

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:

Kastelec, D., 2014. Konstrukcijska gradbena fizika upravne stavbe podjetja Krka d. d.. Magistrsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Košir, M., somentor Dovjak, M.): 95 str.

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:

Kastelec, D., 2014. Konstrukcijska gradbena fizika upravne stavbe podjetja Krka d. d.. Master thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Košir, M., co-supervisor Dovjak, M.): 95 pp.

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



**MAGISTRSKI ŠTUDIJSKI
PROGRAM DRUGE STOPNJE
STAVBARSTVO**

Kandidat:

Dejan Kastelec

**KONSTRUKCIJSKA GRADBENA FIZIKA UPRAVNE
STAVBE PODJETJA KRKA d.d.**

Magistrsko delo št.: 5/II.ST

**CONSTRUCTIONAL PHYSICS ADMINISTRATIVE
BUILDING COMPANY KRKA d.d.**

Master Thesis No.: 5/II.ST

Mentor:

doc. dr. Mitja Košir

Predsednik komisije:

izr. prof. dr. Janko Logar

Somentor:

doc. dr. Mateja Dovjak

Ljubljana, 27.01.2015

»Ta stran je namenoma prazna.«

STRAN ZA POPRAVKE

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

IZJAVE

Podpisani Dejan Kastelec izjavljam, da sem avtor magistrskega dela z naslovom:
»Konstrukcijska gradbena fizika upravne stavbe Krka d. d.«.

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

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v digitalnem repozitoriju.

Ljubljana, 27.01.2015

Dejan Kastelec

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK: 699.88:725:551.52:697.9:(043.2)
Avtor: Dejan Kastelec
Mentor: doc. dr. Mitja Košir
Somentor: doc. dr. Mateja Dovjak
Naslov: Konstrukcijska gradbena fizika upravne stavbe podjetja Krka d. d.
Tip dokumenta: Magistrsko delo – B.
Obseg in oprema: 95 str., 55 pregl., 3 graf., 27 sl., 0 en., 2 pril.
Ključne besede: Bioklimatsko načrtovanje, osončenost, konstrukcijska gradbena fizika, osvetljenost, hrup, toplotni mostovi, ergonomija, oblikovanje delavnih mest

Izvleček

V obdobju, ko investitorji spoznavajo, kako dragocena je energija, se veliko pozornosti namenja učinkoviti rabi energije v stavbah. Hkrati pa, da bi izpolnili veljavne evropske in nacionalne zahteve se velikokrat pozablja na zdravje, udobje in ergonomijo uporabnikov. V magistrskem delu je obravnavana nova upravna stavba podjetja Krka d.d. Novo mesto. Opravljena je analiza konstrukcijske gradbene fizike in istočasen preizkus načel ergonomskega oblikovanja. Analizirana področja so bila bioklimatsko načrtovanje, konstrukcijska gradbena fizika in ergonomsko načrtovanje (svetlobno udobje, ergonomija delovnih mest). Svetlobno udobje je analizirano s pomočjo računalniškega programa Velux Daylight Visualizer 2, akustično udobje delavnih prostorov stavbe so preverjena z računalniškim programom URSA FRAGMAT - Akustika. Z računalniškim programom THERM6 pa so preverjeni morebitni toplotni mostovi in nato s programom TOST preverjena energijska bilanca stavbe.

Z analizami je ugotovljeno, da stanje v projektni dokumentaciji obravnavane stavbe upošteva zakonske zahteve z vidika toplotnega udobja, kot tudi z vidika učinkovite rabe energije. Svetlobno udobje pa kljub velikem deležu steklenih površin na stavbnem ovoju ne ustreza priporočilom. Z vidika ergonomskega oblikovanja se pojavlja tudi kar nekaj neizpolnjenih zahtev, katerim pa bi se lahko z minimalnimi spremembami projekta dalo izpolniti. Pregledale so se možne rešitve za izrabo alternativnih virov na obstoječi zasnovi stavbe na lokaciji v Novem mestu in bile skupaj z nekaterimi upravičenimi spremembami projektne dokumentacije predlagane investitorju. Predlagani ukrepi predstavljajo kombinacijo sprememb dokumentacije, ki se rezultirajo v bistvenem izboljšanju udobja in izrabi virov energije, kar privede do zmanjšanja energijske porabe.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC: 699.88:725:551.52:697.9:(043.2)
Author: Dejan Kastelec
Supervisor: Assist. Prof. Mitja Košir, Ph.D.
Co-supervisor: Assist. Mateja Dovjak, Ph.D.
Title: Constructional physics administrative building company Krka d. d.
Documenttype: MasterThesis
Scopeandtools: 95 pp., 55 tab., 3 graph., 27 fig., 0 eq., 2 ann.
Keywords: Bioclimatic design, solar irradiation, building physics, lightning, acoustics, thermal bridges, ergonomics, work placement design

Abstract

Nowadays investors are realizing how valuable energy really is, which consequently means that a lot of attention is given on the energy efficiency of buildings. In order to meet the European and national requirements of building energy consumption, the health, comfort of building users and ergonomic design is often neglected. In the master thesis the new administrative building of Krka d.d. Novo mesto is analysed. An analysis of the building physics and ergonomic design is carried out. The analysed topics were bioclimatic design, building physics and ergonomic design (lighting, ergonomics of the working area). Light comfort is analysed with Velux daylight Visualizer 2. The acoustic comfort in the working area of the building is analysed with URSA FRAGMAT - Akustika. With the program THERM6 possible thermal bridges in the building were checked. The energy consumption of the building was calculated with TOST.

The results showed that the project documentation of the analysed building complies with the building regulations in terms of thermal comfort, as well as in terms of energy efficiency. Although the windows of the building present a high percentage of the buildings envelope the required lighting levels in the analysed interior spaces were not achieved. The building also does not comply with some ergonomic design requirements, but these mistakes could be easily corrected with a slight change in the project documentation/drawings. A review of the possible usage of alternative sources of energy in the building was carried out. Considering the existing design of the building at the site of Novo mesto a few alternative sources of energy were suggested to the client with a few accompanied changes to the original project documentation. The proposed changes represent a combination of changes to the documentation, which results in a significant improvement in user comfort and building energy consumption.

ZAHVALA

Za strokovno pomoč, nasvete in usmerjanje pri izdelavi magistrskega dela se najlepše zahvaljujem doc. dr. Mitji Koširju in doc. dr. Mateji Dovjak ter vsem, ki so mi v kakršni meri nudili pomoč pri izdelavi magistrskega dela.

Zahvalo poklanjam tudi družini in prijateljem, ki so mi vsa leta študija pomagali, me podpirali in spodbujali.

KAZALO VSEBINE

STRAN ZA POPRAVKE	I
IZJAVE.....	II
BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK	III
ZAHVALA	V
KAZALO VSEBINE	VII
KAZALO PREGLEDNIC.....	VII
KAZALO GRAFIKONOV	IX
KAZALO SLIK	X
DEFINICIJE POJMOV.....	XI
1 UVOD.....	1
2 PREDSTAVITEV OBRAVNAVANE STAVBE	4
3 METODA	7
4 TEORETIČNE OSNOVE	9
4.1 Osončenost stavbe.....	9
4.2 Osvetljenost delovnih prostorov.....	10
4.3 Hrup na delovnem mestu.....	12
4.3.1 Zakonodaja.....	14
4.4 Toplotni mostovi.....	15
4.5 Ergonomija in oblikovanje dela in delovnih mest.....	17
4.5.1 Splošno o ergonomiji	17
4.5.2 Ergonomsko oblikovanje delovnih mest.....	17
4.5.3 Pravna ureditev varnosti in zdravja pri delu	19
5 REZULTATI.....	21
5.1 Bioklimatsko načrtovanje	21
5.1.1 Klimatske značilnosti lokacije.....	21
5.1.2 Določitev bioklimatskih potencialov in možnih načrtovalskih ukrepov.....	24
5.1.3 Osončenost	27
5.2 Konstrukcijska gradbena fizika.....	33
5.2.1 Osvetljenost delovnih prostorov.....	33
5.2.2 Hrup na delovnem mestu	58
5.2.3 Toplotni mostovi	63
5.2.4 Energetska bilanca stavbe.....	67
5.3 Ergonomija	72
5.3.1 Predlog ergonomske ureditve pisarniškega prostora na obravnavanem objektu	72
5.3.2 Analiza poti od parkirnega mesta do pisarniškega prostora z vidika uporabnosti za funkcionalno ovirane osebe	78
6 ZAKLJUČEK	86
VIRI	89

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Podatki o obravnavani stavbi	6
Preglednica 2: Področja načrtovanja v magistrskem delu	7
Preglednica 3: Prikaz podanih zahtev glede na opravljeno analizo	8
Preglednica 4: Vpliv hrupa na organizem [Povzeto po Kacjan Žgajnar K., 2012]	13
Preglednica 5: Ergonomsko oblikovanje delovnih mest, povzeto po M. Brejc [53] in M. Dovjak [55]	19
Preglednica 6: Zahteve in pogoji delovnega mesta [55], [57]	20
Preglednica 7: Prikaz obravnavane lokacije in klimatološkega tipa podnebja po Köppen-Geiger-jevi klasifikaciji	22
Preglednica 8: Podnebni podatki za obravnavano lokacijo [21]	22
Preglednica 9: Bioklimatski potenciali glede na velikost in načrtovalski ukrepi za njihovo dosego na obravnavani lokaciji	26
Preglednica 10: Odstotek osončenosti posameznih fasad na dan 21.3. in 21.9. glede na površino	29
Preglednica 11: Odstotek osončenosti posameznih fasad in strehe na dan 21.6. glede na površino ..	30
Preglednica 12: Odstotek osončenosti posameznih fasad in strehe na dan 21.12. glede na površino	30
Preglednica 13: Zahteve TSG4 in dejanska osončenost ovoja stavbe na kritične dni v letu	31
Preglednica 14: Potencialna osončenost stavbnega ovoja	32
Preglednica 15: Faktor senčenja stavbnega ovoja	32
Preglednica 16: Faktorji refleksivnosti	34
Preglednica 17: Lastnosti zasteklitve	35
Preglednica 18: Osvetljenost (v lux) za dan 21.12. ob 12:00h, vključno z rezultati simulacije	37
Preglednica 19: Osvetljenost (v lux) za dan 21.3. oz. 21.9. ob 12:00h, vključno z rezultati simulacije	38
Preglednica 20: Osvetljenost (v lux) za dan 21.6. ob 12:00h, vključno z rezultati simulacije	39
Preglednica 21: Osvetljenosti za vse tri tipe neba in vse tri kritične dni ob 12:00h, v delavnem prostoru P_1	40
Preglednica 22: Koeficient dnevne svetlobe ob 12:00h, vključno z rezultati simulacije	41
Preglednica 23: Koeficient dnevne svetlobe (KDS) ob 12:00h, v pisarni P_1	41
Preglednica 24: Osvetljenost (v lux) za dan 21.12. ob 12:00h, vključno z rezultati simulacije	42
Preglednica 25: Osvetljenost (v lux) za dan 21.3. oz. 21.9. ob 12:00h, vključno z rezultati simulacije	43
Preglednica 26: Osvetljenost (v lux) za dan 21.6. ob 12:00h, vključno z rezultati simulacije	44
Preglednica 27: Osvetljenosti za vse tri tipe neba in vse tri kritične dni ob 12:00h, v delavnem prostoru P_2	45
Preglednica 28: Koeficient dnevne svetlobe ob 12:00h, vključno z rezultati simulacije	46
Preglednica 29: Koeficient dnevne svetlobe (KDS) ob 12:00h, v pisarni P_2	46
Preglednica 30: Osvetljenost (v lux) za dan 21.12. ob 12:00h, vključno z rezultati simulacije	48

