preglednica 58 prikazuje nivo dnevne osvetljenosti prostora pri CIE oblačnem nebu, delno oblačnem nebu in CIE jasnem nebu ob 12:00 uri za vertikalne lamele širine 50 cm. Razvidno je, da so bila pričakovanja glede simetrije rezultatov pravilna. Pri oblačnem in delno oblačnem nebu pri nobeni varianti ni dosežena referenčna vrednost $E_{pov} \geq 500$ lx, osvetljenost na vse tri dni narašča do kota 90°, nato pada. Pri jasnem nebu je referenčna vrednost E_{pov} presežena na dan 21.3. in 21.6. pri kotih od 45° do 135° in na dan 21.12. pri kotih od 75° do 105°. Pri jasnem nebu je prav tako vidna simetrija rezultatov, le da tu, vse tri dni, višek naraščanja osvetljenosti ni pri kotu 90°, ampak pri kotu 75° oziroma 105°.

Preglednica 58: Povprečna osvetljenost prostora - Vertikalne lamele širine 50 cm

Varianta	Izhodišče	VL 50cm 30°	VL 50cm 45°	VL 50cm 60°	VL 50cm 75°	VL 50cm 90°	VL 50cm 105°	VL 50cm 120°	VL 50cm 135°	VL 50cm 150°
CIE oblačno nebo										
E_{pov} dne 21.3. [lx]	410,6	139,4	177,2	214,9	231,2	236,8	231,1	212,3	181,1	138,1
E_{pov} dne 21.6. [lx]	606,3	203,5	265,2	314,9	343,8	350,2	341,3	312,5	267,9	202,9
E_{pov} dne 21.12. [lx]	240,0	81,6	104,3	125,2	134,8	138,8	136,5	123,8	104,7	81,2
Delno oblačno nebo										
E_{pov} dne 21.3. [lx]	761,5	206,9	300,1	394,5	452,5	476,3	453,7	392,0	301,3	206,3
E_{pov} dne 21.6. [lx]	775,1	245,0	328,9	404,9	445,8	462,6	445,3	402,5	328,4	242,5
E_{pov} dne 21.12. [lx]	500,2	129,0	189,7	251,3	296,1	314,8	296,8	253,4	191,0	129,1
CIE jasno nebo										
E_{pov} dne 21.3. [lx]	1053,3	374,8	548,7	675,1	726,1	705,0	721,9	676,2	547,4	379,6
E_{pov} dne 21.6. [lx]	961,0	374,9	501,6	590,7	615,7	592,7	612,6	597,1	500,9	371,0
E_{pov} dne 21.12. [lx]	751,4	252,6	365,9	468,0	517,2	513,3	518,0	470,5	371,2	256,2

Skala:

0-100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600	600-700	700-800	800-900	> 900	lx
-------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	-------	----

7.3.3.3 Rezultati analize vpliva brisolejev na osvetljenost prostora – Nadstrešek z lamelami

V naslednjih dveh podpoglavjih so predstavljeni rezultati analize horizontalnih brisolejev v horizontalni ravnini različnih širin.

1) Rezultati analize - Nadstrešek z lamelami, širine 1,5 m

V preglednicah 59 in 60 so prikazani rezultati dnevne osvetljenosti prostora na delovni ravnini 0,85 m, kjer sem analizirala vpliv različnih stopenj odprtosti/zaprтости lamel nadstreška širine 1,5 m na osvetljenost prostora. Pričakovala sem, da bo nivo osvetljenosti naraščal do določenega kota, nato pa padal, referenčna vrednost $E_{pov} \geq 500$ lx pa bo dosežena pri uporabi jasnega tipa neba pri vseh variantah.

Preglednica 59 prikazuje vrednosti količnika dnevne svetlobe pri CIE oblačnem nebu ob 12:00 uri za nadstrešek z lamelami širine 1,5 m. Vrednost KDS_{pov} ustreza pogoju pri kotih od 30° do 75° , pri ostalih variantah pogoju $KDS_{pov} \geq 5\%$ ni zadoščeno. Pogoja $KDS_{min} \geq 2,5\%$ in $KDS_{pov}/KDS_{min} \leq 3/1$ nista dosežena pri nobeni varianti, vrednosti KDS_{min} od referenčne vrednosti odstopajo od -1,4 do -1,6 odstotne točke, vrednosti KDS_{pov}/KDS_{min} pa referenčno vrednost presegajo za vrednost od 1,1 do 2,8.

Preglednica 59: Količnik dnevne svetlobe - Nadstrešek z lamelami, širine 1,5 m

	KDS_{min} [%]	KDS_{pov} [%]	KDS_{pov}/KDS_{min}
Izhodišče	1,2	6,6	5,5
N 1,5m L 15°	1,0	4,4	4,4
N 1,5m L 30°	1,1	5,3	4,8
N 1,5m L 45°	1,1	5,8	5,3
N 1,5m L 60°	1,0	5,8	5,8
N 1,5m L 75°	0,9	5,2	5,8
N 1,5m L 90°	0,9	4,4	4,9
N 1,5m L 120°	0,9	3,8	4,2
N 1,5m L 150°	0,9	3,7	4,1
Zahtevani pogoji	$\geq 2,5$	≥ 5	$\leq 3/1$

Preglednica 60 prikazuje nivo dnevne osvetljenosti prostora pri CIE oblačnem nebu, delno oblačnem nebu in CIE jasnem nebu ob 12:00 uri za nadstrešek z lamelami širine 1,5 m. Razvidno je, da so bila pričakovanja glede nivoja osvetljenosti v odvisnosti od kota lamel utemeljena. Vrednosti osvetljenosti pri vseh tipih neba na vse tri dni do kota 45° naraščajo, nato padajo. Pri oblačnem nebu je referenčna vrednost $E_{pov} \geq 500$ lx presežena na dan 21.6. za varianti kotov 45° (533,2 lx) in 60° (526,0 lx). Pri delno oblačnem nebu je vrednost E_{pov} presežena na dan 21.3. pri kotih od 15° do 75° in na dan 21.6. pri kotih od 30° do 75° . Pri jasnem nebu je referenčna vrednost E_{pov} presežena na vse tri dni pri vseh variantah.

Preglednica 60: Povprečna osvetljenost prostora - Nadstrešek z lamelami, širine 1,5 m

Varianta	Izhodišče	N 1,5m L 15°	N 1,5m L 30°	N 1,5m L 45°	N 1,5m L 60°	N 1,5m L 75°	N 1,5m L 90°	N 1,5m L 120°	N 1,5m L 150°
CIE oblačno nebo									
E_{pov} dne 21.3. [lx]	410,6	271,6	329,8	361,9	358,0	320,8	274,2	238,4	236,2
E_{pov} dne 21.6. [lx]	606,3	402,6	485,0	533,2	526,0	474,0	402,6	350,2	348,0
E_{pov} dne 21.12. [lx]	240,0	159,4	190,7	210,6	208,3	187,4	160,1	138,2	137,2
Delno oblačno nebo									
E_{pov} dne 21.3. [lx]	761,5	527,9	627,4	648,1	613,6	547,7	473,2	444,5	440,6
E_{pov} dne 21.6. [lx]	775,1	486,6	593,0	659,1	650,8	585,0	487,4	417,7	414,2
E_{pov} dne 21.12. [lx]	500,2	375,1	423,8	426,4	399,2	367,6	334,0	319,2	319,0
CIE jasno nebo									
E_{pov} dne 21.3. [lx]	1053,3	812,9	914,7	914,8	873,0	830,3	786,0	718,6	678,4
E_{pov} dne 21.6. [lx]	961,0	692,4	829,7	901,6	843,4	745,3	689,6	667,1	587,3
E_{pov} dne 21.12. [lx]	751,4	623,9	679,8	663,1	616,3	590,5	554,0	538,4	531,7

Skala:

0-100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600	600-700	700-800	800-900	> 900	lx
-------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	-------	----

2) Rezultati analize - Nadstrešek z lamelami, širine 2 m

V preglednicah 61 in 62 so prikazani rezultati dnevne osvetljenosti prostora na delovni ravnini 0,85 m, kjer sem analizirala vpliv različnih stopenj odprtosti/zaprtosti lamel nadstreška širine 2 m na osvetljenost prostora. Pričakovala sem, da bo nivo osvetljenosti naraščal do določenega kota, nato pa padal, referenčna vrednost $E_{pov} \geq 500$ lx pa bo dosežena pri jasnem nebu pri vseh variantah.

Preglednica 61 prikazuje vrednosti količnika dnevne svetlobe pri CIE oblačnem nebu ob 12:00 uri za nadstrešek z lamelami širine 2,0 m. Pogoju $KDS_{pov} \geq 5\%$ je zadoščeno pri kotih od 30° do 75°, pri ostalih variantah pogoju ni zadoščeno. Pogoja $KDS_{min} \geq 2,5\%$ in $KDS_{pov}/KDS_{min} \leq 3/1$ nista dosežena pri nobeni varianti, vrednosti KDS_{min} od referenčne vrednosti odstopajo od -1,4 do -1,7 odstotne točke, vrednosti KDS_{pov}/KDS_{min} pa referenčno vrednost presegajo za vrednosti od 1,1 do 3,2.

Preglednica 61: Količnik dnevne svetlobe - Nadstrešek z lamelami, širine 2 m

	KDS_{min} [%]	KDS_{pov} [%]	KDS_{pov}/KDS_{min}
Izhodišče	1,2	6,6	5,5
N 2m L 15°	1,0	4,2	4,2
N 2m L 30°	1,1	5,3	4,8
N 2m L 45°	1,0	5,8	5,8
N 2m L 60°	0,9	5,6	6,2
N 2m L 75°	0,9	5,0	5,6
N 2m L 90°	0,8	4,1	5,1
N 2m L 120°	0,8	3,5	4,4
N 2m L 150°	0,8	3,3	4,1
Zahtevani pogoji	$\geq 2,5$	≥ 5	$\leq 3/1$

Preglednica 62 prikazuje nivo dnevne osvetljenosti prostora pri CIE oblačnem nebu, delno oblačnem nebu in CIE jasnem nebu ob 12:00 uri za nadstrešek z lamelami širine 2 m. Razvidno je, da so bila pričakovanja glede nivoja osvetljenosti v odvisnosti od kota lamel utemeljena. Vrednosti osvetljenosti pri vseh tipih neba na vse tri dni do kota 45° naraščajo, nato padajo. Pri oblačnem nebu je referenčna vrednost $E_{pov} \geq 500$ lx presežena na dan 21.6. za varianti kotov 45° (531,9 lx) in 60° (514,5 lx). Pri delno oblačnem nebu je vrednost E_{pov} presežena na dan 21.3. pri kotih od 30° do 60° in na dan 21.6. pri kotih od 30° do 75°. Pri jasnem nebu je referenčna vrednost E_{pov} presežena pri vseh variantah na dan 21.3. in 21.6., na dan 21.12. referenčna vrednost ni presežena pri kotih 120° in 150°, pri ostalih variantah je referenčna vrednost $E_{pov} \geq 500$ lx presežena.

Preglednica 62: Povprečna osvetljenost prostora - Nadstrešek z lamelami, širine 2 m

Varianta	Izhodišče	N 2m L 15°	N 2m L 30°	N 2m L 45°	N 2m L 60°	N 2m L 75°	N 2m L 90°	N 2m L 120°	N 2m L 150°
CIE oblačno nebo									
E_{pov} dne 21.3. [lx]	410,6	257,8	324,3	360,8	348,2	304,4	257,8	220,2	215,0
E_{pov} dne 21.6. [lx]	606,3	380,4	479,5	531,9	514,5	450,3	380,6	320,9	317,8
E_{pov} dne 21.12. [lx]	240,0	150,3	188,8	208,3	203,5	177,9	151,3	126,5	125,0
Delno oblačno nebo									
E_{pov} dne 21.3. [lx]	761,5	488,2	608,4	636,8	583,0	493,7	427,3	390,2	385,1
E_{pov} dne 21.6. [lx]	775,1	456,6	585,9	650,8	636,3	542,2	453,2	375,2	371,2
E_{pov} dne 21.12. [lx]	500,2	352,3	412,1	414,1	380,3	337,7	307,1	291,3	284,2
CIE jasno nebo									
E_{pov} dne 21.3. [lx]	1053,3	771,2	894,3	896,1	828,1	769,0	749,5	644,4	599,6
E_{pov} dne 21.6. [lx]	961,0	670,6	826,9	896,8	826,9	711,0	672,5	640,3	533,6
E_{pov} dne 21.12. [lx]	751,4	591,3	663,4	647,3	588,6	548,5	520,9	487,0	487,0

Skala:

0-100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600	600-700	700-800	800-900	> 900	lx
-------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	-------	----

7.4 Rezultati analize vpliva premičnih senčil na osvetljenost prostora

7.4.1 Rezultati analize vpliva rolet na osvetljenost prostora

V tem poglavju so predstavljeni rezultati vpliva rolet na osvetljenost izbranega prostora. Izbor variant in njihov opis je predstavljen v poglavju 6.2.1.

V preglednicah 63 in 64 so prikazani rezultati dnevne osvetljenosti prostora na delovni ravni 0,85 m, kjer sem analizirala vpliv spuščeni rolet na osvetljenost prostora. Pričakovala sem, da se bo s postopnim spuščanjem rolete sorazmerno zniževal nivo osvetljenosti.

Preglednica 63 prikazuje vrednosti količnika dnevne svetlobe pri CIE oblačnem nebu ob 12:00 uri za določene stopnje spuščeni rolet. Razvidno je, da pogoju $KDS_{pov} \geq 5\%$ ustreza le vrednost KDS_{pov} prve variante, ki referenčno vrednost preseže za 0,8 odstotne točke, pri ostalih variantah pogoju ni zadoščeno. Pogoja $KDS_{min} \geq 2,5\%$ in $KDS_{pov}/KDS_{min} \leq 3/1$ nista dosežena pri nobeni varianti, vrednosti KDS_{min} od referenčne vrednosti postopoma odstopajo od -1,5 do -2,4 odstotne točke, vrednosti KDS_{pov}/KDS_{min} pa referenčno vrednost postopoma presegajo za vrednosti od 2,8 do 8,0.

Preglednica 63: Količnik dnevne svetlobe - Rolete

	KDS_{min} [%]	KDS_{pov} [%]	KDS_{pov}/KDS_{min}
Izhodišče	1,2	6,6	5,5
R 0,3m	1,0	5,8	5,8
R 0,6m	0,7	4,9	7,0
R 0,9m	0,5	3,9	7,8
R 1,2m	0,4	3,0	7,5
R 1,5m	0,3	2,1	8,7
R 1,8m	0,1	1,1	11,0
Zahtevani pogoji	$\geq 2,5$	≥ 5	$\leq 3/1$

Preglednica 64 prikazuje nivo dnevne osvetljenosti prostora pri CIE oblačnem nebu, delno oblačnem nebu in CIE jasnem nebu ob 12:00 uri za določene stopnje spuščeni rolet. Razvidno je, da so bila pričakovanja glede zmanjševanja osvetljenosti s postopnim spuščanjem rolet pravilna. Pri oblačnem nebu je referenčna vrednost $E_{pov} \geq 500$ lx presežena na dan 21.6. pri prvi stopnji in znaša 529,4 lx. Pri delno oblačnem nebu je vrednost E_{pov} presežena na dan 21.3. in 21.6. pri prvi in drugi stopnji spuščeni rolet. Pri jasnem nebu je referenčna vrednost E_{pov} presežena na dan 21.3. in 21.6. do tretje stopnje, torej ko je roleta spuščena za 0,9 m, na dan 21.12. pa je referenčna vrednost $E_{pov} \geq 500$ lx presežena do druge stopnje spuščeni rolet.

Preglednica 64: Povprečna osvetljenost prostora – Rolete

Varianta	Izhodišče	R 0,3m	R 0,6m	R 0,9m	R 1,2m	R 1,5m	R 1,8m
CIE oblačno nebo							
E_{pov} dne 21.3. [lx]	410,6	359,5	302,7	243,5	182,4	120,3	71,8
E_{pov} dne 21.6. [lx]	606,3	529,4	445,6	359,2	270,2	232,1	107,3
E_{pov} dne 21.12. [lx]	240,0	209,7	177,2	141,9	107,0	91,5	41,4
Delno oblačno nebo							
E_{pov} dne 21.3. [lx]	761,5	663,6	536,9	453,3	340,9	260,9	121,2
E_{pov} dne 21.6. [lx]	775,1	675,3	556,8	459,7	346,1	283,1	130,9
E_{pov} dne 21.12. [lx]	500,2	434,5	352,8	297,6	223,2	172,2	79,4
CIE jasno nebo							
E_{pov} dne 21.3. [lx]	1053,3	924,8	796,2	632,3	475,2	353,0	166,8
E_{pov} dne 21.6. [lx]	961,0	841,7	706,0	577,5	431,6	344,5	159,1
E_{pov} dne 21.12. [lx]	751,4	657,8	630,7	454,1	339,8	245,8	117,6

Skala:

0-100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600	600-700	700-800	800-900	> 900	lx
-------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	-------	----

7.4.2 Rezultati analize vpliva žaluzij na osvetljenost prostora

V tem poglavju so predstavljeni rezultati vpliva žaluzij na osvetljenost izbranega prostora. Izbor variant in njihov opis je predstavljen v poglavju 6.2.2.

1) Rezultati analize – Lamelle žaluzij širine 2,5 cm

V preglednicah 65 in 66 so prikazani rezultati dnevne osvetljenosti prostora na delovni ravnini 0,85 m, kjer sem analizirala vpliv različnih stopenj odprtosti/zaprтости lamel žaluzij širne 2,5 cm na osvetljenost prostora. Pričakovala sem, da bo, podobno kot pri brisolejih s horizontalnimi lamelami, nivo osvetljenosti naraščal do določenega kota, nato pa padal, referenčna vrednost $E_{pov} \geq 500$ lx pa bo dosežena oziroma presežena le pri uporabi jasnega tipa neba.

Preglednica 65 prikazuje vrednosti količnika dnevne svetlobe pri CIE oblačnem nebu ob 12:00 uri za lamelle žaluzij širine 2,5 cm. Razvidno je, da referenčni vrednosti $KDS_{min} \geq 2,5$ % in $KDS_{pov} \geq 5$ % nista doseženi pri nobeni varianti. Vrednosti KDS_{min} se najbolj približa varianta kota 90° , ki od referenčne vrednosti odstopa za -1,6 odstotne točke, najmanj pa varianti kotov 15° in 150° , ki odstopata za -2,4 odstotne točke. Vrednosti KDS_{pov} se najbolj približa varianta kota 45° , ki od referenčne vrednosti odstopa za -1,3 odstotne točke, najmanj pa se približa varianta kota 150° , ki odstopa za -4,5 odstotne točke. Pogoju $KDS_{pov}/KDS_{min} \leq 3/1$ ustrezata varianti kotov 90° in 120° , pri ostalih variantah pa pogoju ni zadoščeno, in sicer vrednosti razmerja KDS_{pov}/KDS_{min} referenčno vrednost presegajo za vrednosti od 0,9 do 12,0.

Preglednica 65: Količnik dnevne svetlobe - Žaluzije širine 2,5 cm

	KDS _{min} [%]	KDS _{pov} [%]	KDS _{pov} /KDS _{min}
Izhodišče	1,2	6,6	5,5
Ž 2,5cm 15°	0,1	1,5	15,0
Ž 2,5cm 30°	0,3	3,0	10,0
Ž 2,5cm 45°	0,4	3,7	9,3
Ž 2,5cm 60°	0,6	3,6	6,0
Ž 2,5cm 75°	0,8	3,1	3,9
Ž 2,5cm 90°	0,9	2,4	2,7
Ž 2,5cm 120°	0,4	1,2	3,0
Ž 2,5cm 150°	0,1	0,5	5,0
Zahtevani pogoji	≥ 2,5	≥ 5	≤ 3/1

Preglednica 66 prikazuje nivo dnevne osvetljenosti prostora pri CIE oblačnem nebu, delno oblačnem nebu in CIE jasnem nebu ob 12:00 uri za lamele žaluzij širine 2,5 cm. Razvidno je, da so bila pričakovanja glede nivoja osvetljenosti v odvisnosti od kota lamel utemeljena. Pri oblačnem in delno oblačnem nebu pri nobeni varianti ni dosežena referenčna vrednost $E_{pov} \geq 500$ lx. Pričakovanja glede osvetljenosti pri jasnem nebu so se izkazala za deloma pravilna, referenčna vrednost E_{pov} je presežena na dan 21.6. pri kotih od 30° do 90° in na dan 21.3. ter 21.12. pri kotih od 45° do 90°. Pri jasnem nebu se nivo osvetljenosti na dan 21.3. viša do kota 90°, nato pada, na dan 21.6. se nivo viša do kota 45°, nato pada in na 21.12. se nivo viša do kota 60°, nato od kota 75° nivo osvetljenosti pada.

Preglednica 66: Povprečna osvetljenost prostora - Žaluzije širine 2,5 cm

Varianta	Izhodišče	Ž 2,5cm 15°	Ž 2,5cm 30°	Ž 2,5cm 45°	Ž 2,5cm 60°	Ž 2,5cm 75°	Ž 2,5cm 90°	Ž 2,5cm 120°	Ž 2,5cm 150°
CIE oblačno nebo									
E_{pov} dne 21.3. [lx]	410,6	91,4	186,2	231,9	224,9	189,9	148,9	71,0	32,4
E_{pov} dne 21.6. [lx]	606,3	133,4	274,4	343,3	335,2	278,6	224,3	105,1	46,1
E_{pov} dne 21.12. [lx]	240,0	53,7	108,5	136,0	131,9	110,2	87,2	41,9	18,7
Delno oblačno nebo									
E_{pov} dne 21.3. [lx]	761,5	144,9	328,4	463,2	488,4	413,9	290,2	115,8	43,0
E_{pov} dne 21.6. [lx]	775,1	176,2	355,0	435,8	415,6	349,6	278,1	122,3	50,8
E_{pov} dne 21.12. [lx]	500,2	82,4	194,4	291,8	334,4	306,8	235,3	85,0	29,6
CIE jasno nebo									
E_{pov} dne 21.3. [lx]	1053,3	265,6	493,2	692,9	897,5	1025,1	1047,6	453,7	160,0
E_{pov} dne 21.6. [lx]	961,0	291,6	671,9	1093,0	837,0	709,8	609,7	274,0	92,8
E_{pov} dne 21.12. [lx]	751,4	162,4	343,5	512,4	592,9	566,5	551,0	349,8	157,3

Skala:

0-100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600	600-700	700-800	800-900	> 900	lx
-------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	-------	----

2) Rezultati analize – Lamelle žaluzij širine 5 cm

V preglednicah 67 in 68 so prikazani rezultati dnevne osvetljenosti prostora na delovni ravnini 0,85 m, kjer sem analizirala vpliv različnih stopenj odprtosti/zaprтости lamel žaluzij širine 5 cm na osvetljenost prostora. Pričakovala sem, da bo tudi v tem primeru nivo osvetljenosti naraščal do določenega kota, nato pa padal, referenčna vrednost $E_{pov} \geq 500$ lx pa bo dosežena oziroma presežena le pri uporabi jasnega tipa neba.

Preglednica 67 prikazuje vrednosti količnika dnevne svetlobe pri CIE oblačnem nebu ob 12:00 uri za lamelle žaluzij širine 5 cm. Razvidno je, da referenčni vrednosti $KDS_{min} \geq 2,5$ % in $KDS_{pov} \geq 5$ % nista doseženi pri nobeni varianti. Vrednosti KDS_{min} se najbolj približata varianti kotov 75° in 90° , ki od referenčne vrednosti odstopata za -1,7 odstotne točke, najmanj pa varianti kotov 15° in 150° , ki odstopata za -2,4 odstotne točke. Vrednosti KDS_{pov} se najbolj približata varianti kotov 45° in 60° , ki od referenčne vrednosti odstopata za -1,3 odstotne točke, najmanj pa se približa varianta kota 150° , ki odstopa za -4,5 odstotne točke. Pogoju $KDS_{pov}/KDS_{min} \leq 3/1$ ustrezata varianti kotov 90° in 120° , pri ostalih variantah pa pogoju ni zadoščeno, in sicer vrednosti razmerja KDS_{pov}/KDS_{min} referenčno vrednost presegajo za vrednosti od 0,9 do 12,0.

Preglednica 67: Količnik dnevne svetlobe - Žaluzije širine 5 cm

	KDS_{min} [%]	KDS_{pov} [%]	KDS_{pov}/KDS_{min}
Izhodišče	1,2	6,6	5,5
Ž 5cm 15°	0,1	1,5	15,0
Ž 5cm 30°	0,3	3,1	10,3
Ž 5cm 45°	0,4	3,7	9,3
Ž 5cm 60°	0,7	3,7	5,3
Ž 5cm 75°	0,8	3,1	3,9
Ž 5cm 90°	0,8	2,3	2,9
Ž 5cm 120°	0,4	1,2	3,0
Ž 5cm 150°	0,1	0,5	5,0
Zahtevani pogoji	$\geq 2,5$	≥ 5	$\leq 3/1$

Preglednica 68 prikazuje nivo dnevne osvetljenosti prostora pri CIE oblačnem nebu, delno oblačnem nebu in CIE jasnem nebu ob 12:00 uri za lamelle žaluzij širine 5 cm. Razvidno je, da so bila pričakovanja glede nivoja osvetljenosti v odvisnosti od kota lamel utemeljena. Pri oblačnem in delno oblačnem nebu pri nobeni varianti ni dosežena referenčna vrednost $E_{pov} \geq 500$ lx. Pričakovanja glede osvetljenosti pri jasnem nebu so se izkazala za deloma pravilna, referenčna vrednost E_{pov} je presežena na dan 21.6. pri kotih od 30° do 90° in na dan 21.3. ter 21.12. pri kotih od 45° do 90° . Pri jasnem nebu se nivo osvetljenosti na dan 21.3. viša do kota 90° , nato pada, na dan 21.6. se nivo viša do kota 45° , nato pada in na 21.12. se nivo viša do kota 60° , nato od kota 75° nivo osvetljenosti pada.

Preglednica 68: Povprečna osvetljenost prostora - Žaluzije širine 5 cm

Varianta	Izhodišče	Ž 5cm 15°	Ž 5cm 30°	Ž 5cm 45°	Ž 5cm 60°	Ž 5cm 75°	Ž 5cm 90°	Ž 5cm 120°	Ž 5cm 150°
CIE oblačno nebo									
E_{pov} dne 21.3. [lx]	410,6	94,6	194,7	233,5	229,9	189,6	141,9	71,6	32,9
E_{pov} dne 21.6. [lx]	606,3	140,1	285,9	347,5	337,9	281,2	211,0	106,4	49,2
E_{pov} dne 21.12. [lx]	240,0	55,3	112,9	135,9	134,7	111,2	81,6	42,8	19,2
Delno oblačno nebo									
E_{pov} dne 21.3. [lx]	761,5	146,7	346,2	467,2	489,3	414,6	293,1	118,6	45,0
E_{pov} dne 21.6. [lx]	775,1	187,0	374,3	440,9	426,6	353,5	259,3	124,7	53,4
E_{pov} dne 21.12. [lx]	500,2	84,0	200,4	292,5	337,2	304,3	224,5	88,0	30,5
CIE jasno nebo									
E_{pov} dne 21.3. [lx]	1053,3	266,0	494,4	693,8	913,0	1035,7	1053,2	466,3	165,4
E_{pov} dne 21.6. [lx]	961,0	294,2	697,2	1104,6	856,0	724,8	566,8	276,4	96,6
E_{pov} dne 21.12. [lx]	751,4	167,2	349,2	511,0	594,7	571,6	516,6	358,4	158,6

Skala:

0-100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600	600-700	700-800	800-900	> 900	lx
-------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	-------	----

7.4.3 Rezultati analize vpliva sonro-ja na osvetljenost prostora

V tem poglavju so predstavljeni rezultati vpliva senčila sonro na osvetljenost izbranega prostora. Izbor variant in njihov opis je predstavljen v poglavju 6.2.3.

V preglednicah 69 in 70 so prikazani rezultati dnevne osvetljenosti prostora na delovni ravni 0,85 m, kjer sem analizirala vpliv odprtosti sonroja na osvetljenost prostora.

Preglednica 69 prikazuje vrednosti količnika dnevne svetlobe pri CIE oblačnem nebu ob 12:00 uri za sonro. Razvidno je, da referenčni vrednosti $KDS_{min} \geq 2,5 \%$ in $KDS_{pov} \geq 5 \%$ nista doseženi pri nobeni varianti. KDS_{min} od referenčne vrednosti odstopa za -2,2 oziroma -2,1 odstotne točke, KDS_{pov} pa od referenčne vrednosti odstopa za -4,2 odstotne točke. Takšen rezultat je pričakovan, saj je ta tip senčila zelo »zaprt«. Razmerje KDS_{pov}/KDS_{min} ustreza pogoju $KDS_{pov}/KDS_{min} \leq 3/1$ pri obeh variantah, in sicer od referenčne vrednosti odstopa za vrednost -0,3 oziroma -1,0.

Preglednica 69: Količnik dnevne svetlobe - Sonro

	KDS_{min} [%]	KDS_{pov} [%]	KDS_{pov}/KDS_{min}
Izhodišče	1,2	6,6	5,5
S 0,4cm - pol zaprt	0,3	0,8	2,7
S 0,8cm - odprt	0,4	0,8	2,0
Zahtevani pogoji	$\geq 2,5$	≥ 5	$\leq 3/1$

Preglednica 70 prikazuje nivo dnevne osvetljenosti prostora pri CIE oblačnem nebu, delno oblačnem nebu in CIE jasnem nebu ob 12:00 uri za senčilo sonro. Razvidno je, da pri vseh tipih neba na vse tri analizirane dni ni dosežena referenčna vrednost $E_{pov} \geq 500$ lx. Kot je bilo omenjeno že pri komentiranju rezultatov KDS, je ta tip senčila zelo »zaprt« in prepušča malo direktne in difuzne svetlobe. Vrednosti E_{pov} se najbolj približa vrednost osvetljenosti variante odprtega sonroja pri jasnem nebu na dan 21.3, ki znaša 403,7 lx.

Preglednica 70: Povprečna osvetljenost prostora - Sonro

Varianta	Izhodišče	S 0,4cm - pol zaprt	S 0,8cm odprt
CIE oblačno nebo			
E_{pov} dne 21.3. [lx]	410,6	47,0	50,6
E_{pov} dne 21.6. [lx]	606,3	72,0	74,1
E_{pov} dne 21.12. [lx]	240,0	27,8	29,6
Delno oblačno nebo			
E_{pov} dne 21.3. [lx]	761,5	90,2	94,5
E_{pov} dne 21.6. [lx]	775,1	86,8	91,1
E_{pov} dne 21.12. [lx]	500,2	65,9	70,2
CIE jasno nebo			
E_{pov} dne 21.3. [lx]	1053,3	389,9	403,7
E_{pov} dne 21.6. [lx]	961,0	233,4	249,8
E_{pov} dne 21.12. [lx]	751,4	221,8	250,0

Skala:

0-100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600	600-700	700-800	800-900	> 900	lx
-------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	-------	----

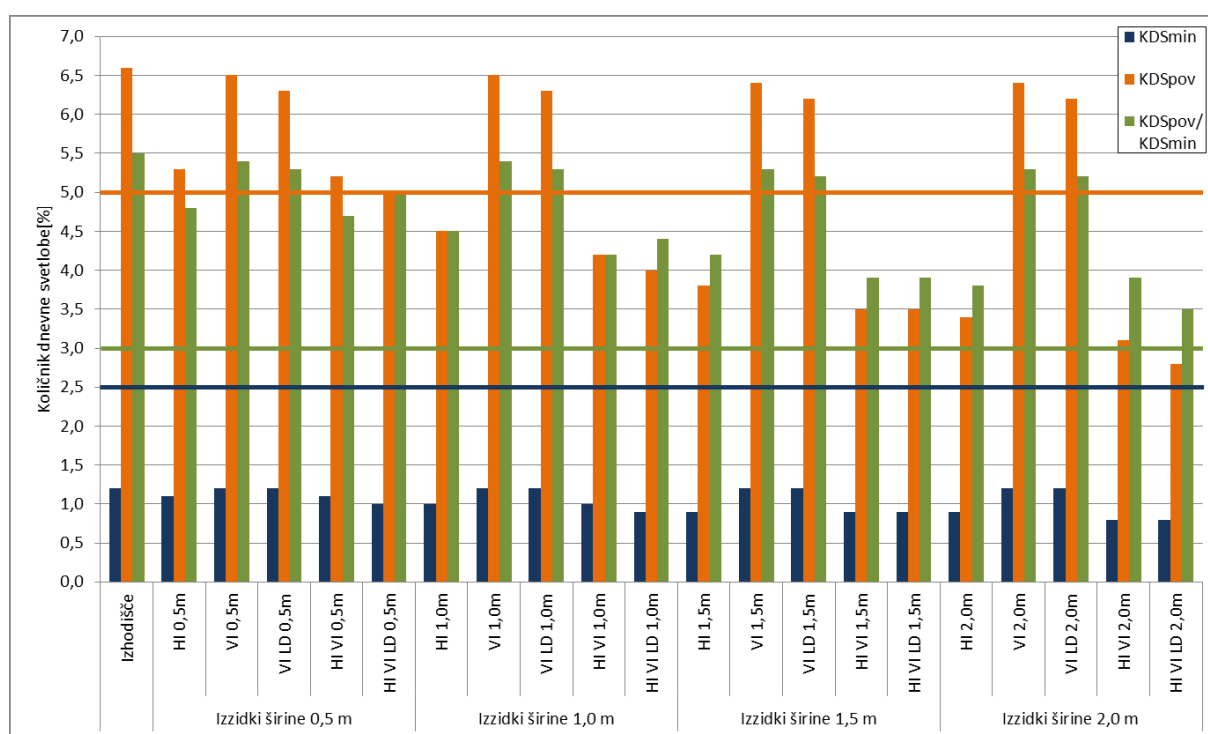
8 PRIMERJAVA REZULTATOV

8.1 Primerjava količnika dnevne svetlobe

8.1.1 Primerjava KDS pri horizontalnih in vertikalnih izzidkih

Naredila sem primerjavo količnika dnevne svetlobe pri različno širokih horizontalnih in vertikalnih izzidkih. V grafikonu 1 so zbrani in prikazani rezultati iz preglednic 23, 25, 27, 29, 31, 33 in 35.