Preglednica 31: Osvetljenost (v lux) za dan 21.3. oz. 21.9. ob 12:00h, vključno z rezultati simulacije.....	49
Preglednica 32: Osvetljenost (v lux) za dan 21.6. ob 12:00h, vključno z rezultati simulacije	50
Preglednica 33: Osvetljenosti za vse tri tipe neba in vse tri kritične dni ob 12:00h, v delavnem prostoru P_3.....	51
Preglednica 34: Koeficient dnevne svetlobe ob 12:00h, vključno z rezultati simulacije	52
Preglednica 35: Koeficient dnevne svetlobe (KDS) ob 12:00h, v pisarni P_3	52
Preglednica 36: Osvetljenost (v lux) za dan 21.12. ob 12:00h, vključno z rezultati simulacije	53
Preglednica 37: Osvetljenost (v lux) za dan 21.3. oz. 21.9. ob 12:00h, vključno z rezultati simulacije.....	54
Preglednica 38: Osvetljenost (v lux) za dan 21.6. ob 12:00h, vključno z rezultati simulacije	55
Preglednica 39: Osvetljenosti za vse tri tipe neba in vse tri kritične dni ob 12:00h, v delavnem prostoru P_4.....	56
Preglednica 40: Koeficient dnevne svetlobe ob 12:00h, vključno z rezultati simulacije	56
Preglednica 41: Koeficient dnevne svetlobe (KDS) ob 12:00h, v pisarni P_4	57
Preglednica 42: Sestave konstrukcijskih sklopov mejnih površin obravnavanega prostora.....	59
Preglednica 43: Mejne vrednosti ekvivalentnih ravni hrupa LAeq dB(A) za namembnost izbranega prostora [17].....	60
Preglednica 44: Rezultati analize izolirnosti zunanjih ločilnih elementov.....	61
Preglednica 45: Rezultati analize izolirnosti notranjih ločilnih elementov	61
Preglednica 46: Ukrepi za zmanjšanje hrupa [17]	62
Preglednica 47: Sestava tipičnih konstrukcijskih sklopov obravnavane stavbe	64
Preglednica 48: Določitev tipa toplotnih mostov, njihova vrednost [79] in dolžina na obravnavani stavbi	65
Preglednica 49: Analiza značilnih konstrukcijskih detajlov stavbe	66
Preglednica 50: Rezultati za letne količine potrebne energije iz programa TOST.....	70
Preglednica 51: Rezultati energijske bilance za čas ogrevanja in hlajenja iz programa TOST.....	71
Preglednica 52: Sestavine in kriteriji pisarniškega pohištva.....	73
Preglednica 53: Predpisi in priporočila za parkirna mesta za osebe na invalidskem vozičku	79
Preglednica 54: Predpisi in priporočila glede dvigal za osebe na invalidskem vozičku	81
Preglednica 55: Predpisi in priporočila glede horizontalnih in vertikalnih komunikacijskih poti za motorično ovirane osebe	84

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1: Temperatura na lokaciji po mesecih	23
Grafikon 2: Vlaga na lokaciji po mesecih.....	23
Grafikon 3: Energija sončnega obsevanja na obravnavani lokaciji glede na orientacijo	23

KAZALO SLIK

Slika 1: Nova upravna stavba US3 podjetja Krka d. d.	4
Slika 2: Arhitekturne podloge obravnavanega objekta	5
Slika 3: Primer toplotnih mostov [49].....	16
Slika 4: Ergonomsko oblikovanje delovnih mest [51].....	17
Slika 5: Lokacija stavbe v neposredni bližini Ločenskega mostu v Novem mestu [24].....	21
Slika 6: Obravnavana lokacija na Köppen-Geiger-jevi klimatološki klasifikaciji Evrope [20]	22
Slika 7: Analiza s pomočjo psihrometrične karte ter posledična določitev bioklimatskih potencialov. Izpis iz programa Climate Consultant [83]	25
Slika 8: Umestitev objekta v prostor z višinami in odmiki od sosednjih objektov z oznakami fasad obravnavanega objekta ter pogleda z različnih smeri neba na obravnavano stavbo.....	28
Slika 9: Prikaz obravnavanih pisarn	34
Slika 10: Detajli izbranih okenskih profilov [71], [72].....	35
Slika 11: Prostor P_1 modeliran v računalniškem programu Velux Daylight Visulizer.....	36
Slika 12: Priporočila za osvetljenost delavnih prostorov [73]	40
Slika 13: Prostor P_2 modeliran v računalniškem programu Velux Daylight Visulizer.....	42
Slika 14: Priporočila za osvetljenost delavnih prostorov [73]	45
Slika 15: Prostor P_3 modeliran v računalniškem programu Velux Daylight Visulizer	47
Slika 16: Priporočila za osvetljenost delavnih prostorov [73]	51
Slika 18: Priporočila za osvetljenost delavnih prostorov [73]	56
Slika 19: Izbran prostor v obravnavanem objektu za analizo zvočne klime	58
Slika 20: Rezultati iz programa TOST – skupna potrebna energija stavbe (ogrevanje, hlajenje, topla voda in razsvetljava) za posamezne cone in stavbo [kWh/m ³]	71
Slika 21: Primer ergonomsko oblikovane tipkovnice [58]	74
Slika 22: Primer ergonomske mize [61]	75
Slika 23: Pravilna drža telesa pri delu z računalnikom [62]	76
Slika 24: Ergonomsko oblikovano delovno mesto [64].	76
Slika 25: Predlog ureditve pisarniškega prostora	77
Slika 26: Dejansko stanje razporeditve parkirnih mest v obravnavanem objektu (levo) in priporočil iz programskega paketa AWARD (desno).....	80
Slika 27: Prikaz dimenzij dvigala na obravnavanem objektu [76]	83

SIMBOLI

Simbol	Veličina, Enota	
E	osvetljenost	lux
KDS	koeficient dnevne svetlobe	%
U	toplotna prehodnost	W/m ² K
T _v	prepustnost svetlobe	%
g	prepustnost sončne energije	%
T _N	notranja temperatura	°C
T _Z	zunanja temperatura	°C
RW	zvočna izoliranost	dB

DEFINICIJE POJMOV

1.	Povprečna mesečna in letna temperatura zraka	Enota: °C
<p>Povprečna mesečna temperatura zraka se izračuna iz povprečne dnevne, te pa predstavljajo meritve ob 7., 14. in 21. uri po krajevnem času po enačbi:</p> $(t_7 + t_{14} + 2 \times t_{21}) / 4$ <p>Povprečne letne vrednosti se izračunajo iz povprečnih mesečnih vrednosti. Temperatura zraka se meri v meteorološki hišici, 2 metra nad tlemi [81].</p>		
2.	Projektna temperatura	Enota: °C
<p>Projektna temperatura je definirana kot dolgoletno povprečje najnižje letne vrednosti tridnevnega povprečja minimalne dnevne temperature. Prostorska spremenljivost projektne minimalne temperature je zelo velika in močno odvisna od mikrolokacije [21].</p>		
3.	Osvetljenost (E)	Enota: lux (lx)
<p>Pojem osvetljenost (E) [38] pomeni svetlobni tok, ki pade na enoto površine, ki je odvisna od gostote svetlobnega toka in od vpadnega kota. Najpogostejši vir dnevne svetlobe v stavbah je svetloba, ki jo oddaja nebo.</p>		
4.	Koeficient dnevne svetlobe (KDS)	Enota: %
<p>Koeficient dnevne svetlobe [39] je razmerje med osvetljenostjo na točki v prostoru in osvetljenostjo vodoravne nesenčene zunanje ravnine. Običajno je računano na višini 85 cm od tal, kot najbolj običajni delovni ravnini. Računan je pri oblačnem nebu.</p> <p>Povprečni koeficient dnevne svetlobe (KDS) se lahko določi z uporabo poenostavljene metode. Za izračun KDS na ta način potrebujemo geometrijske in fizikalne lastnosti</p>		

obravnavanega prostora.	
5.	Zasteklitev oken
<p>Zasteklitev je sestavljena iz stekla, raznih nanosov, plinskega polnjenja med stekli in senčila. Zanimajo nas predvsem vrednosti <i>U-faktorja</i> (zasteklitve (U_2) in celotnega okna (U_w)), <i>T_v - faktorja</i> in <i>g - faktorja</i> zasteklitve, kjer so:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>g - faktor</i>...lastnost zasteklitve, ki definira odstotek prehoda sevanja celotnega sončnega spektra skozi zasteklitev v primerjavi z na zunanji strani prejetim sevanjem, - <i>T_v - faktor (tudi LT vrednost)</i>... lastnost zasteklitve, ki definira odstotek prehoda vidnega dela sončnega sevanja skozi zasteklitev v primerjavi z na zunanji strani prejetim sevanjem, - <i>U_w - faktor</i>... toplotna prehodnost celotnega okna, odvisna je od toplotne prevodnosti posameznih elementov okna (okvirja, zasteklitve, medstekelnega distančnika) ter njihove površine oziroma dolžine v primeru distančnika [Košir, 2012]. 	

1 UVOD

V grajenem okolju je poglavitni cilj doseči zdrave in udobne razmere, s tem pa zadovoljiti osnovne fiziološke potrebe [1], [2]. Zadovoljevanje osnovnih potreb po zdravju, toplotnem udobju, svetlobnem udobju, zvočnem udobju, kvaliteti zraka in ergonomiji so dejavniki, ki vplivajo na udobje zaposlenih [1], hkrati pa je potrebno upoštevati učinkovito rabe energije in izrabo virov energije, ki jih ponuja narava. Vse zgoraj navedene potrebe in zahteve lahko obravnavamo in rešujemo z ustreznim bioklimatskim načrtovanjem, konstrukcijsko gradbeno fiziko in principi ergonomskega oblikovanja. Vidik bioklimatskega načrtovanja, konstrukcijske gradbene fizike in ergonomskega oblikovanja predstavljajo del področja načrtovanja, ki se medsebojno povezujejo. Vse te razmere je potrebno zagotoviti že v fazi načrtovanja stavb, v nasprotnem primeru se srečujemo s problemi gradbene fizike, z nezdravimi stavbami, neudobnimi notranjimi razmerami ter neergonomsko oblikovanimi aktivnimi prostori v stavbi.

Sodobne poslovne stavbe imajo pogosto velike steklene površine [3]. Vpad sončnega sevanja lahko privede do velikih zahtev po ohlajevanju v toplejšem obdobju, seveda pa sončno sevanje pomaga zmanjšati zahteve za ogrevanje v hladnih obdobjih. Pregledna študija S. Grynning s sod. [3], izvedena na Norveškem pravi, da je velik del povpraševanja po energiji v poslovnih stavbah, povezan s toplotnimi izgubami pri oknih in potreb po hlajenju, katere povzročata sončno obsevanje. V tej študiji so avtorji ugotovili, da so senčila bistvenega pomena za zmanjšanje hlajenja poslovne stavbe. Uvedba senčil pa lahko vpliva tudi na višje ogrevalne potrebe, kot tudi potrebe za umetno razsvetljavo, hkrati pa ne prihaja do težav z bleščanjem.