Modra črta predstavlja minimalno vrednost količnika dnevne svetlobe, ki je 2,5 %. Že pri izhodiščni varianti vrednost KDS_{min} ni dosegla referenčne vrednosti, z dodajanjem izzidkov pa vrednost ostaja nespremenjena oziroma se postopno zmanjšuje. Razvidno je, da se pri dodajanju samo vertikalnih izzidkov vrednost KDS_{min} ne spremeni in ostaja enaka izhodiščni (1,2 %), medtem ko se z dodajanjem horizontalnih izzidkov vrednost KDS_{min} postopno zmanjšuje.



Grafikon 1: Primerjava KDS pri izzidkih

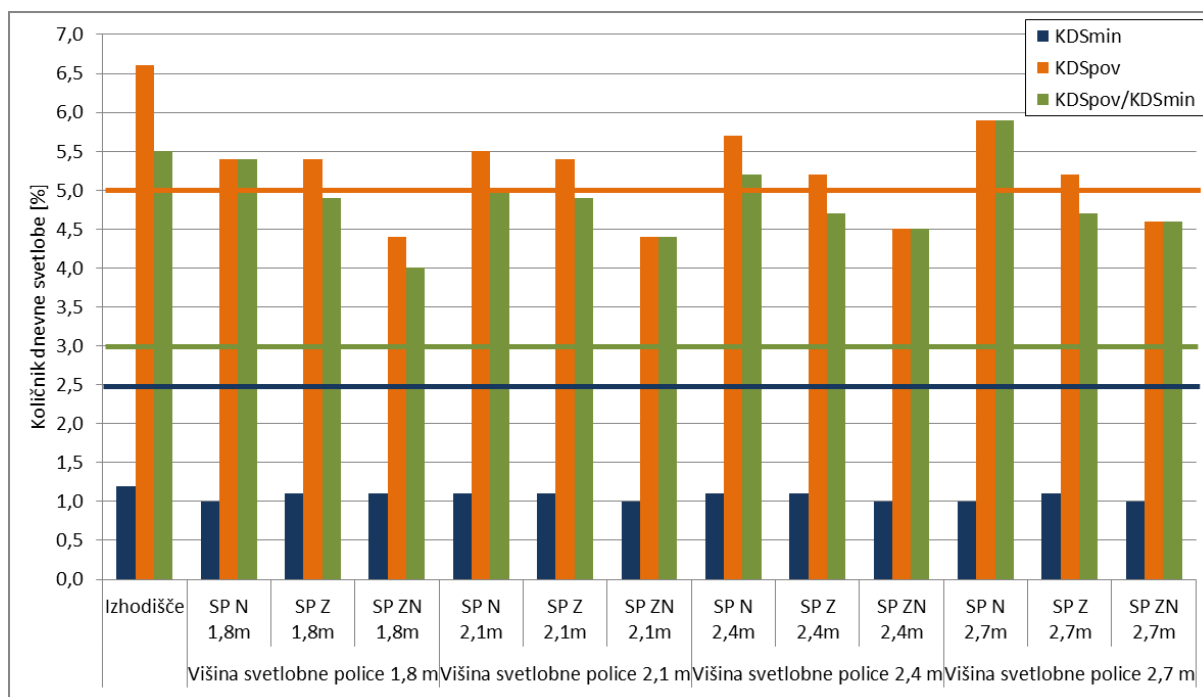
Oranžna črta predstavlja minimalno vrednost povprečnega količnika dnevne svetlobe, ki je 5,0 %. Z večanjem dimenzij izzidkov se vrednost KDS_{pov} zmanjšuje. Pri vseh širinah izzidkov referenčno vrednost $KDS_{pov} \geq 5\%$ presežejo le variante z vertikalnimi izzidki, pri širini izzidka 0,5 m pa referenčno vrednost preseže tudi varianta s horizontalnim izzidkom oziroma s kombinacijo levega ali desnega vertikalnega izzidka in horizontalnega izzidka.

Zelena črta predstavlja maksimalno vrednost razmerja med povprečnim in minimalnim KDS. Z večanjem širine izzidkov se razmerje občutneje zmanjšuje pri horizontalnih izzidkih.

8.1.2 Primerjava KDS pri notranji in zunanji svetlobni polici

Primerjala sem količnik dnevne svetlobe pri uporabi zunanje oziroma notranje svetlobne police na različnih višinah. V grafikonu 2 so zbrani in prikazani rezultati iz preglednic 37, 39 in 41.

Modra črta predstavlja minimalno vrednost količnika dnevne svetlobe, ki je 2,5 %. Že pri izhodiščni varianti vrednost KDS_{min} ni dosegla referenčne vrednosti, vidimo pa lahko, da višina oziroma pozicija (znotraj, zunaj) svetlobne police nima večjega vpliva na KDS_{min} in vrednost, ne glede na višino oziroma pozicijo, ostaja med 1,0 in 1,1.



Grafikon 2: Primerjava KDS pri svetlobni polici

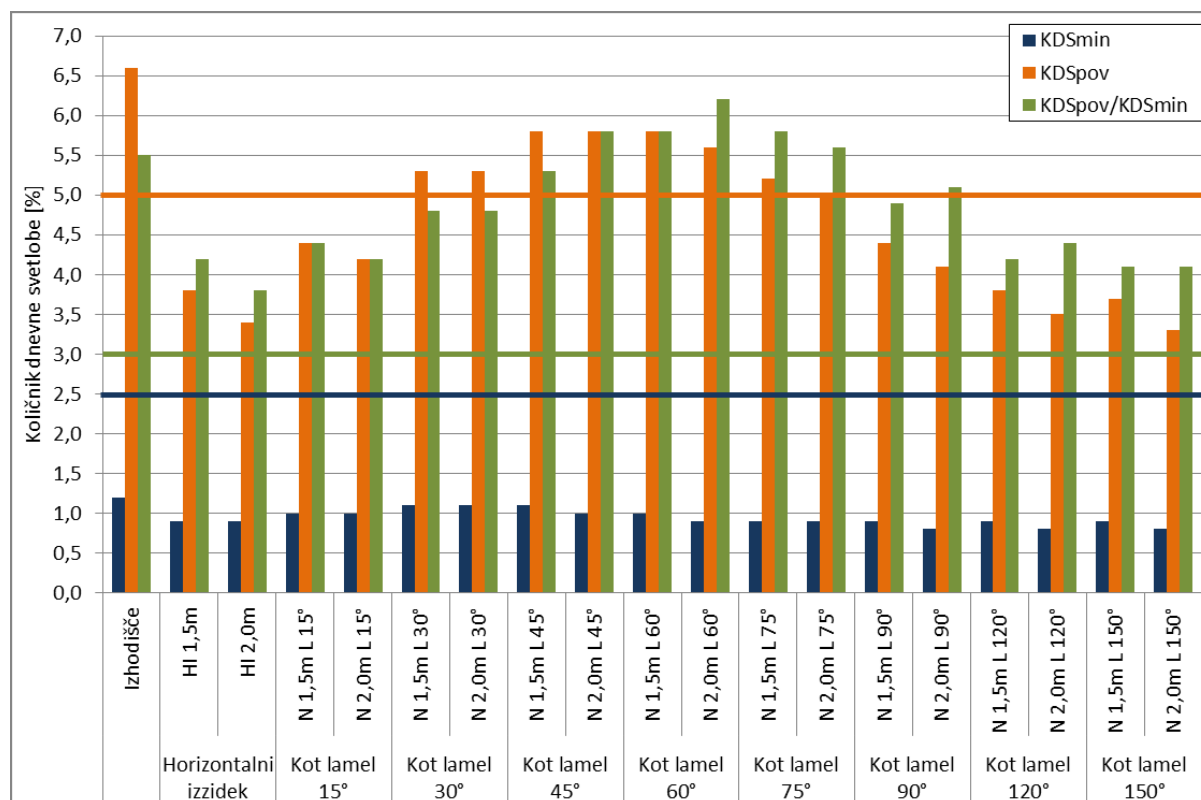
Oranžna črta predstavlja minimalno vrednost povprečnega količnika dnevne svetlobe, ki je 5,0 %. Ta vrednost je presežena pri vseh variantah samo zunanje ali samo notranje svetlobne police. Pri višini 1,8 m je vrednost povprečnega količnika dnevne svetlobe pri zunanji oziroma notranji svetlobni polici enaka, z višanjem notranje svetlobne police pa se vrednost povečuje, medtem ko se z višanjem zunanje svetlobne police vrednost zmanjšuje. Pri kombinaciji zunanje in notranje svetlobne police pa so rezultati spet povsem drugačni, pogoj $KDS_{pov} \geq 5\%$ v tem primeru ni izpolnjen, vrednost KDS_{pov} pa se z višanjem svetlobne police povečuje.

Zelena črta predstavlja maksimalno vrednost razmerja med povprečnim in minimalnim KDS, pogoju $KDS_{pov}/KDS_{min} \leq 3/1$ ni zadoščeno pri nobeni varianti. Referenčni vrednosti se najbolj približa varianta zunanje-notranje svetlobne police na višini 1,8 m. Tudi pri razmerju KDS_{pov}/KDS_{min} je podoben trend večanja oziroma manjšanja vrednosti, kar je seveda logična posledica dobljenih vrednosti KDS_{min} in KDS_{pov} , z višanjem notranje svetlobne police se vrednost povečuje, medtem ko se z višanjem zunanje svetlobne police vrednost zmanjšuje, pri zunanje-notranji svetlobni polici pa se vrednost z višino prav tako povečuje.

8.1.3 Primerjava KDS pri horizontalnem izzidku in nadstrešku z lamelami

Naredila sem primerjavo količnika dnevne svetlobe pri nadstrešku (z lamelami) širine 1,5 m in širine 2,0 m. Primerjala sem KDS pri različnih kotih lamel, pri primerjavi sem upoštevala tudi horizontalni izzidek, kot da so lamele zaprte oziroma nagnjene pod kotom 0° oziroma 180° . V grafikonu 3 so zbrani in prikazani rezultati iz preglednic 23, 59 in 61.

Modra črta predstavlja minimalno vrednost količnika dnevne svetlobe, ki je 2,5 %. Že pri izhodiščni varianti pogoj $KDS_{min} \geq 2,5 \%$ ni bil izpolnjen, z dodanim nadstreškom pa se vrednosti še zmanjšajo. Od zaprtih lamel pa do kota 45° se vrednosti povečujejo, nato postopoma padajo, vrednosti KDS_{min} so pričakovano nižje pri nadstrešku širine 2,0 m.



Grafikon 3: Primerjava KDS pri horizontalnem izzidku in nadstrešku z lamelami

Oranžna črta predstavlja pogoj $KDS_{pov} \geq 5 \%$. Pogoj je izpolnjen pri kotu lamel od 30° do 60° pri obeh širinah in pri kotu 75° pri širini 1,5 m. Vrednosti KDS_{pov} so pri nadstrešku širine 2,0 m manjše kot pri 1,5 m pri vseh kotih, razen pri kotu 30° in 45° , ko se vrednosti izenačijo, do kota 30° vrednosti povprečnega količnika dnevne svetlobe naraščajo, nato pa padajo.

Zelena črta predstavlja maksimalno vrednost razmerja med povprečnim in minimalnim KDS, pogoj $KDS_{pov}/KDS_{min} \leq 3/1$ ni izpolnjen pri nobeni varianti. Vrednosti razmerja so od začetnih kotov večje pri nadstrešku 1,5 m, pri kotu lamel 30° se izenačijo, nato pa je vrednost razmerja večja pri nadstrešku širine 2,0 m. Največje odstopanje od referenčne vrednosti KDS_{pov}/KDS_{min} je pri širini nadstreška 2,0 m pri kotu lamel 60° .

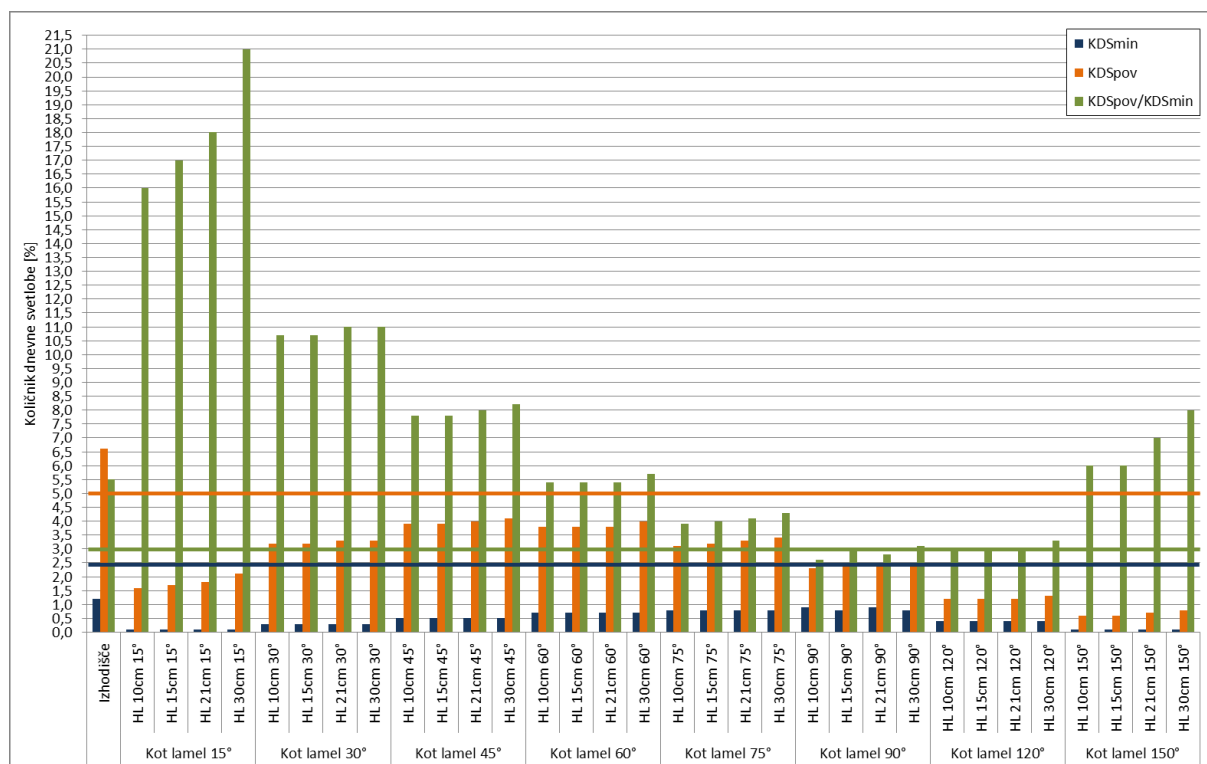
8.1.4 Primerjava KDS pri brisolejih s horizontalnimi lamelami

Naredila sem primerjavo količnika dnevne svetlobe pri brisolejih s horizontalnimi lamelami, kjer sem primerjala KDS pri določenih kotih lamel različnih širin. V grafikonu 4 so zbrani in prikazani rezultati iz preglednic 43, 45, 47 in 49.

Modra črta predstavlja minimalno vrednost količnika dnevne svetlobe. Pogoj $KDS_{min} \geq 2,5 \%$ ni izpolnjen že pri izhodiščni varianti, z dodanimi horizontalnimi lamelami pa so vrednosti KDS_{min} še manjše. Vrednosti KDS_{min} se pri vseh širinah lamel postopno povečujejo do kota 90° , nato se zmanjšujejo. Ker se z večanjem širine lamel proporcionalno povečuje tudi razmik med lamelami, se torej vrednosti KDS_{min} večajo s širino lamele.

Oranžna črta predstavlja pogoj $KDS_{pov} \geq 5 \%$, ki ni izpolnjen pri nobeni varianti lamel. Odvisnost spremembe vrednosti količnika dnevne svetlobe od širine in kota lamel je podobna kot pri KDS_{min} . Vrednosti KDS_{pov} se pri vseh širinah lamel postopno povečujejo do kota 45° , nato se zmanjšujejo. Z večanjem širine lamel je pri vseh kotih opaziti povečanje vrednosti KDS_{pov} .