Avtor študije Li Huang s sod. [4] o vplivu toplotnega, svetlobnega okolja in zvočnega okolja, na udobje pisarniških delavcev izpostavijo problematiko kakovosti delovnega okolja in vpliv na produktivnost zaposlenih. Navajajo, da se v zadnjem času veliko več pozornosti posveča izboljšanju notranjih razmer kot v preteklosti. Slednje je moč opaziti tudi v pisarniškem okolju, saj se zavedajo, da kakovostno notranje okolje prispeva k dvigu storilnosti zaposlenih. Zakonske zahteve, smernice in priporočila za načrtovanje kakovostnega delovnega okolja (Pravilnik o zaščiti pred hrupom (Uradni list RS, št. 10/2012), Pravilnik o učinkoviti rabi energije PURES 2010 (Ur.l. RS št. 93/08 s spr.), Pravilnik o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih (Uradni list RS št. 89/1999s spr.), Tehnična smernica o učinkoviti rabi energije TSG-1-004:2010 (TSG4) [15] in Tehnična smernica o zaščiti pred hrupom v stavbi TSG-1-005:2012 (TSG5) [17], ASHRAE 2013 [82], Zakon o varnosti in zdravju pri delu ZVZD-1 (Uradni list RS, št. 43/2011)) poudarjajo, da so za doseg kakovostnega okolja pomembni različni okoljski dejavniki, kot so dejavniki toplotnega udobja, kakovost zraka v prostorih, slušna in vizualna okolja. Študija avtorja Li Huang s sod. [4] dokazuje, da imajo vsi naštetih okoljski dejavniki medsebojne učinke na sprejemljivost uporabnikov objektov in njihovo delovno uspešnost.

ASHRAE smernica 10P [5] poudarja interakcije med posameznimi okoljskimi dejavniki na kakovost notranjega okolja. V študiji, ki je bila izvedena s strani ASHRAE-a [5] so preučevali učinek vsakega posameznega okoljskega dejavnika, kakor tudi kumulativne učinke različnih dejavnikov na kakovost notranjega okolja zaprtih prostorov. Zadovoljstva uporabnikov s toplotnim, svetlobnim in zvočnim okoljem so ugotavljali z vprašalnikom. V raziskavi so bili parametri izmerjeni s pomočjo vprašalnikov glede na raven zadovoljstva uporabnikov. Rezultati so pokazali, da so zaposleni nezadovoljni s kvaliteto notranjega okolja v pisarnah. Med poglavitni parameter za nezadovoljstvo so navedli temperaturo zraka (toplotno neudobje) in prekomerne ravni hrupa (zvočno neudobje).

Z obravnavo delovnega in bivalnega udobja se ukvarjajo številni avtorji. Študija Seppänen s sod. [6] proučuje temperaturo zraka kot parameter toplotnega udobja in vpliv na delovno uspešnost zaposlenih v pisarnah. Študija je pokazala, da se z nočnim hlajenjem notranjega prostora dosega udobne temperature, kar zaposlenim dviguje storilnost.

V študijah Dovjak M. s sod. [2], [7], [8], [9] in [10] so predstavljeni pristopi reševanja energijskih problemov in doseganje zdravih in udobnih razmer.

V svojem magistrskem delu sem za obravnavan objekt nove upravne stavbe podjetja Krka d. d. opravil analizo konstrukcijske gradbene fizike in na podlagi opravljenih analiz podal predlog za izrabo potencialnih alternativnih virov energije na lokaciji stavbe za namen učinkovitega obratovanja stavbe, hkrati pa uporabnikom zagotoviti zdravo, udobno in produktivno-ergonomsko učinkovito delovno okolje. Namen magistrskega dela je bil pregled v fazi projektiranja podanih rešitev, katere zaposlenim zagotavljajo toplotno, svetlobno in zvočno udobje in ergonomsko oblikovanje delovnega mesta. V kolikor v fazi projektiranja zgoraj navedeni parametri niso bili v skladu z zakonskimi zahtevami, je potrebno o tem seznaniti investitorja. Analize predvidenih arhitekturnih rešitev bom opravljal z primernimi računalniškimi orodji.

Vsi zgoraj naštetih okoljski dejavniki morajo veljati tudi za obravnavan objekt, saj se z navedenimi dejavniki bistveno izboljšujejo delavni pogoji in storilnost zaposlenih in imajo medsebojne učinke na sprejemljivost uporabnikov objektov in njihovo delovno uspešnost.

Cilji magistrskega dela so:

- ugotoviti ali projektirane rešitve iz vidika konstruktivne gradbene fizike izpolnjujejo zakonske zahteve in/ali priporočila, ter v primeru neustreznosti podati priporočila za izboljšanje stanja,
- ugotoviti ali ima stavba potencial za izrabo alternativnih virov energije na fasadnih in strešnih površinah in podati predloge za izrabo le teh potencialov,
- izdelati analizo osvetljenosti referenčnih delavnih prostorov na delavni ravnini,

- izdelati analizo hrupa za pisarno oceanskega tipa, katera je izpostavljena hrupu manj hrupne strojnice, hrupu iz zunanosti in izračun odmevnega hrupa ter
- pregledati komunikacijske poti od parkirišča do delavnega mesta in referenčnega pisarniškega prostora glede na načela ergonomskega oblikovanja.

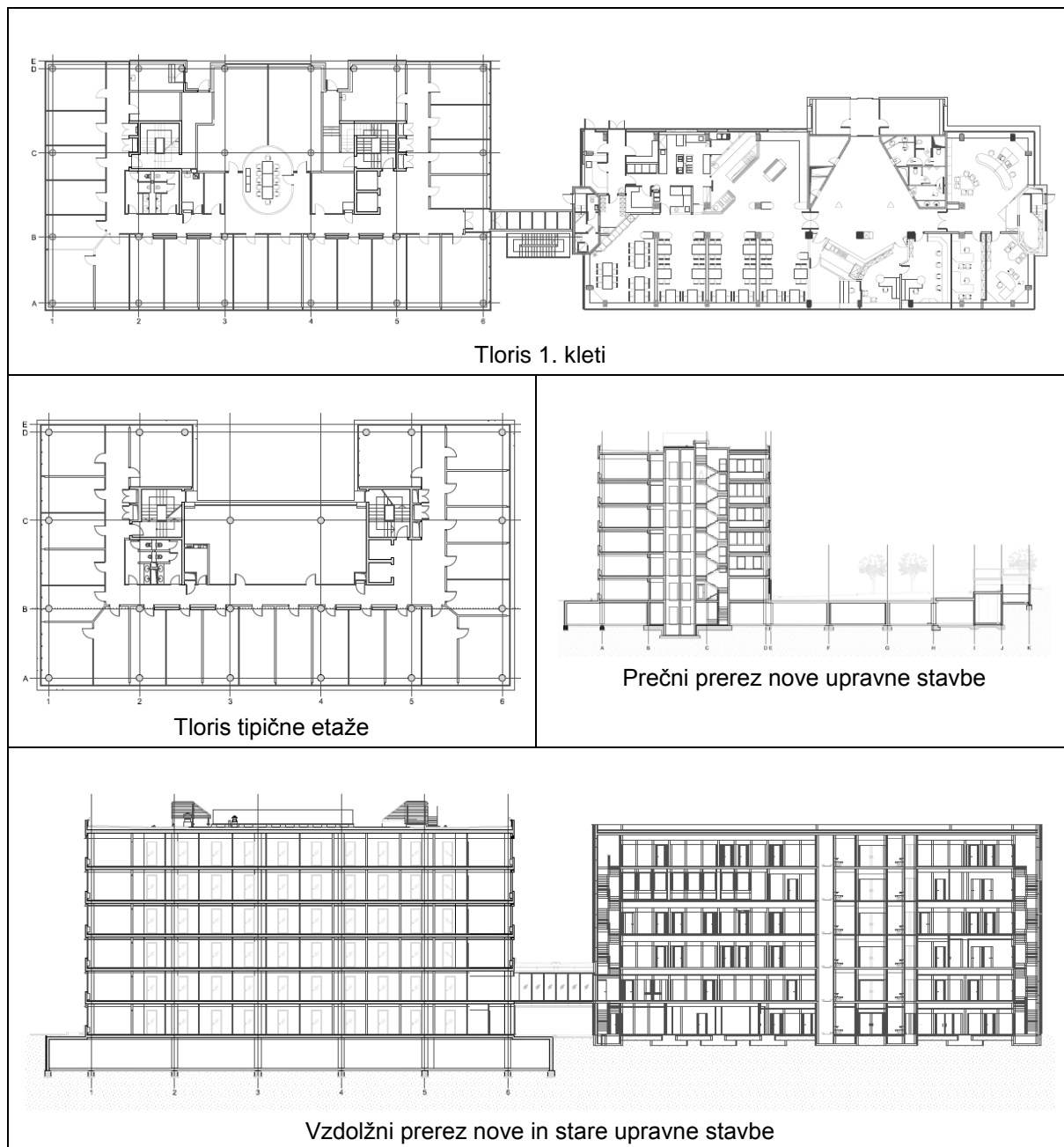
2 PREDSTAVITEV OBRAVNAVANE STAVBE

Stavba, katero obravnavam v magistrskem delu je nova upravna stavba US3 podjetja Krka d.d., iz Novega mesta (Slika 1). V času pisanja dela, potekajo gradbena dela oz. je stavba v fazi izvedbe. Locirana je na eni strani tik ob obstoječi upravni stavbi, s katero je z povezovalnim hodnikom tudi povezana, z zadnje strani meji na brežine reke Krke.



Slika 1: Nova upravna stavba US3 podjetja Krka d. d.

Stavba je zasnovana v sedmih nivojih. V kleti je predvidena parkirna hiša z 69 parkirnimi mesti, od tega so štiri parkirna mesta predvidena za parkiranje invalidov. Svetla višina nadstropja je 2,75m. Sam objekt je ortogonalne oblike, tlorisnih dimenzij 42,20m x 23,50m, parkirna hiša pa je tlorisno večjih dimenzij in sicer 45,70m x 51,20m in svetlo višino etaže 2,83m. Nosilna konstrukcija stavbe je armiranobetonska endoskeletna. Zasnovo stavbe prikazuje Slika 2.



Slika 2: Arhitekturne podloge obravnavanega objekta
(Vir: Omnia Arhing d.o.o.. Ljubljana. 2013.)

Notranje površine ob obodu stavbe so po večini namenjene pisarniškim prostorom, medtem ko so površine v jedru stavbe namenjene vertikalni komunikaciji in sanitarijam. Na fasadah objekta se pojavljajo horizontalni pasovi fasadnih oken, vzorec pa se ponavlja v vseh nivojih enako. Spodnja Preglednica 1 prikazuje povzetek osnovnih lastnosti obravnavane stavbe.

Preglednica 1: Podatki o obravnavani stavbi

Koordinate stavbe	45°48'54" S		15°10'44" V	
	GKY/D48: 514255,1		GKX/D48: 74548,7	
Nadmorska višina	~180 m n. v.			
Etažnost	sedem nadstropij (K2+K1+P+1+2+3+4)			
Dimenzije	45,70m x 51,20m (K2), 42,20m x 23,50m (K1,P,1, 2,3,4)			
Streha	Ravna			
Kota strehe	+ 16,82m			
Površina strehe	108,10m ² – zelena ravna streha nad vhodom 950,30m ² – ravna streha na koti + 16,82m			
Bruto tlorisna površina stavbe	8208,50m ²			
Neto tlorisna površina stavbe	7133,30m ²			
Površina fasade (brez strehe)	2939,5m ²			
Delež zasteklitve posamezne fasade	Orientacija	%	m ²	
	SZ	50	553,7	
	SV	54	258,2	
	JV	51	440,6	
	JZ	51	250,0	
Povprečni faktor okvirja	6,6%			
Okna	Oznaka stekla	RX WARM 1,1 WE U _g = 1,10W/m ² K; T _v = 78%; g = 59%		
	Sestava stekla	6mm float (steklo) + 16mm argon (medstekelni prostor) + 6mm low-e (steklo)		
	Okvir	Alu - Schüco AWS 75.SI U _f =1,3W/m ² K Dimenzije: okvir 75mm, krilo 85mm		
	Distančnik	Tgi (PVC)		

3 METODA

Namen magistrskega dela je izdelava projekta, ki je osredotočen na tri področja načrtovanja in sicer bioklimatsko načrtovanje, konstrukcijsko gradbeno fiziko in ergonomsko načrtovanje.

Delo sem začel izdelovati z obravnavo bioklimatskega načrtovanja, kjer sem pridobil značilnosti lokacije in opravil analizo osončenosti na obravnavani lokaciji v Novem mestu.

Nato sem na področju načrtovanja konstrukcijske gradbene fizike analiziral osvetljenost delovnih prostorov, toplotne mostove, preveril parametre zvočne zaščite stavbe in opravil analizo energijske bilance stavbe. Za konec sem opravil še pregled ergonomskega načrtovanja v izbrani stavbi in sicer analizo osvetljenosti, ravni hrupa in vpliva na uporabnika ter ergonomsko oblikovanje delavnih mest.

Naloge sem se lotil sistematično in pričel najprej z pregledom teoretičnih znanj z ugotovitvami raziskav, nadaljeval z analizami in pridobljene rezultate primerjal z zakonsko zahtevanimi vrednostmi ter ovrednotil rezultate. Na ta način sem identificiral probleme v stavbi in izoblikoval smernice za podajo predlogov, ki izboljšujejo predvidene projektantske rešitve na stavbi.

Preglednica 2: Področja načrtovanja v magistrskem delu

Področja načrtovanja		
Bioklimatsko načrtovanje	Konstrukcijska gradbena fizika	Ergonomsko načrtovanje
Klimatske značilnosti lokacije		
Osončenost		
	Osvetljenost	Osvetljenost
	Hrup	Hrup
	Toplotni mostovi	
	Energijska bilanca stavbe	
		Ergonomsko oblikovanje

Za vsa navedena področja načrtovanja prikazana v Preglednica 2, sem opravil analize na novi upravni stavbi US3 podjetja Krka d.d. v Novem mestu. Značilnosti lokacije sem analiziral s pomočjo podatkov Agencije Republike Slovenije za okolje (ARSO), katere sem uporabil pri analizi konstrukcijske gradbene fizike za obravnavan objekt, medtem ko sem bioklimatski potencial določil s pomočjo psihrometrične karte in računalniške aplikacije Climate Consultant [83]. Pri analizi delovnega udobja, sem analiziral toplotno, svetlobno in akustično udobje in za te analize izbral karakteristične aktivne prostore, kateri so prikazani v poglavju 5.2.

Osončenost fasadnih površin stavbe sem preverjal z računalniškim programom SketchUp z dodatkom Shading II-G [12] v kritičnih dneh v letu (21.12., 21.3./21.9. in 21.6.) in jih primerjal z

zahtevami TSG4 [13], katera obravnava področje Učinkovite rabe energije.

Pri svetlobnem udobju, sem ugotavljal primernost osvetljenosti z naravno svetlobo na delovni ravni zaposlenih v štirih izbranih delovnih prostorih. Osvetljenost izbranih prostorov sem izračunal s pomočjo komercialnega računalniškega programa Velux Daylight Visualizer 2 [11] ob 12:00 v štirih kritičnih dnevih, in sicer 21.12., 21.03./21.09, 21.06., pri 3 standardnih tipih neba (jasno nebo, delno oblačno nebo in CIE oblačno nebo). Rezultate sem primerjal s priporočenimi vrednostmi navedenih v standardu SIST EN 12464 [16] in tako ugotovil ustreznost osvetljenosti in svetlobnega udobja.

Simulacijo toplotnih mostov sem opravil z računalniškim programom THERM6 [13], kjer sem določil minimalne površinske temperature in preveril možnost nastanka kondenza. Za namen izvedbe študije energijske bilance celotne stavbe, sem določil ponavljajoče se detajle toplotnih mostov in njihovo vrednost pridobil v Atlasu toplotnih mostov [84].

Področje zvočnih lastnosti stavbe sem preveril s pomočjo računalniškim programom URSA FRAGMAT - Akustika (2013) [14].

Izračunane vrednosti pridobljene v zgoraj navedenih analizah, sem preveril z zahtevami navedenimi v Preglednica 3.

Preglednica 3: Prikaz podanih zahtev glede na opravljeno analizo

Analiza	Zakonska zahteva	
Osončenje	TSG4 [15]	21.12. → 2 uri 21.03./21.09. → 4 ure 21.06. → 6 ur
Osvetljenost	Standard [16]	400lux
Hrup	TSG5 [17]	Izolirnost notranjih ločilnih konstrukcij $R_w=52-57\text{dB (min)}$, Mejna raven hrupa v prostoru (zaradi zun.hrupa) $L_{notri}=25\text{dB}$
Ergonomsko oblikovanje	Pravilnik [56][57]	Poglavje 4.5 in 5.3

Na osnovi opravljenih analiz sem definiriral potencialne probleme toplotnega in svetlobnega udobja v obravnavani stavbi ter predlagal možne ukrepe, s katerimi bi se razmere lahko izboljšale. Nato sem se lotil izračuna energijske bilance stavbe, moral sem izvesti tudi študijo osončenosti in študijo energijskega potenciala stavbe, ki imata v obravnavanem primeru zaradi veliko transparentnih površin izjemno velik vpliv na energijsko bilanco celotne stavbe in na udobje. Kasneje sem, na podlagi znanega projektnega stanja in na podlagi problematike predlagal rešitve, ki so v skladu s Pravilnikom o učinkoviti rabi energije v stavbah [18].

4 TEORETIČNE OSNOVE

V nadaljevanju sledi poglavje o teoretičnih osnovah obravnavane tematike v magistrskem delu.

4.1 Osončenost stavbe

Sonce oz. sončno sevanje je glavni naravni obnovljivi vir energije (OVE). V Sloveniji glede zmanjšanja potreb po porabi energije v stavbah, določa Pravilnik o učinkoviti rabi energije PURES 2010 [45], v Tehnični smernici TSG4 Učinkovita raba energije [15] pa so natančno predstavljene zahteve glede osončenosti. Ob upoštevanju teh zahtev so stavbe ugodne iz vidika učinkovite rabe energije. Koriščenje sončnega sevanja zmanjšuje porabo energije v stavbah zato so te energetsko bolj učinkovite, hkrati pa se oblikuje zdravo, udobno delovno oz. bivalno okolje v stavbi.

V TSG4 [15], ki jo določa PURES 2010 [45] so v poglavju 2.2 Arhitekturna zasnova 1. člena navedene tri alineje z zahtevami glede osončenosti stavbe [15]. Sončnemu sevanju izpostavljena površina zunanje ovojne stavbe (zbiralna površina), ki opravlja toplotno energijsko funkcijo (zunanje stene in streha), mora biti osončena od povprečne višine 1 m nad terenom navzgor, v času:

- **zimskega solsticija** (21.12) najmanj 2 uri, upošteva se horizontalna projekcija vpadnega kota sonca v območju $\pm 30^\circ$ od smeri jug,
- **ekvinokcija** (21.03. in 23.09.) najmanj 4 ure, upošteva se horizontalna projekcija vpadnega kota sonca v območju $\pm 60^\circ$ odstopanja od smeri jug,
- **poletnega solsticija** (21.06.) najmanj 6 ur, upošteva se horizontalna projekcija vpadnega kota sonca v območju $\pm 110^\circ$ od smeri jug.

Košir M. s sod. v članku *Analiza osončenosti stavb v skladu z zahtevami PURES 2010* [44] predstavljajo študijo osončenosti na tipičnih primerih pozidav, ki predstavljajo splošen pregled dejanskega stanja pri osončenju stavbnega ovoja v Sloveniji. Z računalniškim orodjem Shading II so zazidalne vzorce obravnavali s stališča vpliva posameznih faktorjev na trajanje osončenosti: upoštevanja strehe na trajanje osončenosti stavbnega ovoja, medsebojnega senčenja objektov, oblike stavbe in orientacije. Analize osončenosti stavbnega ovoja različnih zazidalnih vzorcev kot tudi različnih oblik stavb so pokazali na kompleksnost in večplastnost problematike zagotavljanja zadostnega osončenja stavbnega ovoja. Ugotovitev je pokazala, da je vpliv medsebojnega senčenja najbolj izrazit v času zimskega solsticija. Vpliv orientacije stavbe na osončenost njenega ovoja je dvojen; vpliva na izpostavljenost osončenju in trajanje osončenosti. V povezavi z orientacijo stavbe ima oblika stavbnega ovoja poglobljeno vlogo pri določitvi maksimalnega potenciala osončenosti [44].

4.2 Osvetljenost delovnih prostorov

V tem poglavju bom obravnaval teoretične osnove glede osvetljenosti delavnih prostorov. Glavni poudarek bom namenil dnevni svetlobi, ki je v pisarniških oz. delavnih prostorih ključnega pomena za zdravje in dobro počutje zaposlenega, hkrati pa poveča njegovo delovno produktivnost.

Človek preko očesa zazna vizualne in nevizualne učinke svetlobe. Med vizualne učinke svetlobe štejemo svetlost prostora in delovne ravnine, vizualne naloge, kontraste in bleščanje[38].

V literaturi avtorice Kristl Ž., so naštetih naslednji cilji dnevnega osvetljevanja [38]:

- primerna spektralna sestava svetlobe,
- zadostna osvetljenost prostora,
- enakomernost osvetlitve v prostoru (ob oknu in v globini prostora),
- preprečitev bleščanja zaradi pretirane svetlosti elementov ali površin (npr. nezaščitenih oken),
- preprečitev bleščanja zaradi odseva površin,
- primerni svetlobni kontrasti v prostoru,
- primerno razmerje direktne in difuzne svetlobe,
- estetske kvalitete svetlobe.

O naravni osvetljenosti prostorov Cvirn M. pravi, da jo ocenjujemo glede na osvetljenost in svetlost, enakomernost, bleščanje. Na naravno osvetljenost vpliva transmisija zasteklitve, površinska odbojnost, sosednji objekti in senčila. Dnevna osvetlitev je glede na smer neba, letni čas in uro dneva predvidljiva, ne pa v celoti [39]. Ker je kvaliteta naravne osvetlitve poleg velikosti oken odvisna tudi od same orientacije, geometrije prostora, razporeditve oken, naklona okna, barve in teksture površin, si lahko pri načrtovanju osvetlitve pomagamo s količnikom dnevne svetlobe – KDS [40]. S količnikom dnevne svetlobe ali DaylightFactor (DF) [39] torej merimo kvantiteto dnevne naravne osvetlitve pri oblačnem nebu. Izražen je v odstotkih ter običajno merjen na višini 85 cm od tal, kot najbolj običajni delovni ravnini.

Nivo primerne ali pa zahtevane osvetljenosti je odvisna predvsem od zahtevnosti in vrste dela, ki ga opravljamo. Če želimo doseči vizualno udobno počutje v prostoru, moramo biti pozorni na jakost potrebne osvetlitve, ki jo potrebujemo. Priporočena povprečna osvetljenost z dnevno svetlobo je v pisarnah od 250-500lux [43]. Kjer dnevna osvetlitev ne omogoča stalne in enakomerne razsvetljave, jo moramo nadomestiti z umetno razsvetljavo, zato je potrebno predvideti dodatno osvetlitev. Predvidena naj bo tudi možnost zatemnitve prostorov, ko je zaželeno ali zahtevana nižja osvetljenost. Namestimo lahko zunanjo ali notranjo sončno zaščito (zatemnitvene zavese, screeni, rolete, polkna, žaluzije...), da preprečimo prekomerno segrevanje, bleščanje in metanje motečih senc v prostor [39].