Zelena črta predstavlja maksimalno vrednost razmerja med povprečnim in minimalnim količnikom dnevne svetlobe. Iz grafikona 4 se zelo razločno vidi, da se vrednost razmerja KDS_{pov}/KDS_{min} zmanjšuje od kota lamel 15° proti kotu 90° , pri tem kotu in kotu 120° je pri vseh širinah lamel, razen pri lamelah širine 30 cm, izpolnjen pogoj $KDS_{pov}/KDS_{min} \leq 3/1$, nato vrednosti razmerja rastejo in spet vedno bolj presegajo referenčno vrednost. Glede na KDS_{pov} in KDS_{min} so vrednosti razmerja večje pri večji širini lamel.



Grafikon 4: Primerjava KDS pri brisolejih s horizontalnimi lamelami

8.1.5 Primerjava KDS pri brisolejih z vertikalnimi lamelami

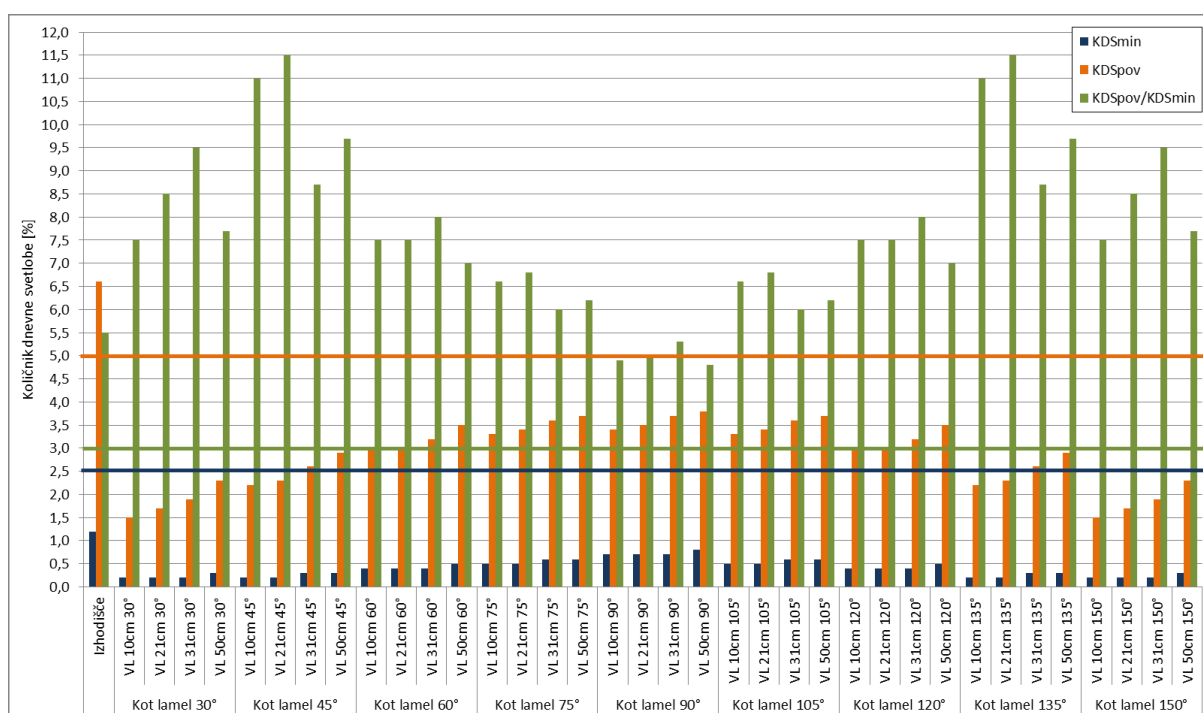
Pri brisolejih sem, poleg že omenjenih v prejšnjih poglavjih, naredila tudi primerjavo količnika dneвне svetlobe pri vertikalnih lamelah v vertikalni ravnini, kjer sem primerjala KDS pri določenih kotih lamel različnih širin. V grafikonu 5 so zbrani in prikazani rezultati iz preglednic 51, 53, 55 in 57.

Že na prvi pogled je pri vseh širinah lamel vidna simetrija, in sicer za pare kotov 30° in 150°, 45° in 135°, 60° in 120°, 75° in 105°, kot 90° pa predstavlja »sredino«, kar je seveda pričakovano in logično, saj je prostor orientiran proti jugu.

Modra črta predstavlja minimalno vrednost količnika dneвне svetlobe. Pogoj $KDS_{min} \geq 2,5 \%$ ni izpolnjen že pri izhodiščni varianti; zato je seveda z dodanimi vertikalnimi lamelami odstopanje še večje. Vrednosti KDS_{min} se pri vseh širinah lamel postopno povečujejo do kota 90°, nato se linearno zmanjšujejo. Ker se z večanjem širine lamel proporcionalno povečuje tudi razmik med lamelami, se vrednosti KDS_{min} večajo s širino lamel. Referenčni vrednosti se torej najbolj približa vrednost variante lamel širine 30 cm pri kotu 90°.

Oranžna črta predstavlja pogoj $KDS_{pov} \geq 5 \%$, ki ni izpolnjen pri nobeni varianti. Pri KDS_{pov} je podoben potek vrednosti kot pri KDS_{min} , pri vseh širinah lamel se vrednosti postopno povečujejo do kota 90° , nato se zmanjšujejo. Z večanjem širine lamel se povečujejo tudi vrednosti KDS_{pov} .

Zelena črta predstavlja maksimalno vrednost razmerja med povprečnim in minimalnim količnikom dnevne svetlobe. Pogoj $KDS_{pov}/KDS_{min} \leq 3/1$ ni izpolnjen pri nobeni varianti. Iz spodnjega grafikona se dobro vidi, da se z večanjem KDS_{pov} in KDS_{min} proti kotu 90° zmanjšujejo vrednosti razmerja. Tako se razmerje KDS_{pov}/KDS_{min} najbolj približa referenčni vrednosti pri kotu 90° pri vseh širinah lamel.



Grafikon 5: Primerjava KDS pri brisolejih z vertikalnimi lamelami

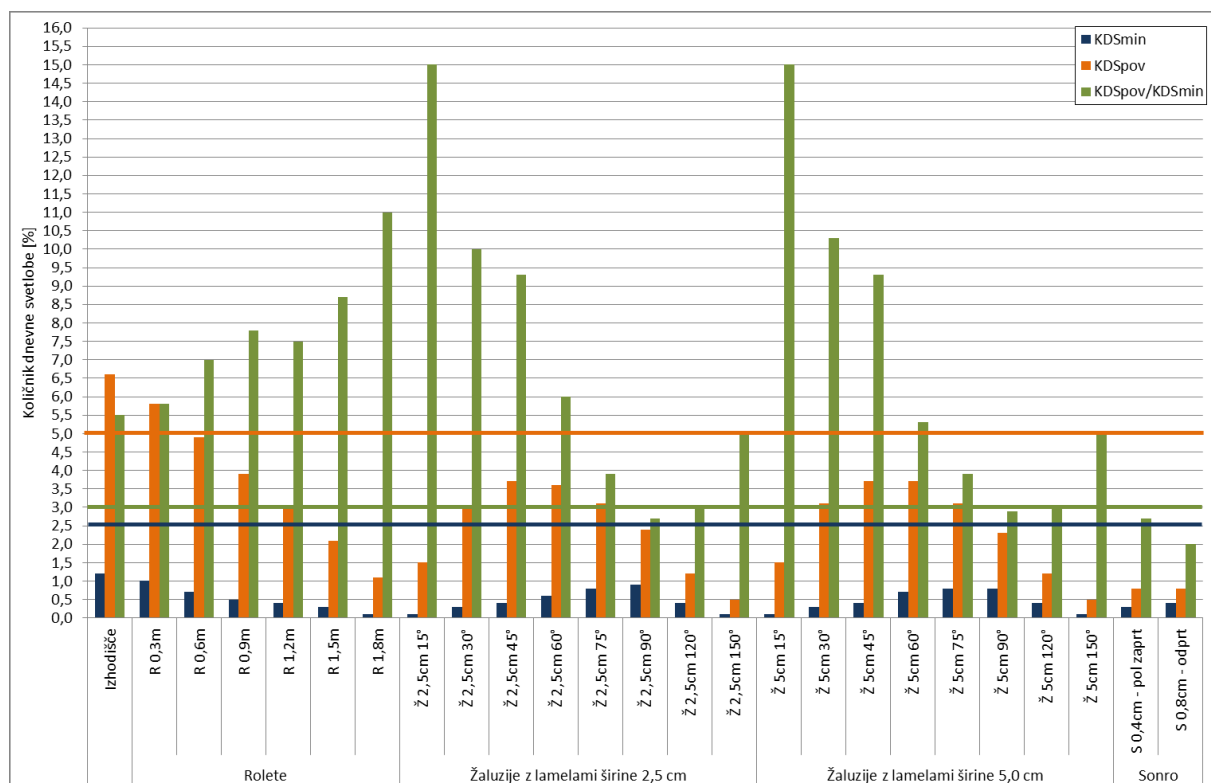
8.1.6 Primerjava KDS pri premičnih senčilih (rolete, žaluzije, sonro)

Količnik dnevne svetlobe sem primerjala tudi pri vseh analiziranih tipih premičnih senčil. V grafikonu 6 so zbrani in prikazani rezultati iz preglednic 63, 65, 67 in 69.

Modra črta predstavlja minimalno vrednost količnika dnevne svetlobe, ki je 2,5 %. Že pri izhodiščni varianti ni bil izpolnjen pogoj $KDS_{min} \geq 2,5 \%$; zato se tudi pri teh senčilih vrednost KDS_{min} še zmanjša. Pri roletah in žaluzijah se vidi postopno zmanjševanje vrednosti KDS_{min} s spuščanjem rolet oziroma spreminjanjem kota lamel od kota 15° proti kotu 90° . Pri žaluzijah je vrednost KDS_{min} večja pri širini lamel 5 cm kot pri 2,5 cm, ker so tudi razmiki med lamelami večji. Pri senčilu sonro so vrednosti količnika dnevne svetlobe v prostoru minimalne.

Oranžna črta predstavlja minimalno vrednost povprečnega količnika dnevne svetlobe, ki je 5,0 %. Pogoju $KDS_{pov} \geq 5$ % zadosti le varianta rolete, spuščene za 0,3 m, nato se KDS_{pov} postopno zmanjšuje. Pri žaluzijah je mogoče opaziti, da pri obeh širinah lamel KDS_{pov} narašča do kota 45° oziroma 60°, nato pa pada. Pri senčilu sonro so vrednosti pričakovano zelo nizke.

Zelena črta tudi pri tej primerjavi predstavlja maksimalno vrednost razmerja med povprečnim in minimalnim količnikom dnevne svetlobe. Pri roletah vrednosti razmerja presegajo referenčno vrednost in se s postopnim spuščanjem rolet povečujejo, medtem ko pri žaluzijah varianti kotov 90° in 120° pri obeh širinah lamel ustrezata pogoju. Prav tako senčilo sonro ne presega referenčne vrednosti razmerja KDS_{pov}/KDS_{min} .



Grafikon 6: Primerjava KDS pri premičnih senčilih

8.2 Primerjava nivoja osvetljenosti

Odločila sem se narediti tudi primerjavo nivoja osvetljenosti med različnimi tipi senčil. Čeprav se senčila uporabljajo predvsem poleti, sem primerjavo naredila na dan 21.3.. Za ta dan sem se odločila zaradi več razlogov. V primeru fiksnih senčil velja, da le-ta vplivajo na osvetljenost skozi celotno leto, prav tako pa se lahko celotno leto uporabljajo premična senčila zaradi doseganja ustreznih vizualnih razmer v prostoru. Načeloma 21.3. predstavlja neko srednjo situacijo med kritičnimi dnevi oziroma med obema ekstremoma (21.6. in 21.12.), vendar pa je v primeru prostora, obravnavanega v tej diplomski nalogi, iz rezultatov razvidno, da je pri CIE jasnem nebu nivo osvetljenosti najvišji prav na ta dan, kar je posledica orientacije testnega prostora in navidezne poti sonca na nebu na izbrani lokaciji.

8.2.1 Primerjava nivoja osvetljenosti pri horizontalnih in vertikalnih izzidkih

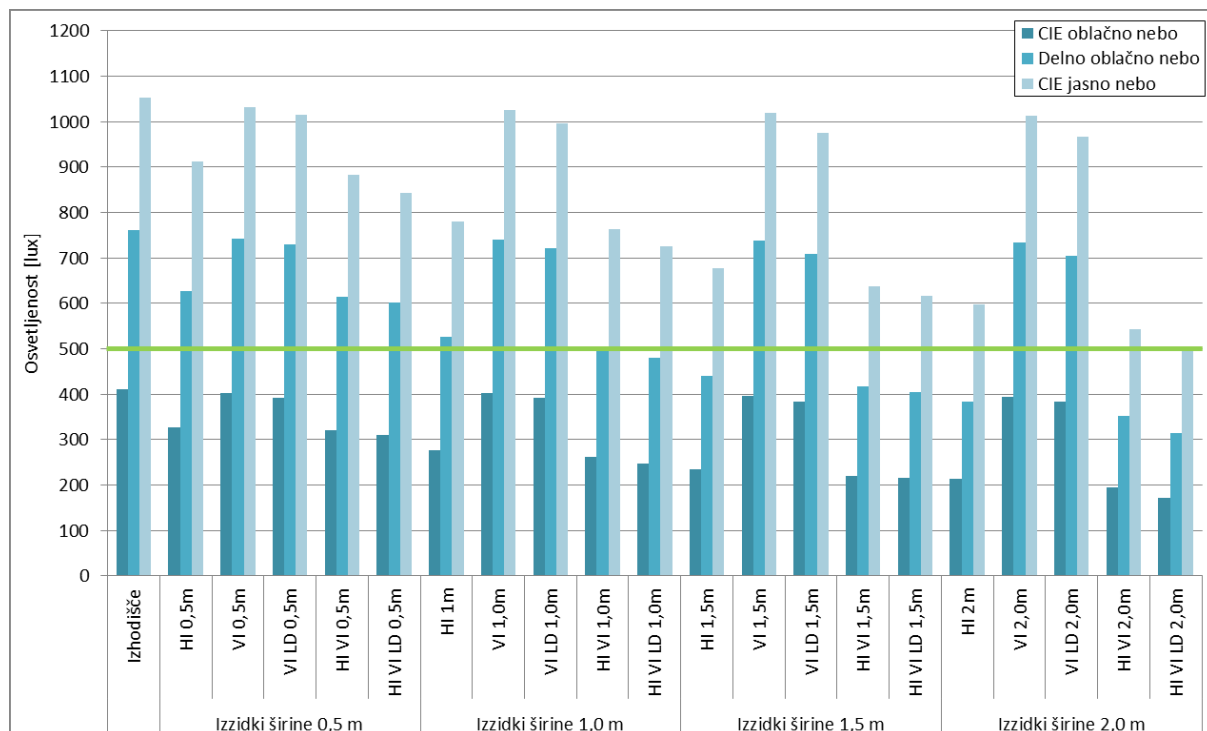
Naredila sem primerjavo nivoja osvetljenosti pri različno širokih horizontalnih in vertikalnih izzidkih. V grafikonu 7 so zbrani in prikazani rezultati iz preglednic 24, 26, 28, 30, 32, 34 in 36. Zelena črta predstavlja referenčno vrednost povprečne dnevne osvetljenosti.

Iz grafikona je razvidno, da se, ne glede na tip neba, nivo osvetljenosti niža z večanjem dimenzij izzidka, sploh pri variantah s horizontalnim izzidkom. Prav tako je razvidno, da imajo vertikalni izzidki minimalen vpliv na osvetljenost izbranega prostora, npr. pri jasnem nebu pri 2,0 m širokih vertikalnih izzidkih na obeh straneh se osvetljenost zmanjša le za 7 %, medtem ko se pri kombinaciji levega ter desnega vertikalnega izzidka in hkrati še horizontalnega izzidka širine 2,0 m osvetljenost zmanjša za skoraj 50 % glede na osvetljenost prostora brez senčil.

Pri oblačnem nebu nobena od variant ne zadosti pogoju $E_{pov} \geq 500$ lx, kar je razumljivo, ker že pri izhodiščnem prostoru brez senčil E_{pov} ne doseže referenčne vrednosti.

Pri delno oblačnem nebu vse variante samo vertikalnih izzidkov, ne glede na dimenzije, presežejo referenčno vrednost E_{pov} , in sicer za okvirno 40 %. Tudi pri izzidkih širine 0,5 m vse variante s horizontalnimi izzidki presežejo referenčno vrednost. Pri izzidkih širine 1,0 m od vseh variant ne doseže $E_{pov} \geq 500$ lx le varianta s horizontalnim izzidkom in z levim ter desnim vertikalnim izzidkom.

Pri jasnem nebu samo zadnja varianta, horizontalnega izzidka z desnim in levim vertikalnim izzidkom širine 2,0 m, ne preseže referenčne vrednosti, vse ostale analizirane variante jo.



Grafikon 7: Primerjava nivoja osvetljenosti na dan 21.3. pri izzidkih

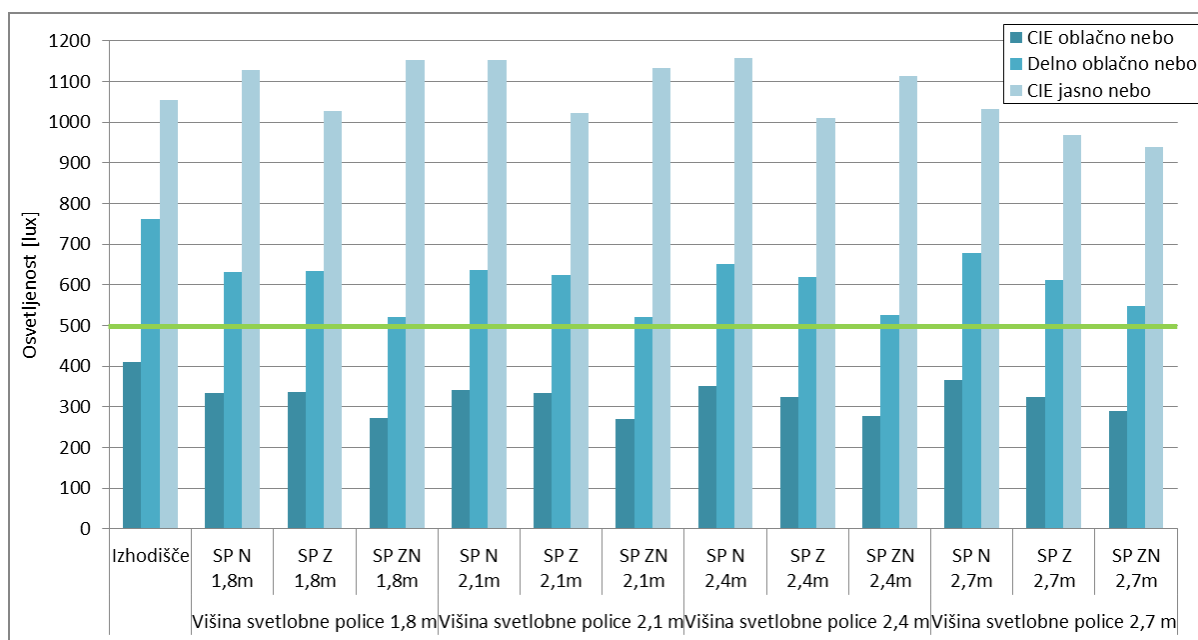
8.2.2 Primerjava nivoja osvetljenosti pri notranji in zunanji svetlobni polici

Primerjala sem nivo osvetljenosti pri uporabi zunanje oziroma notranje svetlobne police na različnih višinah. V grafikonu 8 so zbrani in prikazani rezultati iz preglednic 38, 40 in 42. Zelena črta predstavlja referenčno vrednost povprečne dnevne osvetljenosti.

Pri oblačnem nebu nobena od variant ne zadosti pogoju $E_{pov} \geq 500$ lx. Pri notranji svetlobni polici se vrednost osvetljenosti z višino povečuje in odstopa od -33 % do -27 % od referenčne vrednosti, medtem ko se pri zunanji svetlobni polici osvetljenost minimalno zmanjšuje in odstopa od -33 % do -35 %. Pri kombinaciji notranje in zunanje svetlobne police pa je nivo osvetljenosti pri višinah 1,8 m, 2,1 m in 2,4 m približno enak, pri višini 2,7 m pa se za malenkost dvigne.

Pri delno oblačnem nebu vse variante dosežejo oziroma presežejo referenčno vrednost $E_{pov} \geq 500$ lx. Pri tem tipu neba je trend naraščanja oziroma padanja osvetljenosti podoben kot pri oblačnem nebu. Pri notranji svetlobni polici se nivo osvetljenosti z višino viša in presega referenčno vrednost od 26 % do 35 %, pri zunanji svetlobni polici pa se z višino osvetljenost zmanjšuje in presega referenčno vrednost od 26 % do 22 %. Pri kombinaciji notranje in zunanje svetlobne police pa je nivo osvetljenosti pri višinah 1,8 m, 2,1 m in 2,4 m približno enak in komaj preseže referenčno vrednost (vrednosti znašajo približno 520 lx), pri višini 2,7 m pa se nivo malenkost dvigne.

Pri jasnem nebu prav tako vse variante presežejo referenčno vrednost $E_{pov} \geq 500$ lx, vendar pa je vpliv na osvetljenost prostora povsem drugačen. Pri višini polic od 1,8 m do 2,4 m je, za razliko od ostalih dveh tipov neba, nivo osvetljenosti najvišji pri zunanje-notranji svetlobni polici, najnižji pa pri zunanji. Pri višinah od 1,8 m do 2,4 m nivo osvetljenosti pri notranji polici raste, pri zunanji in kombinaciji obeh pa pada. Pri svetlobnih policah na višini 2,7 m pri vseh variantah nivo osvetljenosti pade.



Grafikon 8: Primerjava nivoja osvetljenosti na dan 21.3. pri svetlobni polici

8.2.3 Primerjava nivoja osvetljenosti pri horizontalnem izzidku in nadstrešku z lamelami

Naredila sem primerjavo osvetljenosti pri horizontalnem izzidku (kot lamel 0° oziroma 180°) in nadstrešku (z lamelami) širine 1,5 m in 2,0 m. V grafikonu 9 so zbrani in prikazani rezultati iz preglednic 24, 60 in 62. Zelena črta predstavlja referenčno vrednost povprečne dnevne osvetljenosti.

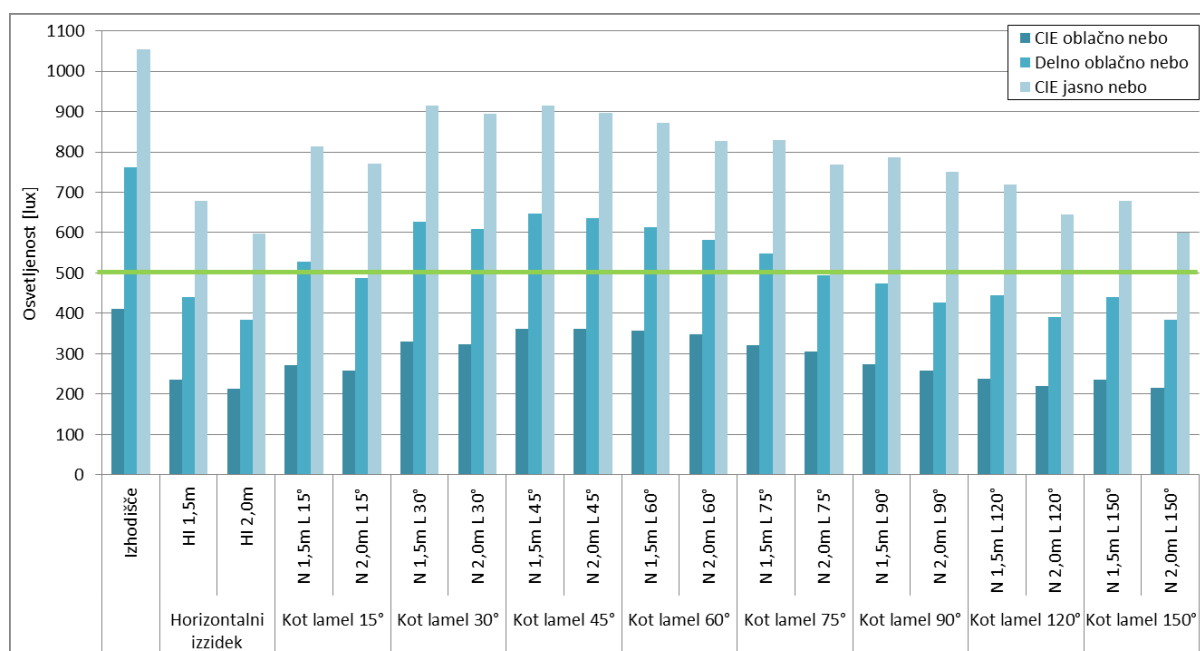
Iz grafikona je razvidno, da, ne glede na tip neba, nivo osvetljenosti raste od zaprtih do odprtih lamel pod kotom 45° , nato od kota 60° naprej vrednosti padajo. Pri zaprtih lamelah pod kotom 120° oziroma 150° je osvetljenost zelo podobna. Nivo osvetljenosti je pri vseh kotih nižji (oziroma enak) pri nadstrešku širine 2 m kot pri nadstrešku širine 1,5 m.

Pri oblačnem nebu nobena od variant ne zadosti pogoju $E_{pov} \geq 500$ lx, kar je razumljivo, ker že pri izhodiščnem prostoru brez senčil E_{pov} ne doseže referenčne vrednosti. Nivo osvetljenosti je pri nadstrešku širine 2 m nižji kot pri 1,5 m pri vseh kotih, razen pri kotu 45° , ko se vrednosti izenačijo.

Pri zaprtih oziroma skoraj zaprtih lamelah je odstopanje od referenčne vrednosti skoraj -50 %, pri kotu 45° pa vrednosti odstopajo za -38 %.

Pri delno oblačnem nebu je referenčna vrednost presežena pri kotih lamel od 30° do 60° pri obeh širinah nadstreška in pri kotu 15° in 75° pri širini 1,5 m. Največje odstopanje od referenčne vrednosti E_{pov} je pri zaprtih lamelah oziroma kotu 150°, in sicer vrednosti odstopajo za -57 %, referenčna vrednost pa je najbolj presežena pri kotu lamel 45° pri širini nadstreška 1,5 m, in sicer za 30 %.

Pri jasnem nebu je referenčna vrednost E_{pov} presežena pri vseh variantah, najnižji nivo osvetljenosti je pri zaprtih lamelah, najvišji pa pri varianti kota lamel 45° pri širini nadstreška 1,5 m.



Grafikon 9: Primerjava nivoja osvetljenosti na dan 21.3. pri horizontalnem izzidku in nadstrešku z lamelami

8.2.4 Primerjava nivoja osvetljenosti pri brisolejih s horizontalnimi lamelami in žaluzijah

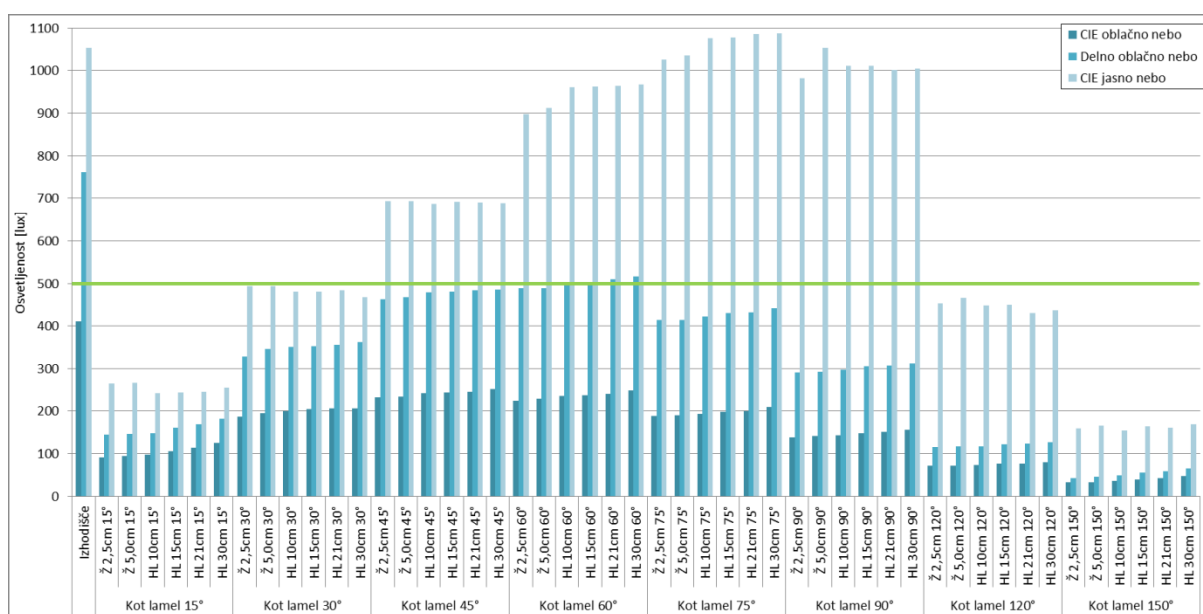
Naredila sem primerjavo nivoja osvetljenosti pri senčilih s horizontalnimi lamelami različnih širin, primerjala sem osvetljenost pri kotih lamel horizontalnih brisolejev v vertikalni ravnini in žaluzij. V grafikonu 10 so zbrani in prikazani rezultati iz preglednic 44, 46, 48, 50, 66 in 68. Zelena črta predstavlja referenčno vrednost povprečne dnevne osvetljenosti.

Pri oblačnem nebu nobena od variant ne zadosti pogoju $E_{pov} \geq 500$ lx, kar je razumljivo, ker že pri izhodiščnem prostoru brez senčil E_{pov} ne doseže referenčne vrednosti. Iz grafikona 10 je razvidno, da se osvetljenost povečuje s širino lamel, pri vsaki varianti kota je najnižja pri žaluzijah z lamelami 2,5

cm in najvišja pri lamelah širine 30 cm, kar je posledica tega, da se z večanjem širine več razmik med lamelami. Nivo osvetljenosti pri vseh dimenzijah lamel narašča do kota lamel 45°, ko pri lamelah širine 30 cm odstopa od referenčne vrednosti za -50 %, nato pada, največje odstopanje je pri kotu 150° pri lamelah širine 2,5 cm, in sicer za kar -95 %.

Pri delno oblačnem nebu je referenčna vrednost presežena le pri kotu 60° pri lamelah širine 21 cm in 30 cm. Tudi pri tem tipu neba se osvetljenost povečuje s širino lamel, pri vsaki varianti kota je najnižja pri žaluzijah z lamelami 2,5 cm in najvišja pri lamelah širine 30 cm. Nivo osvetljenosti pri vseh dimenzijah lamel narašča do kota lamel 60°, ko pri lamelah širine 30 cm presega referenčno vrednost za 3 %, nato pada, največje odstopanje je pri kotu 150° pri lamelah širine 2,5 cm, in sicer za -91 %.

Pri jasnem nebu je referenčna vrednost E_{pov} presežena pri vseh variantah od kota 45° do kota 90°. Nivo osvetljenosti pri vseh dimenzijah lamel narašča do kota lamel 75°, nato pada. Za razliko od ostalih dveh tipov neba osvetljenost ne narašča s širino lamel, ampak je od kota do kota različno. Po mojem mnenju je delni razlog reflektivnost materialov in tudi različen profil lamel žaluzij in brisolejev. Prav tako pa ima tukaj velik vpliv tudi kot sončnih žarkov, pri ostalih dveh tipih neba je količina difuzne svetlobe relativno velika, tukaj pa je majhna in ravno zato kot lamel močno vpliva na notranjo osvetljenost, razmik med senčili pa minimalno.

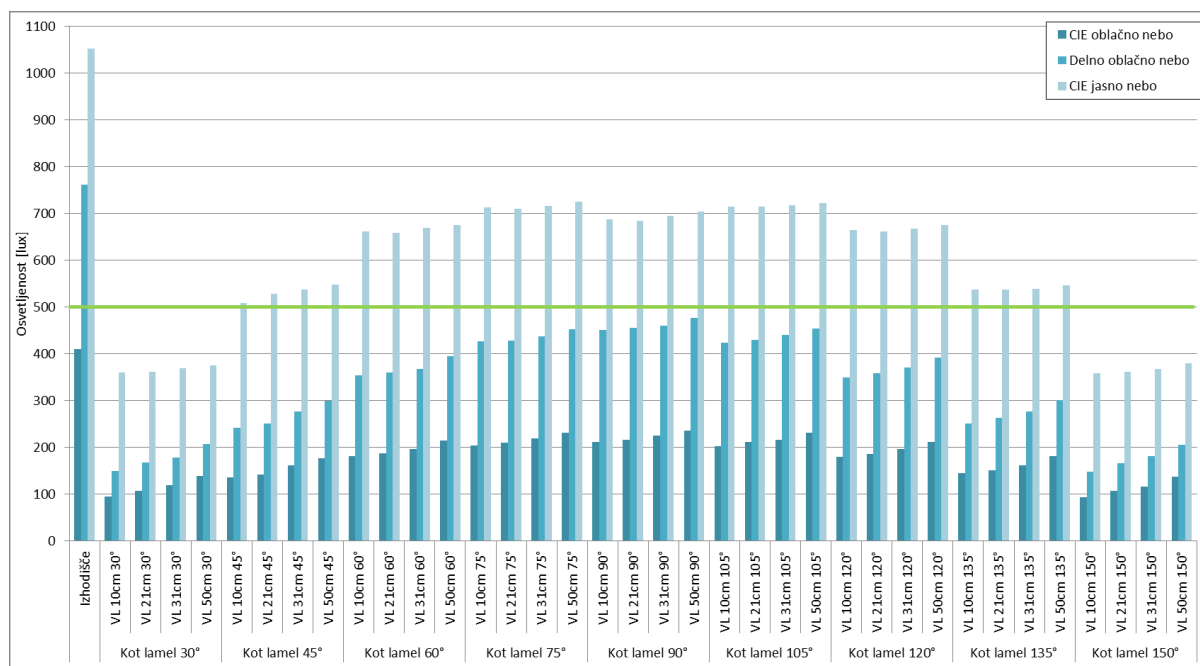


Grafikon 10: Primerjava nivoja osvetljenosti na dan 21.3. pri brisolejih s horizontalnimi lamelami in žaluzijah

8.2.5 Primerjava nivoja osvetljenosti pri brisolejih z vertikalnimi lamelami

Pri brisolejih sem naredila tudi primerjavo nivoja osvetljenosti pri vertikalnih lamelah v vertikalni ravnini, kjer sem primerjala osvetljenost pri določenih kotih lamel različnih širin. V grafikonu 11 so zbrani in prikazani rezultati iz preglednic 52, 54, 56 in 58.