Dnevna svetloba prihaja v notranjost stavbe preko svetlobnih odprtin. Glede na položaj na stavbnem ovoju jih delimo na stranske odprtine in nadsvetlobe. Skozi okno je potrebno zagotoviti vidni stik z zunanostjo, prostor lahko osvetlimo v globino od 6-8m. Glede na čas se spreminja tudi osvetljenost [38].

Različno orientirane okenske odprtine, privedejo do različno osvetljenih prostorov, različen pa je tudi čas trajanja osvetljenosti. Odprtine na južni strani zagotavljajo največ naravne osvetljenosti prostorov, hkrati pa z njimi dobimo tudi največ možnih solarnih dobitkov, ki so pomembni zlasti v zimskih mesecih [40]. Kljub temu pa običajno taka osvetljenost ni najkvalitetnejša in velike steklene površine tudi niso najoptimalnejše v poletnem času, če je potrebno objekt hladiti.

Kristl Ž. našteva kar nekaj dejavnikov, ki vplivajo na osvetljenost v prostoru:

- geografski položaj,
- orientacija,
- velikost okenske odprtine,
- lega okenske površine,
- oblika okenske odprtine (vertikalna ali horizontalna),
- zasteklitev,
- okenski okviri;
- debelina zunanje stene,
- vpliv ovir na stavbi,
- lastnosti notranjih površin,
- notranje ovire in
- vpliv ovir v okolici stavbe.

S kvalitetno naravno osvetlitvijo prostorov se zmanjša tudi raba energije za umetno razsvetljavo. Pri stanovanjskih zgradbah je delež uporabljene električne energije za osvetljevanje med 5% in 10% in do 60% v poslovnih stavbah. K manjši porabi energije pripomore tudi načrtovanje prostorov, ki bodo imeli večji KDS oz. so dobro osvetljeni [40]:

- KDS manjši od 2% - ni vpliva na porabo energije,
- KDS vsaj 5% - do 50% vpliv na porabo energije in
- KDS 12% in več - do 80% vpliv na porabo energije, pod pogojem, da je ustrezna regulacija delovanja svetilk.

Avtorji študije z naslovom *Študija dnevne osvetljenosti pisarniškega prostora glede na vizualne in biološke vplive* [41], so s programskim orodjem Radiance simulirali realno pisarno (na severni strani), pod vplivom standardiziranih zunanjih razmer med celoletnim časovnim ciklusom. V isti pisarni so naredili ciklus meritev v realnih razmerah na treh delovnih mestih. Simulirali so dva parametra, osvetljenost na delovni ravnini in vertikalno osvetljenost na višini oči v smeri pogleda proti oknu. Rezultati so pokazali, da je osvetljenost delovne ravnine čez celo leto pogojno

zadovoljiva samo ob oknu, na ostalih delovnih mestih pa ne. Pri vertikalni osvetljenosti v višini oči pa so ugotovili, da je zadovoljiva le pod pogojem, da se skozi okensko odprtino vidi nebo. Ob tem so ugotovili, da samo velika okenska odprtina ne zagotavlja dobre osvetljenosti. Razmerja med vertikalno osvetljenostjo ob očesu in horizontalno osvetljenostjo na delovni ravnini pri oblačnem nebu so na vseh treh delovnih mestih sorazmerno izenačena in se gibljejo v razmerju 1,5, pri jasnem nebu pa okoli 2,0 [41].

V literaturi [40], so zapisane priporočljive vrednosti povprečnega količnika dnevne svetlobe (KDSav) v prostoru. Poleg tega tudi inštitut CIBSE (The Chartered institution of Building Services Engineers, London) priporoča 5% KDSav, da bo prostor deloval izrazito svetlo, z izjemo zgodnjega jutra in poznega popoldneva. Prostor s KDSav od 2% do 5% je zadovoljivo osvetljen s pogostejšo rabo umetne razsvetljave pri natančnejših opravilih. Prostor s KDSav pod 2% zaznamo kot premalo osvetljen [40].

4.3 Hrup na delovnem mestu

Za izračun zvočne izolacije gradbenih konstrukcij, sem uporabil računalniški programski paket URSA FRAGMAT - Akustika. Razvit je v skladu s standardom SISIT EN 12354 [37] ter Pravilnikom o zaščiti pred hrupom v stavbah [33]. Izračun zajema tako izolacijo oboda objekta pred zunanjim hrupom, izolacijo pred hrupom, ki se širi po zraku - pregradne in medetažne konstrukcije, kakor tudi izolacijo pred udarnim zvokom medetažnih konstrukcij [25].

Zvočno-izolativne lastnosti konstrukcije so, odvisno od kategorije objekta in namena konstrukcije, ocenjene v skladu z zahtevami Pravilnika o zaščiti pred hrupom v stavbah [33] ter TSG5 [17] [25].

Avtorica Kacjan Žgajnar K. pravi, da se ekstraauralni učinki hrupa na človeku pojavijo pri hrupu do 70dB(A) [30], [31] in sicer kot:

- psihofizične motnje,
- utrujenost,
- razdražljivost,
- nelagodno počutje,
- usihanje motivacije,
- povišan krvni tlak,
- hormonske motnje,
- težave s prebavo in
- slabši spanec.

Vpliv hrupa na organizem se pokaže pri sluhu, vegetativnih reakcijah in učinkovitosti pri delu. Vzroki in motnje naštetih vplivov so prikazani v Preglednica 4 [30].

Preglednica 4: Vpliv hrupa na organizem [Povzeto po Kacjan Žgajnar K., 2012]

Vpliv	Vzrok	Motnje
Sluh	Naglušnost pri delu v hrupu nad 85dB	mehanska okvara kortijevega organa, naglušnost - kronična izpostavljenost hrupu (nepopravljiva)
	Kronična naglušnost	KLIN - izpad med 3000-6000Hz
Vegetativne reakcije	Hrup 40–65dB	psihične motnje (utrujenost, razdražljivost, nelagodnost, slab spanec)
	Hrup 66–80dB	motnje krvnega obtoka, nervoja (nemir, utrujenost, slabo počutje, zvišan krvni sladkor)
	Hrup 81–115dB	motnje krvnega obtoka, glavoboli, prebavne motnje, hormonske motnje, motnje v delovanju možganov
	Hrup nad 120dB	Direktne okvare možganov
Učinkovitost pri delu	+	odvrča od skrbi, poveča aktivnost, izboljša delovno učinkovitost
	-	- prekinjajoč hrup moti – preusmerja pozornost pri delu, - zmanjšuje učinkovitost – občasne prekinitve dela

Pregled literature v UKC Ljubljana, Klinični inštitut za medicino dela, prometa in športa, 2007 je objavil raziskavo o razpoloženju delavcev in njihovi preobremenjenosti. Študija je zajela 394 delavcev, od tega je bilo 112 moških in 282 žensk. Opravljali so različna dela s področja storitvenih dejavnosti, v glavnem so bila to administrativna dela. Raziskava je pokazala, da ima izpostavljenost prekomernim ravnem hrupa negativen vpliv na počutje zaposlenih v neindustrijskem delovnem okolju (pri administrativnih delih) [27], [31], [32].

Negativen vpliv (preobremenjenost zaposlenih) je odvisen od ergonomskega oblikovanja delovnih mest in načina dela: to so prostorske organizacije delovnih mest (zaprt, oceanski-odprt tip), način dela (povezava delovnih nalog) in zahtevnost delovnih nalog. Vsebina dela je bila primerljiva med delovnimi mesti.

Rezultati študije UKC Ljubljana, Klinični inštitut za medicino dela, prometa in športa, 2007 so pokazali bistveno večji delež preobremenjenih delavcev zaradi hrupa v skupinah delavnih mest, kjer je delo v odprtih delovnih prostorih v oceanskem tipu pisarn. V oceanskem tipu pisarne večje število delavcev opravlja dela, ki med seboj niso nujno vsebinsko povezana. Bistveno ugodnejše počutje je bilo v klasičnih pisarnah zaprtega tipa, kljub temu, da so delavci opravljali zahtevno delo. Delež preobremenjenih delavcev v oceanskem tipu delovnih prostorov je bil od

18 do 45%. Delež preobremenjenih delavcev je rasel z zahtevnostjo dela. Bolj zahtevna dela so delavci opravljali, večji je bil delež preobremenjenih delavcev. Študija je dokazala, da se je pri preobremenjenih delavcih dvignila raven utrujenosti, narasla je naveličanost, želja po umiku iz delovne situacije, delavci pa so se ocenjevali kot preobremenjene, manj učinkovite za reševanje problemov. Njihovo počutje je bilo v intervalu znakov preobremenjenosti, ki zahteva intervencijo. Doživetja nižje razpoložljivosti so bila posledica motenj telefonov, računalnikov in hrupa, ki ga povzročajo sodelavci s svojim delom in s svojo prisotnostjo. V pisarnah zaprtega tipa je bilo počutje izjemno ugodno in je bilo v intervalu ugodnega počutja brez znakov preobremenjenosti [27], [31], [32].

V nadaljevanju sem obravnaval dve strokovni študiji, kateri govorita o vplivu hrupa v pisarnah odprtega tipa.

Avtorja prve obravnavane študije Passero C. in Zannin P., sta leta 2012 obravnavala urejanje pisarniških prostorov v enem odprtem prostoru, kateri omogoča prednosti v smislu lažje izmenjave informacij in medsebojnega sodelovanja med sodelavci, vendar zmanjšuje zasebnost in akustično udobje. Namen tega dela je bilo oceniti kakovost akustike pisarne odprtega tipa in predlagati spremembe v prostoru. Rezultati so bili pridobljeni s pomočjo meritev. V okviru študije sta ugotovila, da z vstavitvijo delilnikov med delovnimi postajami z večjo absorpcijo zvoka izboljša akustične pogoje v pisarni [28].

Naslednja študija z naslovom *Učinki akustičnega okolja pri delu v zasebnih pisarnah in pisarnah odprtega tipa* je bil glavni cilj ugotoviti akustično okolje v zasebnih pisarniških prostorih za eno osebo in pisarnah odprtega tipa z več kot dvajsetimi zaposlenimi. V študijo je zajetih 31 zaposlenih, ki so se iz zasebnih pisarniških prostorov preselili v odprti tip pisarne. Pisarna z akustičnimi delilniki je pokazala znatno zmanjšanje zasebnosti govora. Zaradi hrupa so nastale težave tudi pri koncentraciji zaposlenih in zmanjšanju delovne uspešnosti. Rezultati študije so pokazali, da pisarna odprtega tipa ni primerna za strokovne delavce [29].

4.3.1 Zakonodaja

Zakonodaja določa zahteve, s katerimi se v stavbah in njihovih delih omeji raven hrupa. Predpisi in standardi za zaščito pred hrupom v stavbah, ki veljajo v Sloveniji so:

- Pravilnik o zaščiti pred hrupom v stavbah [33],
- Tehnična smernica Zaščita pred hrupom v stavbah TSG5[17],
- Evropski standardi EN 12354 [17],
- ostali predpisi, standardi, smernice in drugi dokumenti navedeni v TSG5 [17].

Poleg zgoraj navedenih predpisov pa je potrebno upoštevati tudi predpise s področja varnosti in zdravja pri delu (npr. Direktiva Sveta 89/391/EEC o predstavitvi ukrepov za vzpodbujanje

izboljšav za varnost in zdravje delavcev pri delu [34], Zakon o varnosti in zdravju pri delu (ZVZD-1) [35] in Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu) [36].)

4.4 Toplotni mostovi

V zadnjem obdobju se veliko pozornosti namenja naravnim materialom, pasivnim in nizkoenergijskim hišam, odvajanju vlage skozi konstrukcijske sklope,... Med drugim pa so zelo pomembne tudi informacije oz. karakteristike materialov za prehod toplote skozi konstrukcijske sklope v stavbah.