Podobno kot pri primerjavi KDS je tudi pri primerjavi osvetljenosti pri vseh širinah lamel vidna simetrija, in sicer za pare kotov 30° in 150° , 45° in 135° , 60° in 120° , 75° in 105° , kot 90° pa predstavlja »sredino«, kar je seveda pričakovano in logično, saj je prostor orientiran južno. Iz grafikona je razvidno, da se, ne glede na tip neba, nivo osvetljenosti viša do kota 90° , nato nivo sorazmerno pada. Prav tako je razvidno, da pri vsakem kotu osvetljenost narašča z večanjem dimenzij lamel, saj se hkrati povečujejo razmiki med lamelami, zaradi katerih vstopi več svetlobe v prostor.



Grafikon 11: Primerjava nivoja osvetljenosti na dan 21.3. pri brisolejih z vertikalnimi lamelami

Pri oblačnem nebu nobena od variant ne zadosti pogoju $E_{pov} \geq 500$ lx. Največje odstopanje od referenčne vrednosti je pri lamelah širine 10 cm pri kotu 30° oziroma 150° , in sicer vrednost odstopa za -81 %, pri lamelah širine 50 cm pod kotom 90° pa je odstopanje najmanjše, in sicer odstopa za -53 %.

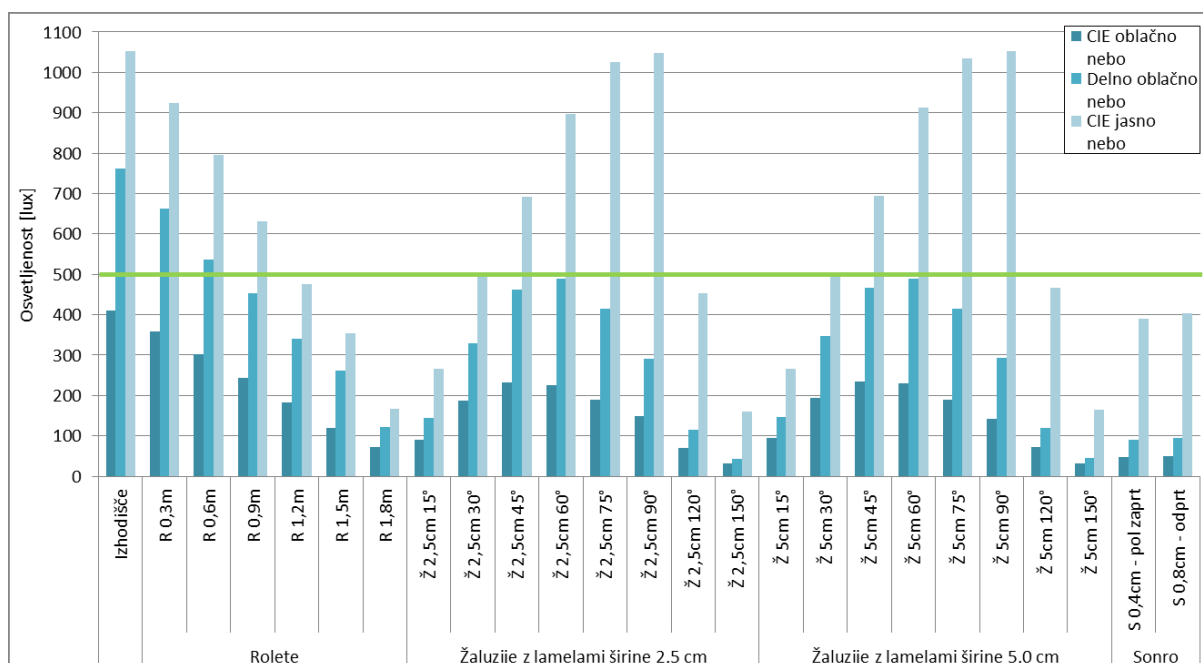
Pri delno oblačnem nebu prav tako nobena od variant ne doseže referenčne vrednosti $E_{pov} \geq 500$ lx. Največje odstopanje od referenčne vrednosti je prav tako pri lamelah širine 10 cm pri kotu 30° oziroma 150° (-70 %), pri lamelah širine 50 cm pod kotom 90° pa je odstopanje najmanjše (-5 %).

Pri jasnem nebu referenčna vrednost E_{pov} ni presežena le pri kotu lamel 30° oziroma 150° . Pri tem tipu neba je, za razliko od ostalih dveh, nivo osvetljenosti najvišji pri kotu lamel 75° in 105° , in sicer presega referenčno vrednost za 45 %.

8.2.6 Primerjava nivoja osvetljenosti pri premičnih senčilih (rolete, žaluzije, sonro)

Nivo osvetljenosti sem primerjala tudi pri vseh analiziranih tipih premičnih senčil. V grafikonu 12 so zbrani in prikazani rezultati iz preglednic 64, 66, 68 in 70. Tudi v tem grafikonu zelena črta predstavlja minimalni nivo osvetljenosti oziroma pogoj $E_{pov} \geq 500$ lx.

Iz grafikona 12 je, ne glede na tip neba, razvidno postopno zmanjševanje vrednosti osvetljenosti s spuščanjem rolet, pri žaluzijah pa nivo do določenega kota raste, nato pada. Pri žaluzijah je nivo osvetljenosti višji pri širini lamel 5 cm kot pri širini 2,5 cm, ker so tudi razmiki med lamelami večji in s tem v prostor prodre več svetlobe.



Grafikon 12: Primerjava nivoja osvetljenosti na dan 21.3. pri premičnih senčilih

Pri oblačnem nebu nobena od variant ne zadosti pogoju, kar je razumljivo, ker izhodiščni prostor brez senčil E_{pov} ne doseže referenčne vrednosti, z dodanimi senčili pa se vrednost le še zmanjša. Najmanjše odstopanje je pri roletih, spuščeni za 0,3 m (-28 %), največje pa pri žaluzijah širine 2,5 cm pri kotu 150° (-94 %). Pri žaluzijah osvetljenost narašča do kota 45° , nato pada. Osvetljenost pri namestitvi senčila sonro doseže le 10% referenčne vrednosti, kar je pričakovano, saj je ta tip senčila zelo »zaprt« in prepušča malo direktne in/ali difuzne svetlobe.

Pri delno oblačnem nebu referenčno vrednost presežeta le vrednosti variant rolete, spuščene za 0,3 m oziroma 0,6 m. Največje odstopanje od referenčne vrednosti je tudi tu pri žaluzijah širine 2,5 cm pri kotu 150° (-91 %). Pri žaluzijah osvetljenost narašča do kota 60°, kjer se zelo približa referenčni vrednosti 500 lx, nato pada. Osvetljenost pri namestitvi senčila sonro doseže 20 % referenčne vrednosti; kot je bilo že omenjeno, je sonro zelo »zaprt« senčilo in prepušča zelo malo svetlobe.

Pri jasnem nebu referenčno vrednost presežejo variante rolete, spuščene do 0,9, m in variante žaluzij od kota 45° do 90°. Največje odstopanje od referenčne vrednosti je tudi tu pri žaluzijah širine 2,5 cm pri kotu 150° (-68 %). Pri žaluzijah osvetljenost narašča do kota 90°, nato pada. Osvetljenost pri namestitvi senčila sonro doseže približno 80 % referenčne vrednosti.

8.3 Primerjava različnih tipov senčil

Iz rezultatov analize vpliva različnih tipov senčil na osvetljenost testnega prostora v poglavju 7 in iz primerjave teh rezultatov v poglavjih 8.1 in 8.2 je razvidno, da ne moremo med seboj primerjati kar kateregakoli od analiziranih tipov senčil, saj je lahko vpliv le-teh na osvetljenost testnega prostora zelo različen in je odvisen od številnih parametrov oziroma robnih pogojev. Le z določenimi tipi senčil je mogoče doseči podobne oziroma primerljive rezultate. Kateri so oziroma niso ti tipi analiziranih senčil, pa je opisano v nadaljevanju.

Glede na rezultate obeh skupin analiziranih tipov senčil, fiksnih in premičnih, ni možno primerjati vpliva vertikalnih izzidkov z vplivom ostalih tipov senčil. Vertikalni izzidki, ne glede na analizirano dimenzijo, nimajo vidnega vpliva na osvetljenost testnega prostora; razlog za to pa je južna orientiranost prostora oziroma zasteklitve.

Prav tako ni možno primerjati rezultatov svetlobne police z rezultati ostalih tipov premičnih in fiksnih senčil. Vpliv svetlobne police oziroma svetlobnega odbojnika na osvetljenost in vizualne razmere v prostoru je zelo specifičen, med seboj ni možno primerjati rezultatov posameznih variant različnih pozicij same svetlobne police (notranja in/ali zunanja).

Primerljivih rezultatov z ostalimi ni mogoče doseči tudi s posebnim tipom premičnih senčil, senčilom sonro. Gre namreč za tip senčila, ki je zelo »zaprt« v primerjavi z ostalimi, kar pomeni, da dopušča, v primerjavi z ostalimi tipi senčil, majhen vpad dnevne svetlobe v prostor.

Pri pregledu rezultatov ostalih tipov analiziranih fiksnih senčil, poleg že omenjenih vertikalnih izzidkov in svetlobne police, torej horizontalnih izzidkov, horizontalnih in vertikalnih brisolejev in nadstreška z lamelami, je mogoče doseči primerljive oziroma podobne rezultate le pri določenih tipih senčil.

Glede na nivo osvetljenosti so rezultati variant horizontalnega izzidka (v kombinaciji z vertikalnimi izzidki) širšega od 1,5 m, primerljivi z rezultati variant brisolejev z vertikalnimi lamelami, nagnjenimi za določen kot, in sicer za kote od 60° do 120°.

Primerljive rezultate je mogoče dobiti tudi z brisoleji z vertikalnimi in horizontalnimi lamelami, a samo pri uporabi oblačnega tipa neba, pri jasnem in delno oblačnem nebu je nivo osvetljenosti pri brisolejih s horizontalnimi lamelami precej višji.

Rezultate nivoja osvetljenosti, dosežene s tretjim tipom brisolejev, nadstreška z lamelami, je mogoče primerjati le pri uporabi jasnega tipa neba, in sicer z rezultati horizontalnega izzidka (v kombinaciji z vertikalnimi izzidki) širine 0,5 m. Pri variantah nadstreška z lamelami, ki so nagnjene za kot 75° in več, so rezultati podobni rezultatom horizontalnega izzidka (v kombinaciji z vertikalnimi izzidki) širine 1,0 m.

Podobne oziroma primerljive rezultate glede doseganja vizualnih kriterijev, torej količnika dnevne svetlobe, je mogoče doseči le pri specifičnih variantah določenih tipov fiksnih senčil, na splošno pa rezultati niso primerljivi.

Pri pregledu rezultatov ostalih premičnih senčil, torej rolet in žaluzij, je primerljive rezultate možno doseči samo pri določenih variantah posameznega tipa senčil.

Pri primerjavi nivoja osvetljenosti je podobne rezultate mogoče doseči le pri variantah rolete, spuščene za 0,9 m in več, ter pri variantah obeh analiziranih širin žaluzij, katerih lamele so nagnjene do kota 45°. Pri ostalih simuliranih variantah premičnih senčil rezultati nivoja osvetljenosti niso primerljivi. Pri primerjavi rezultatov doseganja vizualnih kriterijev, torej količnika dnevne svetlobe, premičnih senčil pa ni mogoče doseči podobnih oziroma primerljivih rezultatov.

Primerljive oziroma podobne rezultate pa je mogoče doseči tudi pri določenih tipih fiksnih in premičnih senčil. Seveda je potrebno pri tem poudariti, da fiksna senčila vplivajo na osvetljenost prostora skozi celotno leto, medtem ko se s primerno regulacijo premičnih senčil lažje zagotovi ustrezne vizualne razmere v prostoru čez celotno leto. Zato so ti rezultati primerljivi le z vidika analiziranih variant v diplomski nalogi, saj je vpliv premičnih senčil analiziran v »fiksiranem stanju«.

Podobne oziroma primerljive rezultate je tako možno doseči pri variantah horizontalnega izzidka različnih širin (tudi s kombinacijo vertikalnih izzidkov) in pri variantah stopenjskega spuščanja rolet, in sicer do 0,9 m. Prav tako pa so rezultati, glede na dosežen nivo osvetljenosti pri posameznih variantah kotov, primerljivi pri brisolejih s horizontalnimi lamelami in žaluzijah.

9 UGOTOVITVE IN ZAKLJUČKI

V diplomskem delu sem se namenila analizirati osvetljenost (povprečna osvetljenost, količnik dnevne svetlobe) testnega prostora pri uporabi različnih tipov senčil in hkrati analizirati vpliv geometričnih lastnosti, namestitve teh senčil, pri tem pa opazovati parametre, kot sta prostorska in časovna distribucija dnevne svetlobe v prostoru. V diplomskem delu sem te cilje dosegla.

Analizirala sem vpliv naslednjih senčil na osvetljenost prostora z dnevno svetlobo:

- horizontalni oziroma vertikalni izzidki,
- notranja oziroma zunanja svetlobna polica,
- horizontalni oziroma vertikalni brisoleji, nadstrešek z lamelami,
- rolete,
- žaluzije in
- senčilo sonro.

Med izdelavo celotne diplomske naloge sem preverjala hipoteze iz poglavja 1.3 in prišla na podlagi rezultatov in primerjav do naslednjih zaključkov:

1. *Premična senčila so primernejša od fiksnih pri zagotavljanju ustreznih vizualnih razmer v prostoru.*

Pri prvi hipotezi sem domnevala, da bodo premična senčila primernejša izbira od senčil, ki so fiksno nameščena v primeru zagotavljanja primerne osvetljenosti prostora z dnevno svetlobo. Te hipoteze ne morem v celoti potrditi. Premičnim senčilom, med katera se uvrščajo rolete, žaluzije in senčilo sonro, je skupno to, da se da z njimi preprosto uravnati količino svetlobe zaradi njihovega preprostega mehanizma spuščanja oziroma dviganja, kar predstavlja veliko prednost pred fiksnimi senčili, ki so fiksno nameščena in se njihovem vplivu na svetlobne razmere oziroma osvetljenost v prostoru ne da izogniti. Ta prednost pride do izraza že pri pregledu rezultatov izhodiščnega prostora, ko je pri CIE oblačnem nebu le na kritični dan 21.6. presežena referenčna vrednost E_{pov} , pri delno oblačnem nebu pa na kritični dan 21.12. ni presežena referenčna vrednost E_{pov} , kar pomeni, da se bodo razmere z dodanimi senčili le še poslabšale, razen v primeru uporabe svetlobne police, ki lahko svetlobne razmere v prostoru tudi izboljša, predvsem enakomernost osvetljenosti prostora. Pri primerjavi rezultatov ostalih kritičnih dni in tipov neba ne morem trditi, da so premična senčila primernejša izbira od fiksnih senčil. Potrebno je poudariti, da sem vpliv oziroma učinek premičnih senčil analizirala v »fiksiranem stanju«, torej če ni regulacije oziroma prilagajanja senčila zahtevam v prostoru in danostim v zunanjem okolju, se lahko zgodi, da so premična senčila slabša kot fiksna, npr. ko uporabniki spustijo premična senčila, nato pa, namesto da bi prilagodili senčilo, uporabijo umetno

razsvetljava. Iz opisanih razlogov menim, da bi bilo potrebno opraviti še dodatne simulacije in analize, da bi lahko to hipotezo v celoti potrdila.

2. *Vertikalni izzidki površine do vsaj 30% skupne površine svetlobne odprtine oziroma širine do 25% celotne dolžine prostora nimajo bistvenega vpliva na osvetljenost izbranega prostora.*

Drugo delovno hipotezo sem v celoti potrdila. Pri tej hipotezi sem preverila ali držijo trditve, ki sem jih pridobila iz različnih virov, da vertikalni izzidki učinkovito delujejo na vzhodnih in zahodnih fasadah, na južnih, kot pri prostoru v tej diplomski nalogi, pa sploh niso učinkoviti. Pri vseh simuliranih variantah vertikalnega izzidka (postavitev levo ali/in desno), višine (po celotni višini okna) 2,1 m in širine do 2 m, kar predstavlja do 30% skupne površine okenske odprtine oziroma do 25 % celotne dolžine prostora, so bila zelo majhna odstopanja rezultatov, pri najbolj ekstremni varianti je prišlo do 9 % odstopanja glede na rezultate pri izhodiščnem prostoru brez senčil. Primeri takšnih izzidkov so po mojem mnenju dobrodošli npr. pri zastiranju pogledov iz sosednjega balkona, teras. Sama menim, da bi bilo zanimivo preveriti, do katere dolžine oziroma odstotka velikosti vertikalnega izzidka se vizualne razmere v prostoru bistveno še ne spremenijo.

3. *Pri vertikalnih senčilih (izzidki, lamele) pride, glede na izbrani prostor, do skoraj identičnih rezultatov simetrično postavljenih elementov senčil, pri ostalih tipih senčil pa ne.*

Pri tretji hipotezi sem domnevala, da bo prišlo do simetrije rezultatov pri senčilih z vertikalnimi elementi, torej pri vertikalnih izzidkih na levi oziroma desni strani odprtine in pri brisolejih z vertikalnimi lamelami v vertikalni ravnini, kjer bodo rezultati zelo podobni, če ne identični, za iste kote odklona lamel pravokotno na svetlobno odprtino. Da bo prišlo do simetrije, sem pričakovala na podlagi južne orientacije prostora oziroma odprtine. To hipotezo sem deloma potrdila. Pri primerjavi količnika dnevne svetlobe vertikalnega izzidka na levi strani z vertikalnim izzidkom na desni strani okna, so rezultati povsem identični pri vseh variantah, pri primerjavi povprečne osvetljenosti pa pride do maksimalnega odstopanja rezultatov za približno 1 %, kar lahko pripišem nenatančnosti podatkov programa oziroma branju podatkov. Pri analiziranju osvetljenosti izbranega prostora z vplivom vertikalnih lamel simetričnih kotov sem prišla do podobnih zaključkov, rezultati so pri primerjavi količnika dnevne svetlobe za simetrične kote identični, pri primerjavi vrednosti povprečne osvetljenosti pa prav tako pride le do minimalnih odstopanj. Prvi del hipoteze sem torej potrdila. Drugi del hipoteze, da pri ostalih tipih senčil ne bo prišlo do takšne simetrije, ni čisto pravilen, saj sem pozabila na kombinacijo horizontalnega izzidka z levim oziroma desnim vertikalnim izzidkom, pri primerjavi teh rezultatov pa se vidi enaka simetrija kot pri samo vertikalnih izzidkih.

4. *Testni prostor ne bo pri nobenem analiziranem tipu senčil povsem ustrezno osvetljen z dnevno svetlobo glede na vizualne kriterije.*

Četrto delovno hipotezo sem v celoti potrdila. Pri tej hipotezi sem domnevala, da analiziran prostor ne bo ustrezno osvetljen z dnevno svetlobo oziroma ne bodo hkrati izpolnjeni vsi vizualni kriteriji pri uporabi kateregakoli tipa od analiziranih senčil. Prostor, ki sem ga izbrala, je relativno globok, zaradi česar že v izhodišču (brez senčil) nista dosežena kriterija $KDS_{\min} \geq 2,5 \%$ in $KDS_{\text{pov}}/KDS_{\min} \leq 3/1$, od kriterijev za količnik dnevne svetlobe je izpolnjen le kriterij $KDS_{\text{pov}} \geq 5 \%$. Prav tako pa ni v celoti izpolnjen kriterij zadostne osvetljenosti $E_{\text{pov}} \geq 500 \text{ lx}$, to pomeni, da ni izpolnjen pri vseh treh tipih neba na vse tri kritične dni. Z dodanimi senčili se osvetljenost še poslabša; zato v nobenem primeru nista izpolnjena kriterija $E_{\text{pov}} \geq 500 \text{ lx}$ in $KDS_{\min} \geq 2,5 \%$. Osvetljevanje izbranega prostora te diplomske naloge je v realnosti zelo težavna zadeva, predvsem če bi ga želeli osvetliti le z dnevno svetlobo. Velikokrat se izkaže, da enostavno ni mogoče zadostiti vsem kriterijem. Poudariti pa je potrebno, da senčila, ki jih uporabljamo pri takšnih in podobnih prostorih, niso namenjena le regulaciji osvetljenosti, ampak velikokrat preprečevanju pregrevanja, takrat pa nas zanima, v kakšni meri uporabljena senčila poslabšajo že tako nezadovoljivo situacijo. Da pa bi bil vseeno dosežen kriterij zadostne osvetljenosti, je na voljo več rešitev, in sicer na prvem mestu uporaba dodatne umetne razsvetljave. V primeru zagotavljanja ustrezne osvetljenosti z dnevno, naravno svetlobo in s tem doseganje kriterija KDS_{\min} , s tem pa tudi več možnosti za izpolnitev ostalih kriterijev, pa pride v poštev več možnosti, in sicer so nekatere izmed njih npr. povečanje zasteklitve, zasteklitev na drugih pozicijah (možnost zasteklitve na stropu bi izboljšala vrednosti povprečne in enakomerne osvetljenosti), izboljšanje reflektivnosti površin.

5. *Senčila s horizontalnimi lamelami so ustrežnejša od ostalih tipov senčil z gledišča doseganja vizualnih kriterijev.*

Pri peti hipotezi sem domnevala, da se bodo senčila s horizontalnimi lamelami izkazala za ustrežnejša od ostalih tipov senčil glede izpolnjevanja vizualnih kriterijev in to zaradi njihove zasnove. Peto hipotezo sem potrdila le deloma. Kot sem zapisala že pri četrti hipotezi, nobena izmed variant senčil ne izpolnjuje kriterija $KDS_{\min} \geq 2,5 \%$ in v celoti kriterija $E_{\text{pov}} \geq 500 \text{ lx}$, pri senčilih s horizontalnimi lamelami pa se od vrednosti teh dveh kriterijev le še bolj oddaljimo. Se pa senčila s horizontalnimi lamelami izkažejo za ustrežnejša od ostalih pri izpolnjevanju kriterija $KDS_{\text{pov}}/KDS_{\min} \leq 3/1$, saj je le pri teh senčilih pri določenih variantah izpolnjen ta pogoj, ki pa je pomemben zaradi zagotavljanja enakomernosti osvetljenosti v prostoru, saj je to razmerje določen pokazatelj možnosti pojava bleščanja. Po mojem mnenju so senčila s horizontalnimi lamelami ena izmed boljših senčil za prostore, orientirane proti jugu, saj se da, v primerjavi z ostalimi, s temi senčili zelo dobro nadzorovati vizualne razmere v prostoru zaradi stopenjskega reguliranja kota horizontalnih lamel.

Med analiziranjem osvetljenosti sem prišla do zaključka, da je slovenska zakonodaja glede osvetljenosti prostorov in senčil zelo pomanjkljiva, saj za pisarniške prostore niso določene niti minimalne vrednosti (dnevne) osvetljenosti prostorov, prav tako pa ni nobenih določil glede uporabe senčil, razen tistih v TSG-1-004:2010 Učinkovita raba energije [30], ki pa se tičejo preprečevanja pregrevanja in ne osvetljenosti prostora. Zakonodaja določa samo, da mora delodajalec zagotoviti, da so delovni prostori podnevi pravilno osvetljeni z naravno svetlobo in da mora biti le-ta v skladu s standardi. Nekatere zahteve so podane v standardu SIST EN 12464-1:2011 [26], ki pa dovoljuje, da se referenčne vrednosti osvetljenosti dosežejo tudi z uporabo umetne razsvetljave, le-ta pa s fiziološkega in psihološkega vidika ne nadomešča dnevne svetlobe, kar je bilo opisano v uvodu diplomske naloge.

Potrebno se je zavedati, da so bile razmere pri analizi tega prostora idealizirane in bi bili v realnosti rezultati verjetno kar drugačni, saj obstaja veliko dejavnikov, ki niso bili zajeti; eden izmed teh je npr. senčenje prostora s sosednjimi objekti, vegetacijo ali okoliško topografijo terena. Analizirala sem povsem prazen prostor, notranje pohištvo pa bi lahko prav tako deloma vplivalo na rezultate. Tudi uporabljeni tipi neba ne opisujejo realne situacije. Izkaže se, da CIE standardni tipi neba podcenjujejo zunanjo osvetljenost; torej lahko pričakujemo v realnosti boljše rezultate. To se je pokazalo tudi v raziskavi [3], kjer so simulirali in merili specifičen prostor, meritve so bile konsistentno boljše od simulacij [3]. Boljše rezultate bi verjetno pridobili, če bi uporabili dinamičen model neba, kot je recimo Perezov model neba [78].

Med modeliranjem senčil sem ugotovila, da je zelo težko oziroma skoraj nemogoče modelirati prepustnost materialov oziroma difuziranje svetlobe, kar je posledica velike pomanjkljivosti simulacijskih programov in verjetno tudi posledica nezanimanja načrtovalcev. Če bi se načrtovalci bolj posvečali načrtovanju notranje osvetljenosti prostorov, bi bile tudi zahteve po primernih in bolj sofisticiranih simulacijskih orodjih večje. Opisano se mi zdi res velika pomanjkljivost pri analiziranju vpliva senčil na osvetljenost prostora in menim, da bi bilo potrebno na tem področju še kaj dodati.

Pri izbiri te teme diplomske naloge sem vedela, da bo od mene zahtevala veliko raziskovanja, do sedaj zame kar novega, a zanimivega področja, predvsem pa tudi veliko vztrajnosti, saj je bilo število analiziranih variant senčil obsežno. Hkrati sem izmed vseh pridobljenih informacij morala izluščiti tiste, ki so bile primerne zastavljenim ciljem in hipotezam, saj sem le tako lahko prišla do zelenih rezultatov. Z rezultati diplomske naloge sem zadovoljna, saj sem opravila delo, ki sem si ga zadala na začetku naloge. Določeni rezultati v diplomski nalogi so me presenetili, veliko pa jih je bilo, glede na prebrano, pričakovanih. Prav tako sem med izdelavo diplomske naloge prišla do spoznanja, ki sem se ga do sedaj le deloma zavedala, kako pomembna je vloga dnevne svetlobe v življenju človeka. Menim, da bi bilo potrebno pri načrtovanju objekta izvesti analizo vpliva senčil na osvetljenost prostora z dnevno svetlobo, saj ima le-ta zelo pomembno vlogo pri njegovi nadaljnji uporabi, prav tako pa bi pomagala pri izbiri pravega tipa senčil.

VIRI

- [1] Kristl, Ž. 2012. Modul 1: Dnevna svetloba. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente: str. 1-25.
- [2] Vpliv okenskih odprtih na osvetlitev prostora. 2014.
<http://www.velux.si/sl-SI/Documents/predpisi/priporocila-clanek.pdf> (Pridobljeno 5. 6. 2014.)
- [3] Košir, M., Krainer, A., Dovjak, M., Kristl, Ž. 2011. Automatically controlled daylighting for visual and nonvisual effects. *Lighting research & technology*, ISSN 1477-1535.: letn. 43, 4: 439-455.
- [4] Leslie, R.P. 2003. Capturing the daylight dividend in buildings: why and how?. *Building and Environment*, Pergamon 38, 2: 381-385.
- [5] Naravna osvetljenost prostora. 2014.
<http://www.casnik.si/index.php/2014/01/04/naravna-osvetljenost-prostora/> (Pridobljeno 21. 5. 2014.)
- [6] Kristl, Ž. 2012. Modul 1: Osončenje. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente: str. 1-18.
- [7] Google SketchUp Pro Version 8.0.11752. 2014.
<http://www.sketchup.com/> (Pridobljeno 29. 5. 2014.)
- [8] VELUX Daylight Visualizer 2 Version 2.6.7
<http://viz.velux.com/> (Pridobljeno 29. 5. 2014.)
- [9] Svetloba. 2014.
<http://sl.wikipedia.org/wiki/Svetloba> (Pridobljeno 31. 5. 2014.)
- [10] Različne valovne dolžine elektromagnetnega sevanja. 2014.
<http://amazing-space.stsci.edu/resources/explorations/groundup/lesson/basics/g17b/>
(Pridobljeno 5. 6. 2014.)
- [11] CLEAR Comfortable Low Energy ARchitecture. 2014.
<http://www.new-learn.info/packages/clear/index.html> (Pridobljeno 29. 5. 2014.)
- [12] Sončno sevanje in obsevanje. 2014.
<http://pv.fe.uni-lj.si/Obsevanje.aspx> (Pridobljeno 29. 5. 2014.)
- [13] Sončni spekter. 2014.
<http://www2.arnes.si/~gljsentvid10/spekter.html> (Pridobljeno 30. 5. 2014.)
- [14] Svetloba, osvetljenost, relativna barvna občutljivost očesa. 2014.
<http://www.handprint.com/HP/WCL/color3.html> (Pridobljeno 1. 6. 2014.)
- [15] Bellia, L., Pedace, A., Barbato, G. 2013. Light in educational environments: An example of a complete analysis of the effects of daylight and electric light on occupants. *Building and Environment*, 68: 50-65.
- [16] Van Bommel, W. J. M. 2006. Non-visual effect of lighting and the practical meaning for lighting for work. *Applied Ergonomics* 37, 4: 461-466.
- [17] Pauley, S.M. 2004. Lighting for the human circadian clock: recent research indicates that lighting has become a public health issue. *Medical Hypotheses* 63, 4: 588-596.

- [18] MacLaughlin, J. A., Anderson, R. R., Holick, M. F. 1982. The photochemistry and photobiology of vitamin D₃ and its photoisomers in human skin. *Science*, 216: 1001-1003.
- [19] Merjenje osvetljenosti. 2014.
<http://sustainabilityworkshop.autodesk.com/buildings/measuring-light-levels> (Pridobljeno 5. 6. 2014.)
- [20] CIE. 2015.
<http://www.cie.co.at/index.php/LEFTMENU/About+us> (Pridobljeno 7. 1. 2015.)
- [21] Darula, S., Kittler, R. 2002. CIE General Sky Standard Defining Luminance Distributions, eSim 2002, Montreal, Canada
<http://mathinfo.univ-reims.fr/IMG/pdf/other2.pdf> (Pridobljeno 10. 1. 2015.)
- [22] The Engineering ToolBox. 2015.
http://www.engineeringtoolbox.com/light-level-rooms-d_708.html (Pridobljeno 10. 1. 2015.)
- [23] Pravilnik o minimalnih tehničnih zahtevah za graditev stanovanjskih stavb in stanovanj. Uradni list RS št. 125/03, 110/05-popr. in 1/11.
<http://www.uradni-list.si/1/content?id=101837> (Pridobljeno 17. 1. 2015.)
- [24] Pravilnik o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih. Uradni list RS št. 89/1999, z dne 4.11. 1999.
<http://www.uradni-list.si/1/content?id=22542> (Pridobljeno 17. 1. 2015.)
- [25] Pravilnik o normativih in minimalnih tehničnih pogojih za prostor in opremo vrtca. Uradni list RS št. 73/00, 75/05, 33/08, 12/08, 47/10.
<http://pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV3140> (Pridobljeno 17. 1. 2015.)
- [26] SIST EN 12464-1:2011. Light and lighting, Lighting of workplaces - Part 1: Indoor work places.
- [27] Direktiva o energetske učinkovitosti stavb EPBD 2010/31/EU.
- [28] Direktiva o energetske učinkovitosti stavb EPBD 2002/91/EC.
- [29] Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah. Uradni list RS, št. 52/2010: str. 7840.
<http://www.uradni-list.si/1/content?id=98727#!/Pravilnik-o-ucinkoviti-rabi-energije-v-stavbah> (Pridobljeno 31. 5. 2014.)
- [30] Tehnična smernica TSG-1-004:2010 Učinkovita raba energije. 2010. Ministrstvo za okolje in prostor: str. 15.
- [31] Energetska učinkovitost in energetske izkaznice. 2014.
<http://www.energetska-ucinkovitost.si/energetska-ucinkovitost-v-stavbah/evropske-direktive/> (Pridobljeno 31. 5. 2014.)
- [32] Uredba o gradbenih proizvodih (EU) ŠT. 305/2011. 2014.
http://www.mgrt.gov.si/si/delovna_podrocja/notranji_trg/sekto_r/za_proizvode_in_blagovne_rezerve/g_radbeni_proizvodi/uredba_eu_st_3052011/ (Pridobljeno 5. 6. 2014.)
- [33] Lovšin, J. 2013. Vpliv odprtih na osvetljevanje prostorov. Diplomski naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba J. Lovšin): loč. pag.
- [34] Zalašček, D. 2014. Primerjava verzij standarda SIST EN 12464 –1 Razsvetljava na delovnem mestu – 1. del: Notranji prostori iz leta 2004 in 2011. Diplomski naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko (samozaložba D. Zalašček): loč. pag.