Notranje okolje stavbe določa stavbni ovojev, hkrati ga ločuje in povezuje z zunanjim ovojem stavbe. Za optimalno delovanje stavbe kot celote pa je pomembna usklajenost in pravilna zasnova vseh posameznih delov stavbnega ovoja. Stavbni ovojev sestavljata netransparenten del in transparenten del. Med netransparentni del [46] stavbnega ovoja spadajo streha, zunanja stena in tla. Okna, vrata, svetlobniki, viseče fasade ter prosojni elementi pa so transparentni del stavbnega ovoja.

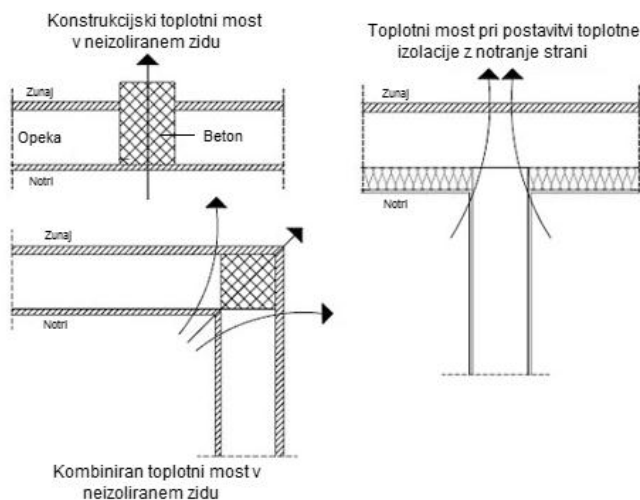
Poleg ustrezne toplotne izolacije posameznih zunanjih konstrukcijskih elementov (stene, streha, tla proti terenu,..) je za kvalitetno toplotno zaščito stavbe pomembno tudi skrbno načrtovanje in dobra izvedba vseh detajlov (stiki, priključki, preboji, križanja, odprtine,...). Slabo rešeni detajli lahko prinašajo neprijetne posledice celotni stavbi in njenim uporabnikom [47]. Toplotni mostovi [47] lahko vplivajo na bilanco stavbe in na kakovost bivalnega okolja. Čeprav v določenih primerih delež toplotnih izgub skozi toplotne mostove pomeni le majhen del celotnih toplotnih izgub, je negativen učinek toplotnih mostov še vedno izrazit zaradi znižanih notranjih površinskih temperatur na teh mestih in s tem povezane nevarnosti lokalne površinske kondenzacije vodne pare iz zraka, kar povzroči poškodbe materiala, estetske probleme, zaradi razvoja plesni pa povzroča tudi zdravstvene težave.

Čim boljša je toplotna zaščita zgradbe, tem večji je pomen deleža toplotnih izgub, ki nastajajo zaradi toplotnih mostov [48]. Toplotni mostovi [48] lahko nastanejo tam, kjer gradbeni element spremeni obliko (robovi, vogali) ali pa tam, kjer prihajajo v stik različni materiali (steklo z okenskim okvirjem, okenski okvir z zidom,...).

Glede na vzrok nastanka toplotne mostove (slika 3) delimo na [46]:

- **konstrukcijski toplotni most** (pojavi se ob spremembi lastnosti materiala v stavbnem ovoju (sloj toplotne izolacije prekine kovinski profil, ki deluje kot nosilna konstrukcija fasadne obloge),

- **geometrijski toplotni most** (je posledica spremembe geometrije stavbnega ovoja, velikokrat se pojavi pri križanjih (vogali stavbe) in pri vgradnji stavbnega pohištva (okno) in
- **kombiniran toplotni most** (posledica super pozicije geometrijskega in konstrukcijskega toplotnega mostu. Kombiniran konstrukcijski toplotni mostovi velikokrat nastanejo pri prebojih (balkon, terasa, nadzidek,...).



Slika 3: Primer toplotnih mostov [49]

Toplotnim mostovom [47] se je potrebno izogniti že med izdelavo projekta ter med gradnjo skrbno izvesti vse detajle. Najustreznejši način, da se izognemo toplotnim mostovom, je namestitev toplotne zaščite brez prekinitev oziroma prebojev na zunanji strani ovoja stavbe. Zagotoviti je potrebno tudi popolno zrakotesnost spojev (zlasti pri toplotni zaščiti z notranje strani), da ne pride do konvekcijskih toplotnih mostov. Konvekcijski toplotni most nastane tam, kjer je zaradi prekinitve ali netesnosti omogočen pretok notranjega, navlaženega zraka v konstrukcijski sklop. Posledica tega je velika nevarnost kondenzacije vodne pare znotraj ali na površini konstrukcijskega sklopa [85]. Sanacija toplotnih mostov, s katero naknadno popravljamo napake projektanta ali izvajalca, je pogosto težko izvedljivo in zahtevno, predvsem pa drago delo, ki ga ne moremo ekonomsko upravičiti. Izvedbeno lažja, v nekaterih primerih edina mogoča in običajno cenejša sanacija je sanacija z namestitvijo dodatne toplotne zaščite v določeni dolžini na notranji strani elementov, ki povzročajo toplotni most. Tudi ta rešitev je lahko problematična v gradbeno-fizikalnem smislu, ker ovira difuzijo vodne pare (nevarnost kondenzacije), v prostoru pa deluje pogosto moteče. Povzroči lahko tudi težave pri izdelavi notranjih ometov, saj pride do spremembe nosilnega materiala ometa in možnosti razpok.

Celoten ovoj stavbe je potrebno dobro toplotno zaščititi s primerno debelino toplotnoizolacijskega materiala, s pomočjo katerega se bistveno zmanjša pretok in izguba toplote. S tem tudi zagotovimo primerne bivalne in delovne pogoje in v stavbah porabimo čim manj energije.

4.5 Ergonomija in oblikovanje dela in delovnih mest

V tem poglavju bom predstavil nekaj splošnih dejstev o ergonomiji dela in delovnega mesta. Nato bom spoznanja apliciral na obravnavanem objektu, kjer bom predstavil ustreznost zasnove objekta glede na ergonomske zahteve. Analizo bom opravil vse od parkirišča, poti od parkirnega mesta do pisarne in delovni prostor delavca.

4.5.1 Splošno o ergonomiji

Imamo več definicij ergonomije, a vse v glavnem govorijo o prilagajanju dela človeku, pravita Polajnar A. in Verhovnik V. [51].

Brejc M. opisuje, da je ergonomija znanstvena disciplina, katere osrednji raziskovalni predmet je človeško delo. Lahko bi jo imenovali nauk o človeškem delu. Omogoča prilagajanje človeka delu in delo človeku, gre za oblikovanje delovnih mest tako, da ustrezajo telesnim meram in sposobnostim človeka [53].

Glavni cilj ergonomije je humanizacija dela in življenje človeka. Ergonomija mora ugotoviti, katerim obremenitvam je izpostavljen človek pri delu, kako bi najbolje uporabili človekove sposobnosti, kakšni so optimalni pogoji za opravljanje določene vrste dela ob upoštevanju človekove fizične in psihične integritete (popolnosti, celote) [53].

4.5.2 Ergonomsko oblikovanje delovnih mest

Polajnar A. in Verhovnik V. [51] sta zapisala, da ergonomska načela pomenijo pri oblikovanju delovnih mest temelj dejanske humanizacije dela in so razdeljena na sedem področij, kot jih prikazuje slika 4. V nadaljevanju pa bodo ta področja na kratko predstavljena.



Slika 4: Ergonomsko oblikovanje delovnih mest [51]

Antropometrično oblikovanje delovnih mest - zmanjšajo se obremenitve mišic, skeleta in krvnega obtoka delavca, kar dolgoročno zmanjša verjetnost pojava poklicnih boleznin in celo invalidnosti.

Psihološko oblikovanje delovnih mest- majhne spremembe v delovnem okolju lahko močno vplivajo na počutje delavca, blažijo padec koncentracije in motivacije za delo ter sproščajo napetosti zaradi monotonosti dela.

Ekološko oblikovanje delovnih mest- prilagajanje delovnih pogojev, ki vplivajo na počutje in storilnost delavca.

Fiziološko oblikovanje delovnih mest -oblikovanje delovnih mest, ki omogoča najugodnejše zajemanje vidnih in slušnih informacij, kakor tudi informacij, ki jih človek dobi s tipom.

Organizacijsko oblikovanje delovnih mest - prilagajanje delovnega časa biološkemu dnevnemu nihanju učinka z organizacijo režima odmorov in usposabljanja za delo.

Oblikovanje delovnih mest v skladu z zahtevami varnosti pri delu - obsegajo ukrepe za preprečevanje poškodb in nesreč pri delu [51].

Avtorja Polajnar A. in Verhovnik V. [51] sta zapisala: »S procesom oblikovanja delovnih mest želimo vsekakor razbremeniti delavca ter mu zagotoviti udobno in prijetno delovno okolje, kar pomeni: zaradi napačnih metod dela delavec marsikdaj izvaja preveč gibov ali prevelike gibe, kar v daljšem časovnem obdobju zaradi ponavljanja privede do preobremenjenosti in s tem do preutrujenosti. Posledica tega je zmanjšana koncentracija, kar pa je vzrok za manjše število kakovostno izdelanih izdelkov. Nepravilna drža in slabo duševno počutje delavca vplivata na storilnost prav tako kot bolezen. Pravilno držo telesa lahko natančno določimo, duševni procesi pa so bolj zapleteni in jih težko in nepopolno obvladujemo. Poleg do sedaj omenjenih obremenitev, ki jih moramo s pravilnim oblikovanjem dela in delovnih mest odstraniti, pa vpliva na obremenitev delavca tudi okolje delovnega mesta. Ni vseeno, kakšna je temperatura, vlažnost in kroženje zraka v prostoru; kolikšna in kakšna (naravna in umetna) je razsvetljava; ali je prisoten hrup; če so v prostoru neugodni in neprijetni plini oziroma pare; celo barve zidov so za počutje delavcev pomembne«.

Delo, ki ga delavec opravlja v pisarniškem prostoru mora zagotavljati delovno uspešnost in visoko storilnost pisarniškega delavca. Vsako podjetje ima različne potrebe po ureditvi oz. organiziranosti pisarniškega prostora in opreme. Način oziroma načrtovanje oblikovanja prostorov in razporeditve opreme predstavljata za delavca velik pomen, saj v svojem delovnem procesu preživi polovico dneva. Glavni cilji za načrtovanje pisarniškega prostora so, da ustvarimo primernejše delovne razmere, izboljšamo pretočnost informacij, imamo lažji in boljši nadzor nad delom, postavimo električne priključke za tehnična sredstva na najustreznejša mesta in omogočimo delavcem in strankam lažje gibanje po pisarniškem prostoru.

Sodobno pisarniško pohištvo in oprema mora ustrezati zahtevam delovnega procesa, biti mora ergonomsko in lepo oblikovano. Najpomembnejše sestavine so stol, pisalna miza in računalniški zaslon [53].

4.5.3 Pravna ureditev varnosti in zdravja pri delu

Glavni cilj tako delavcev kot delodajalcev je skrb za varno in zdravo delo na posameznih delovnih mestih. Ob upoštevanju zakonskih predpisov in varnostnih ukrepov lahko bistveno obvladujemo oziroma preprečujemo morebitne nevarnosti, škodljivosti in poškodb pri delu.

Delodajalec mora tako stalno izboljševati obstoječe stanje in stopnjo varnosti in zdravja pri delu. Delovno mesto in delo, ki ga opravlja delavec mora biti prilagojeno njegovim telesnim in duševnim zmožnostim, pomembno vlogo pa imata tudi delovno okolje in sredstva za njegovo delo, saj morata zagotavljati varnost. Dejavniki, ki vplivajo na uslužbenčevo zdravje, učinkovitost in udobje so prikazani v Preglednici 5 [53], [55].

Preglednica 5: Ergonomsko oblikovanje delovnih mest, povzeto po M. Brejc [53] in M. Dovjak [55]

ZDRAVJE, UČINKOVITOST IN UDOBJE	
TOPLOTNO UDOBJE	<ul style="list-style-type: none">- temperatura zraka,- srednja sevalna temperatura,- hitrost zraka,- vlažnost zraka.
SVETLOBNO UDOBJE	<ul style="list-style-type: none">- bleščanje,- kontrast,- osvetljenost.
KVALITETA ZRAKA	<ul style="list-style-type: none">- vonjave,- prezračevanje,- onesnaževanje.
ZVOČNO UDOBJE	Zaščita pred hrupom v stavbah mora zagotavljati varstvo pred: <ul style="list-style-type: none">- zunanjim hrupom (hrupom zaradi prometa, hrupom iz industrijskih objektov),- hrupom, ki po zraku prihaja iz drugih prostorov,- udarnim hrupom, ki se iz drugih prostorov prenaša prek konstrukcije,- hrupom obratovalne opreme,- odmevnim hrupom.
ERGONOMSKI VIDIKI	<ul style="list-style-type: none">- delavcu prilagojeno delovno mesto in delovna sredstva,- zdravo delovno okolje,- delovni proces mora zagotoviti pogoje za zdravje in varnost delavca

Dobro ergonomsko oblikovano delovno mesto mora upoštevati vse predpise in priporočila iz mednarodnih in državnih pravnih aktov. V prilogi Pravilnika o varnosti in zdravju pri delu s

slikovnim zaslonom je med zahtevami, ki jih mora izpolnjevati delovno mesto, opisano tudi kakšno mora biti delovno okolje [57].

Delovno okolje mora izpolnjevati naslednje zahteve [55], [57]:

Preglednica 6: Zahteve in pogoji delovnega mesta [55], [57]

Vrsta zahtev	Izpolnjeni pogoji
Prostorske zahteve	<ul style="list-style-type: none"> - delovno mesto mora biti oblikovano tako, da delavec ne dela v prisilni nefiziološki drži, - na delovnem mestu mora biti dovolj prostora, da delavec zlahka spreminja položaj telesa in opravlja potrebne gibe pri delu, - prostornino, prsto talno površino na delavca in višino prostora določa pravilnik o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih.
Osvetljenost	<ul style="list-style-type: none"> - naravna in/ali umetna osvetljenost prostora mora biti, če je le mogoče, 400lux +/- 100lux in mora zagotavljati zadovoljive svetlobne razmere, upoštevajoč vrsto dela in zmogljivost delavčevega vida. Če je le mogoče, razmerje svetlosti med zaslonom in okoljem v neposrednem vidnem polju ne sme presegati 1:3, v ožjem vidnem polju 1:10 in v širšem vidnem polju 1:20, - moteče bleščanje in odseve zaslona je potrebno preprečiti z ustrezno postavitvijo delovnega mesta glede na razmestitev in tehnične karakteristike virov osvetlitve.
Bleščanje in odsevi	<ul style="list-style-type: none"> - delovno mesto mora biti oblikovano tako, da viri svetlobe, kot so okna, svetilke ali druge svetlobne odprtine ali svetle površine ne povzročajo neposrednega bleščanja ali motečega zrcaljenja na zaslonu, - okna morajo imeti ustrezna senčila za preprečevanje vpada sončne svetlobe na delovno mesto ali v prostor tako, da ni moteno delo, - zaslon, če je le mogoče, ne sme biti obrnjen proti oknu ali od okna, sicer so potrebni posebni ukrepi proti bleščanju in zrcaljenju. Nizi stropnih svetilk morajo biti vzporedni s smerjo delavca na delovnem mestu, zaslon pa mora biti nameščen in nagnjen tako, da ni zrcaljenja svetilk na zaslonu. Svetilke v prostoru morajo imeti takšne svetlobno tehnične karakteristike, da ne povzročajo zrcaljenja na zaslonu.
Hrup	<ul style="list-style-type: none"> - hrup opreme in drugih virov zvoka v prostoru ne sme motiti dela in mora izpolnjevati zahteve pravilnika o varnostnih in zdravstvenih zahtevah pred nevarnostjo hrupa pri delu.
Toplotne razmere	<ul style="list-style-type: none"> - toplotne razmere morajo ustrezati zahtevam za toplotno udobje za fizično lahko delo.
Sevanje	<ul style="list-style-type: none"> - vsa elektromagnetna sevanja, z izjemo vidnega sevanja, morajo biti za zagotavljanje varnosti in zdravja pri delu v skladu s predpisi in zmanjšana do najmanjše možne mere.

5 REZULTATI

5.1 Bioklimatsko načrtovanje

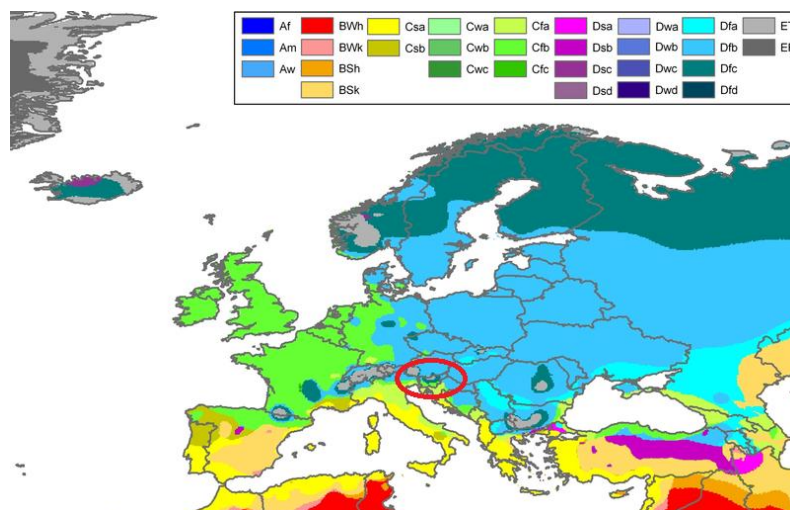
5.1.1 Klimatske značilnosti lokacije

Objekt je lociran v bližini centra Novega mesta, poleg obstoječe upravne stavbe Tovarne zdravil Krka d.d. in proizvodnih obratov tega podjetja (slika 5). Na obravnavani objekt predstavlja vpliv na osončenost obstoječa upravna stavba, katera je postavljena vzhodno od US3.



Slika 5: Lokacija stavbe v neposredni bližini Ločenskega mostu v Novem mestu [24]

Za analizo klimatoloških značilnosti obravnavane lokacije, sem uporabil podatke iz Köppen-Geiger-jeve klimatološke klasifikacije, ki jih prikazuje Slika 6. Najbližja meteorološka postaja ARSO, katera beleži natančne klimatske podatke je locirana na Maistrovi ulici v Novem mestu in je od obravnavanega objekta oddaljena približno dva kilometra. Za lokacijo nove stavbe US3, sem izbral nekaj možnih načrtovalskih ukrepov.



Slika 6: Obravnavana lokacija na Köppen-Geiger-jevi klimatološki klasifikaciji Evrope [20]

Preglednica 7: Prikaz obravnavane lokacije in klimatološkega tipa podnebja po Köppen-Geiger-jevi klasifikaciji

Lokacija obravnavane stavbe	Koordinate	Nadmorska višina	Klimatološki tip podnebja
Novo mesto - Šmarješka cesta 6	45°48'54" S	~180 m n. v.	Cfb- zmerno
	15°10'44" V		

Lokacija najbližje meteorološke postaje			
Novo mesto - Maistrova ulica	45°48'06" S	~211 m n. v.	
	15°10'35" V		

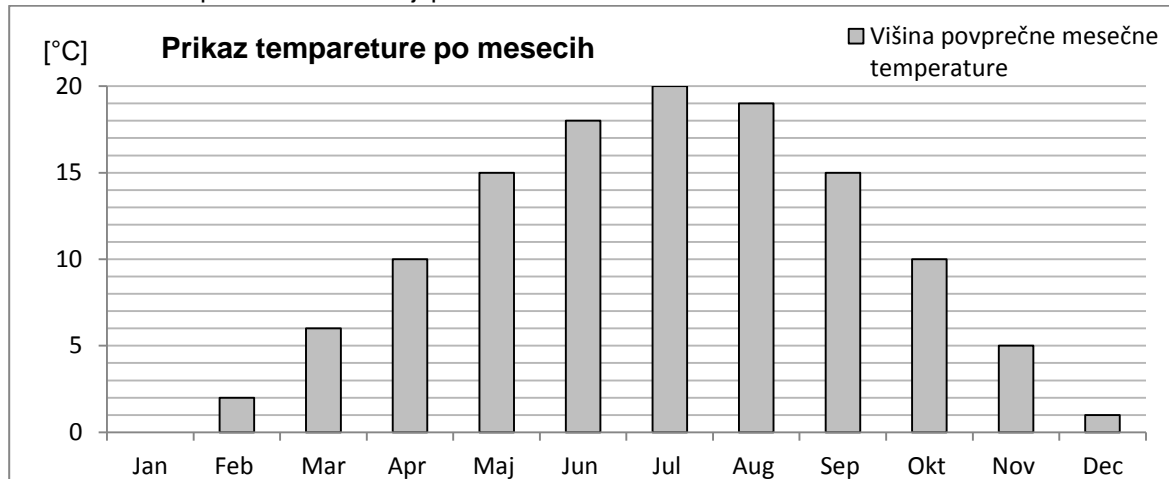
Klimatološke podatke za analizo danosti izbrane lokacije, sem pridobili s pomočjo spletne baze podatkov ARSO [21]. Podnebni podatki so ovrednoteni na podlagi meritev na meteorološki postaji in so prikazani v Preglednici 8.

Preglednica 8: Podnebni podatki za obravnavano lokacijo [21]

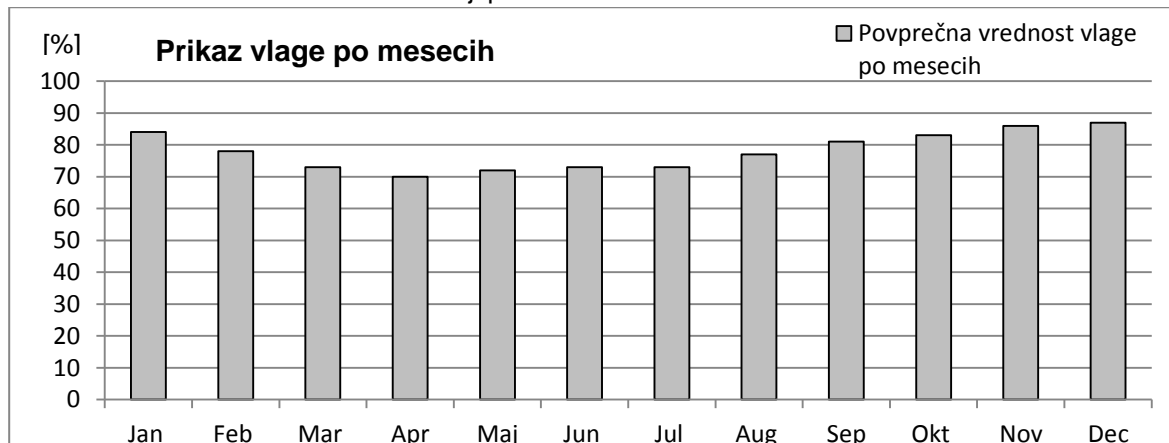
Koordinate lokacije:	X:74548,7	Y:514255,1
----------------------	-----------	------------