- [35] Bleščanje. 2014.
<http://www.malayaoptical.com/eye-problems/what-is-glare> (Pridobljeno 8. 6. 2014.)
- [36] Garbas, T. 2009. Primerjalna študija psihofiziološkega vpliva naravne svetlobe na uporabnika notranjega grajenega okolja. Diplomsko naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta (samozaložba T. Garbas): loč. pag.
- [37] Evans, G. W., McCoy, J. M. 1998. When buildings don't work: The role of architecture in human health. *Journal of Environmental Psychology*, 18: 85-94.
- [38] Olgyay, V. 1963. Design with climate: Bioclimatic approach to architectural regionalism. Princeton University Press, Princeton, NJ: 72.
- [39] Laouadi, A., Galasiu, A.D. 2009. Effective solar shading devices for residential windows save energy and improve thermal conditions, *Lighting Design + Application*, Vol. 39, 6: 18-22.
- [40] Shading devices. 2015.
<http://www.usc.edu/dept-00/dept/architecture/mbs/tools/thermal/shadedevice.html> (Pridobljeno 31. 1. 2015.)
- [41] Carmody, J., Haglund K. 2006. External Shading Devices in Commercial Buildings. The Impact on Energy Use, Peak Demand and Glare Control.
http://www.csbr.umn.edu/download/AMCA_fullreport.pdf (Pridobljeno 31. 1. 2015.)
- [42] Zunanja senčila: Vedno bolj pametna in avtomatizirana. 2014.
<http://www.deloindom.si/enostanovanjske-hise/zunanja-sencila-vedno-bolj-pametna-avtomatizirana> (Pridobljeno 22. 5. 2014.)
- [43] Učinkovita raba energije, predavanje Bioklimatsko načrtovanje in pasivna solarna arhitektura, 2. Del. 2015.
<http://kske.fgg.uni-lj.si/> (Pridobljeno 28. 4. 2015.)
- [44] External Shading devices. 2015.
<http://www.cwct.co.uk/publications/tns/short72.pdf> (Pridobljeno 31. 1. 2015.)
- [45] Solar Shading devices. 2015.
http://gbtech.emsd.gov.hk/english/minimize/green_solar.html (Pridobljeno 31. 1. 2015.)
- [46] Napušč je optimalno senčilo. 2014.
<http://nep.vitra.si/nep.php?nid=130&id=682> (Pridobljeno 8. 6. 2014)
- [47] Balkon. 2014.
<http://sl.wikipedia.org/wiki/Balkon> (Pridobljeno 5. 6. 2014.)
- [48] Sestavni deli strehe. 2014.
<http://www.slonep.net/gradnja/streha/sestavni-deli-strehe> (Pridobljeno 5. 6. 2014.)
- [49] Windows and Overhangs In Solar Home Design. 2014.
<http://www.solar-for-energy.com/windows-and-overhangs.html> (Pridobljeno 5. 6. 2014.)
- [50] Rungta, S., Singh, V. 2011. Design Guide: Horizontal Shading devices and Light Shelves.
<http://www.public.asu.edu/~kroel/www558/Shaily%20Vipul%20Assignment%203.pdf> (Pridobljeno 5. 6. 2014.)

[51] Vassigh, S., Ozer E., Spiegelhalter T. 2012. Best Practices in Sustainable Building Design, J. Ross Publishing, Fort. Lauderdale: 65.

[52] Ne zapirajte poti sončni svetlobi - povabite jo v prostor. 2014.
<http://www.dnevnik.si/dom/energija/ne-zapirajte-poti-soncni-svetlobi-povabite-jo-v-prostor>
(Pridobljeno 23. 9. 2014.)

[53] Light Shelves. 2015.
<http://www.dwfcontract.com/Draperies--Window-Covering-Blog/bid/33615/Light-Shelves> (Pridobljeno 1. 2. 2015.)

[54] What Materials Are Used for Light Shelves? 2014.
http://www.ehow.com/info_12172140_materials-used-light-shelves.html (Pridobljeno 23. 9. 2014.)

[55] Alu brisoleji. 2014.
<http://www.alubild.co.rs/alu-brisoleji> (Pridobljeno 28. 5. 2014.)

[56] Reduce loads / demand first - Shading (Heat Avoidance). 2014.
<http://www.tboake.com/carbon-aia/strategies1b.html> (Pridobljeno 28. 5. 2014.)

[57] Daylight Redirection Systems. 2014.
<http://www.schorsch.com/en/kbase/redirect/> (Pridobljeno 23. 5. 2014.)

[58] Hajdinjak, R. 2009. Gradimo s steklom. Gornja Radgona, Reflex d.o.o.: str. 32, 116-127.

[59] Senčila Tehrol. 2014.
<http://www.tehrol.com/> (Pridobljeno 21. 5. 2014.)

[60] Dekor senčila. 2014.
<http://dekor-sencila.si/> (Pridobljeno 21. 5. 2014.)

[61] Akrol senčila. 2014.
<http://www.akrol.si/> (Pridobljeno 21. 5. 2014.)

[62] Bled senčila. 2014.
<http://www.sencila-bled.si/> (Pridobljeno 19. 5. 2014.)

[63] s_onro. 2015.
http://www.google.si/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=59&cad=rja&uact=8&ved=0CFwQFjAIODI&url=http%3A%2F%2Fwww.fenster troll.de%2Fwp-content%2Fuploads%2FPanorama%2Bs_onro.pdf&ei=wZAyVf_OEIG_sgH7q4SwBg&usq=AFQjCNGiSj0SyNFc5E2q6gar5HYWGd2dVg&sig2=eNtOvwqvZD--krqN7Wtzkw&bvm=bv.91071109,d.bGQ (Pridobljeno 17. 4. 2015.)

[64] Senčila Roltek. 2014.
<http://www.roltek.si/> (Pridobljeno 19. 5. 2014.)

[65] Lesena okna in vrata Nagode d.o.o.. 2014.
<http://www.nagode-nagode.com/polzna> (Pridobljeno 21. 5. 2014.)

[66] Senčila Tendelux. 2014.
<http://sencila-tendelux.si/index.php> (Pridobljeno 24. 5. 2014.)

[67] Senčila Asteriks. 2014.
http://www.asteriks.net/SENCILA_ASTERIKS,.htm.html (Pridobljeno 24. 5. 2014.)

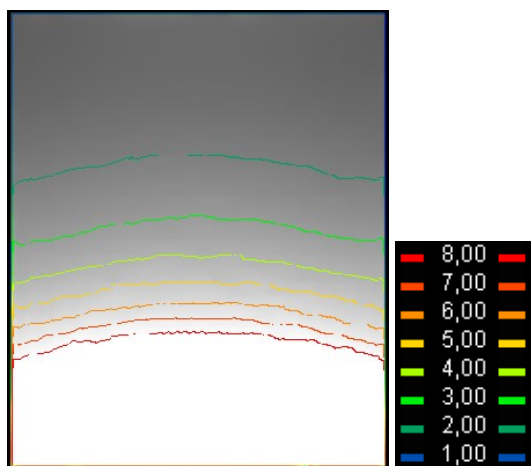
- [68] Sonal sistemi senčenja. 2014.
<http://www.sonal.si/index.php> (Pridobljeno 21. 5. 2014.)
- [69] VELUX GROUP. 2010. Priročnik za uporabo: VELUX Daylight Visualizer 2.5.9.. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente: str. 1-27.
- [70] Statistični urad Republike Slovenije. 2015.
<http://www.stat.si/StatWeb/> (Pridobljeno 7. 2. 2015.)
- [71] Agencija Republike Slovenije za okolje. 2015.
<http://www.arso.gov.si/> (Pridobljeno 17. 4. 2015.)
- [72] Klimatološki podatki Ljubljane za obdobje 1971-2000. 2015. Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje.
http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/table/sl/by_location/ljubljana/climate-normals_71-00_ljubljana.pdf (Pridobljeno 16. 3. 2015.)
- [73] Vrednosti dnevne osvetljenosti na zunanji horizontalni ravnini v Ljubljani. 2015.
http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/cfm/weather_data3.cfm/region=6_europe_wmo_region_6/country=SVN/cname=Slovenia (Pridobljeno 29. 4. 2015.)
- [74] Joarder, A. R., Ahmed Z. N., Price, A., Mourshed M. 2009. A simulation assessment of the height of light shelves to enhance daylight quality in topical office buildings under overcast sky conditions in Dhaka, Bangladesh. Building Simulation 2009. Eleventh International IBPSA Conference. Glasgow, Scotland. July 27-30, 2009: 1706-1713.
- [75] Sonro. 2015.
<http://www.p-will-gmbh.de/rolladen.htm> (Pridobljeno 16. 3. 2015.)
- [76] Kristl, Ž., Košir, M., Dovjak, M., Krainer, A. 2011. Študija dnevne osvetljenosti pisarniškega prostora glede na vizualne in biološke vplive. Gradbeni vestnik 60, 3: 84-91.
- [77] Grašič, M., 2014. Vpliv osončenosti na energetske potencial stavbe in kvaliteto naravne osvetljenosti prostorov. Magistrsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba M. Grašič.): loč. pag.
- [78] Perez, R., Seals R., Michalsky J. 1993. All Weather Model for Sky Luminance Distribution - Preliminary Configuration and Validation. Solar Energy 50, 3: 235-245.

SEZNAM PRILOG

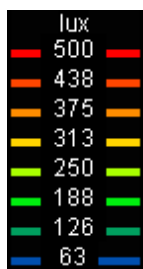
PRILOGA A: Prikaz količnika dnevne svetlobe testnega prostora pri CIE oblačnem nebu ob 12:00 uri na ravnini 0,85 m in prikaz osvetljenosti testnega prostora pri CIE jasnem nebu, delno oblačnem nebu in CIE oblačnem nebu na izbrane dni ob 12:00 uri na ravnini 0,85 m.

»Ta stran je namenoma prazna.«

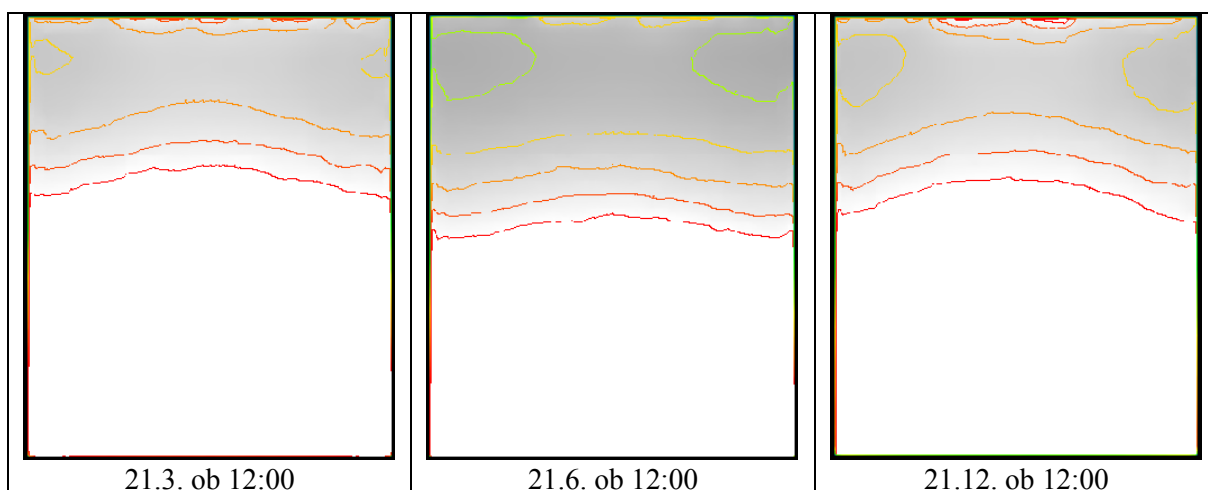
PRILOGA A: Prikaz količnika dnevne svetlobe testnega prostora pri CIE oblačnem nebu ob 12:00 uri na ravni 0,85 m in prikaz osvetljenosti testnega prostora pri CIE jasnem nebu, delno oblačnem nebu in CIE oblačnem nebu na izbrane dni ob 12:00 uri na ravni 0,85 m



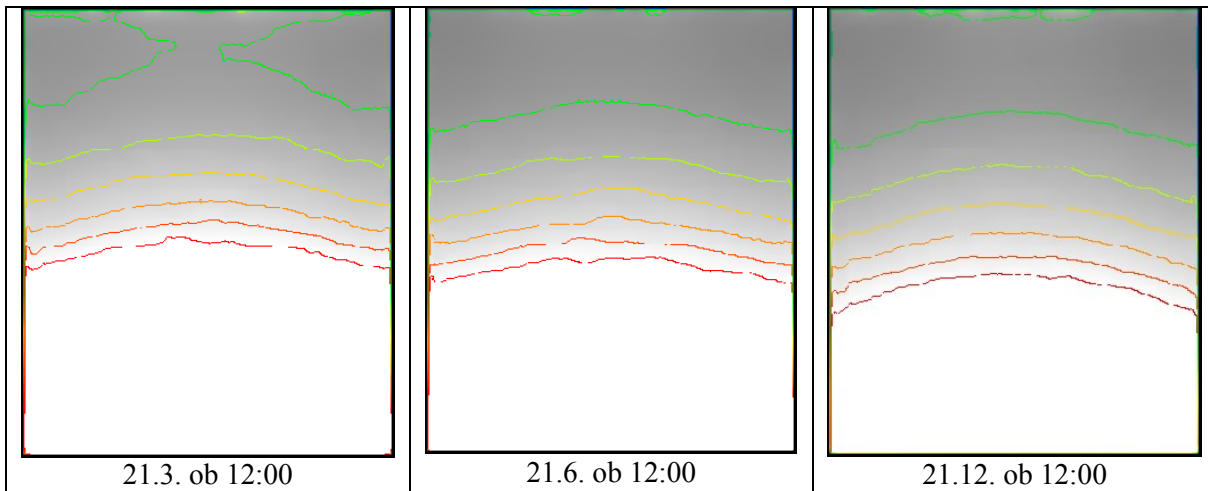
Slika A1: Prikaz količnika dnevne svetlobe testnega prostora pri CIE oblačnem nebu ob 12:00 uri na ravni 0,85 m (levo), vrednosti svetlobnih izohips (desno)



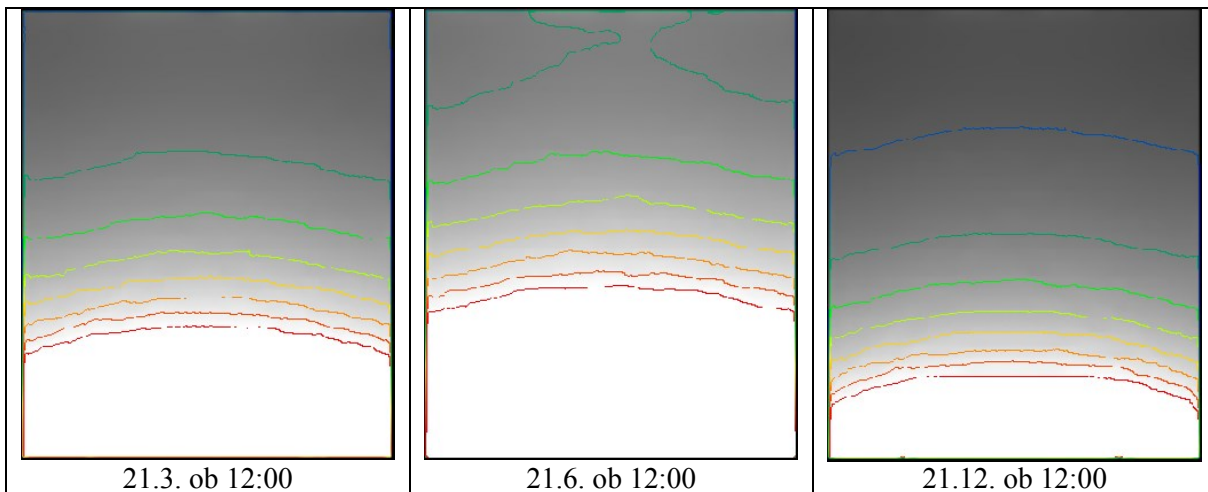
Slika A2: Vrednosti svetlobnih izohips, ki so prikazane na slikah A3, A4 in A5



Slika A3: Prikaz osvetljenosti testnega prostora pri CIE jasnem nebu na izbrane dni ob 12:00 uri na ravni 0,85 m



Slika A4: Prikaz osvetljenosti testnega prostora pri delno oblačnem nebu na izbrane dni ob 12:00 uri na ravni 0,85 m



Slika A5: Prikaz osvetljenosti testnega prostora pri CIE oblačnem nebu na izbrane dni ob 12:00 uri na ravni 0,85 m