Začetek kurilne sezone (zaporedni dan)	Konec kurilne sezone (zaporedni dan)	Temperaturni primanjkljaj (Kdan)	Povprečna letna temperatura (°C)	Projektna temperatura (°C)	Letna energija sevanja na hor. ravnino (kWh/m ²)
270	135	3100	10,1	-13	1160

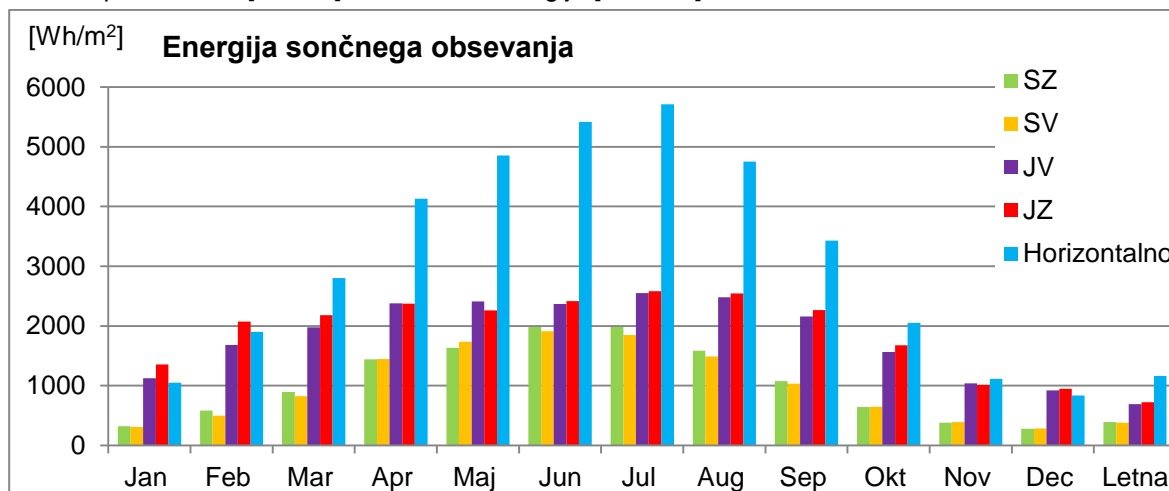
Grafikon 1: Temperatura na lokaciji po mesecih



Grafikon 2: Relativna vlažnostna lokaciji po mesecih



Grafikon 3: Energija sončnega obsevanja na obravnavani lokaciji glede na orientacijo stavbe; povprečna dnevna po mesecih [Wh/m²] in celoletna energija [kWh/m²]



Novo mesto se po Köppen-Geiger-jevi klimatološki klasifikaciji uvršča v zmerno toplo vlažno podnebje s toplim poletjem (podnebje bukve) in se ga označi kot Cfb podnebni tip [20]. V takšnem podnebjju povprečna temperatura najhladnejšega meseca ni nižja od -3°C in ima vsaj en mesec povprečno temperaturo nad 10°C . Značilna so topla poletja, kjer je povprečna temperatura najtoplejšega meseca pod 22°C in je v vsaj štirih mesecih povprečna temperatura nad 10°C . Za tako podnebje je značilno tudi, da sušno obdobje ne nastopa, več padavin pa je poleti [19], [20].

V programu Climate Consultant [83], sem pridobil še nekaj klimatoloških podatkov, ki so značilni za to lokacijo in so opisani v nadaljevanju.

Za to lokacijo so značilne visoke temperature poleti in nizke pozimi. Povprečna letna dnevna temperatura je 10°C , večji del povprečnih temperatur pa se nahaja med 5 in 15°C . Značilna so tudi temperaturna nihanja med dnevom in nočjo. Povprečne dnevne temperature so vedno nekoliko pod temperaturo, ki je najugodnejša za človekovo počutje.

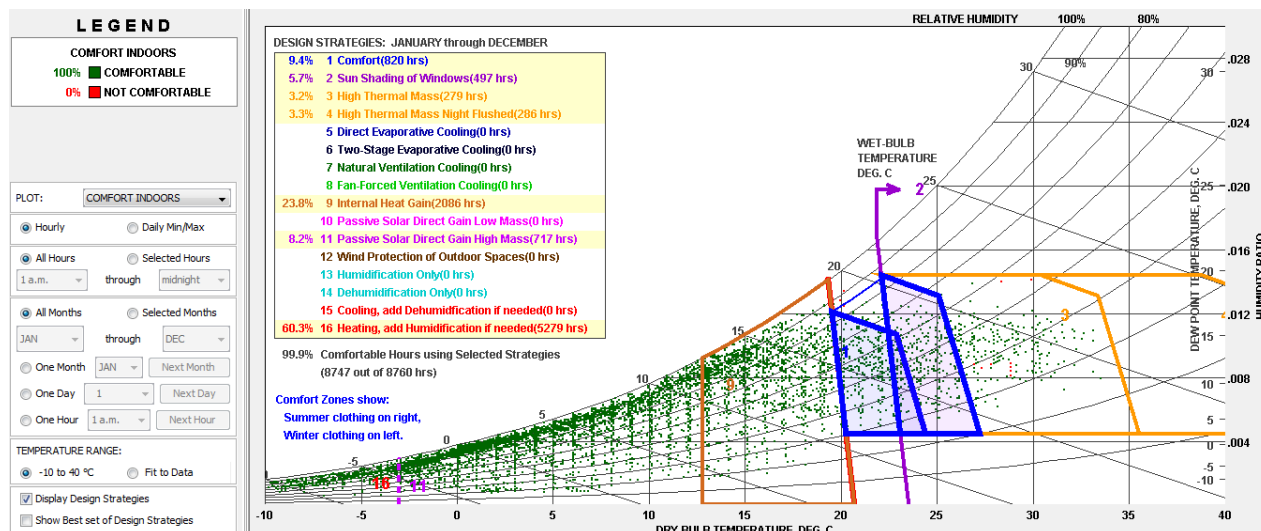
Dolžina dneva skozi leto je od 8-16 ur na dan (kratki dnevi pozimi, daljši dnevi poleti). Na tej lokaciji je sončnega sevanja povprečno $1830\text{Wh}/\text{m}^2/\text{dan}$, letni razpon pa med $650\text{-}2930\text{Wh}/\text{m}^2/\text{dan}$. Posebej veliko ga je od aprila do avgusta.

Na letnem nivoju pade na tem območju do 1150mm dežja na m^2 . Padavine so v obliki zmernega dežja in snega, za poletje pa so značilne nevihte. Poleti je količina padavin nekoliko večja kot je pozimi, a je poleti manj deževnih dni kot jih je pozimi. Nebo je v povprečju prekrito z oblaki pozimi do 85% in poleti do 45%.

Relativna zračna vlažnost tekom dneva precej niha in sicer od 50% (podnevi) do 90% (ponoči). To območje ima relativno malo vetra (5% časa), povprečna hitrost znaša $1,3\text{m}/\text{s}$. Veter piha predvsem v smeri zahoda in vzhoda. Sunki vetra lahko dosežejo hitrost do $8\text{m}/\text{s}$.

5.1.2 Določitev bioklimatskih potencialov in možnih načrtovalskih ukrepov

V nadaljevanju sem določil bioklimatske potenciale in njihove omejitve glede na lokacijo in klimo, v kateri se obravnavana stavba nahaja. S pomočjo računalniškega programa Climate Consultant 5.5 [83], sem analiziral klimatske lastnosti lokacije. Na podlagi ugotovitev lahko določim primarne bioklimatske ukrepe za doseg udobnega notranjega bivalnega okolja. Ukrepe na obravnavano lokacijo določim s pomočjo psihrometrične karte.



Slika 7: Analiza s pomočjo psihrometrične karte ter posledična določitev bioklimatskih potencialov. Izpis iz programa Climate Consultant [83]

Rezultati psihrometrične karte na Sliki 7 so pokazali:

- na obravnavni lokaciji v notranjem okolju brez dodatnih ukrepov dosežemo udobno počutje v 9,4% leta,
- najbolj stroškovno učinkovit način za zagotavljanje udobnega notranjega okolja v preostalem času leta, je vključitev bioklimatskih ukrepov v stavbo,
- kar ni možno pokriti z bioklimatskimi ukrepi pa pokrijemo z dovajanjem dodatne energije v stavbo (ogrevanje, hlajenje).

V poglavju klimatske značilnosti lokacije sem ugotovil, da Novo mesto spada v zmerno podnebje. Za takšna področja je značilno izrazito sezonsko nihanje med hladnim in toplim obdobjem. To pomeni da bo v stavbi potrebno poskrbeti tako za ogrevanje in hlajenje. To prikaže tudi psihrometrična karta na Sliki 7 in Preglednica 9.

Načrtovalski ukrepi za izkoriščanje bioklimatskih potencialov so prikazani v Preglednici 9. Razvidno je, da je na obravnavani lokaciji najpomembnejši ukrep za doseg toplotnega udobja ogrevanje, ki je potrebno 60,4% celotnega časa v letu. Z bioklimatskimi potenciali in ukrepi, ki so prikazani v Preglednici 9 (zaščita pred transmisijskimi toplotnimi izgubami, notranji viri, direktni zajem sončnega sevanja) lahko vplivamo na zmanjšanje porabe energije za ogrevanje. Ostali potenciali in ukrepi za doseg toplotnega udobja so namenjeni hlajenju. Delež ogrevanja za doseg ugodnih bivalnih razmer v stavbi je bistveno večji od hlajenja. Kljub temu menim, da bo v realni situaciji obravnavane stavbe to razmerje nekoliko drugačno in bo delež hlajenja bistveno večji zaradi vpliva notranjih virov.

Preglednica 9: Bioklimatski potenciali glede na velikost in načrtovalski ukrepi za njihovo doseglo na obravnavani lokaciji

Bioklimatski potencial	Velikost ukrepa za povečanje notranj. udobja (% časa v letu)	Načrtovalski ukrep
Zaščita pred transmisijskimi toplotnimi izgubami	60,3	<p>V zmernem okolju je najpomembnejši način za zagotovitev udobnega toplotnega okolja ogrevanje in zaščita pred toplotnimi izgubami. Pomembna je zasnova stavbe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vir ogrevanja je v jedru stavbe, - steklene površine pretežno na južni strani, drugje manj in manjše transparentne površine, - večje debeline toplotne izolacije, - zrakotesnost (zmanjšanje infiltracije), - izbira gabaritov (bolj ugodne so višje stavbe z manjšim kvadratnim tlorisom (minimalne površine fasade z največjim volumnom – manjše izgube energije skozi ovoj)), - vetrolovi, - servisni oz. nebivalni prostori (garaže) orientirani na severno stran pomenijo tamponsko cono in dodatno zaščito, - debele izolativne zaveso (kot nočna izolacija).
Notranji toplotni viri	23,8	<p>Nekoliko vplivajo na zmanjšano potrebo po porabi energije za ogrevanje. Notranji viri:</p> <ul style="list-style-type: none"> - senzibilna in latentna toplota ljudi, - naprave, - razsvetljava, - latentna toplota rastlin.
Direktni zajem sončnega sevanja	8,2	<p>Oblikovanje tlorisa in stavbnega ovoja na takšen način, da se v čim večji meri zajame sončno sevanje:</p> <ul style="list-style-type: none"> - zasnova prostorov tako, da sonce prodre čim globlje v stavbo, - transparentne površine pretežno na južni fasadi, - masivne površine znotraj objekta vplivajo na akumulacijo toplote podnevi, ponoči oddajajo toploto, - svetlobni jaški pomenijo dodaten solarni pritok, ugodni tudi iz vidika dnevne svetlobe, biti morajo tudi dobro izolirani.

»Se nadaljuje...«

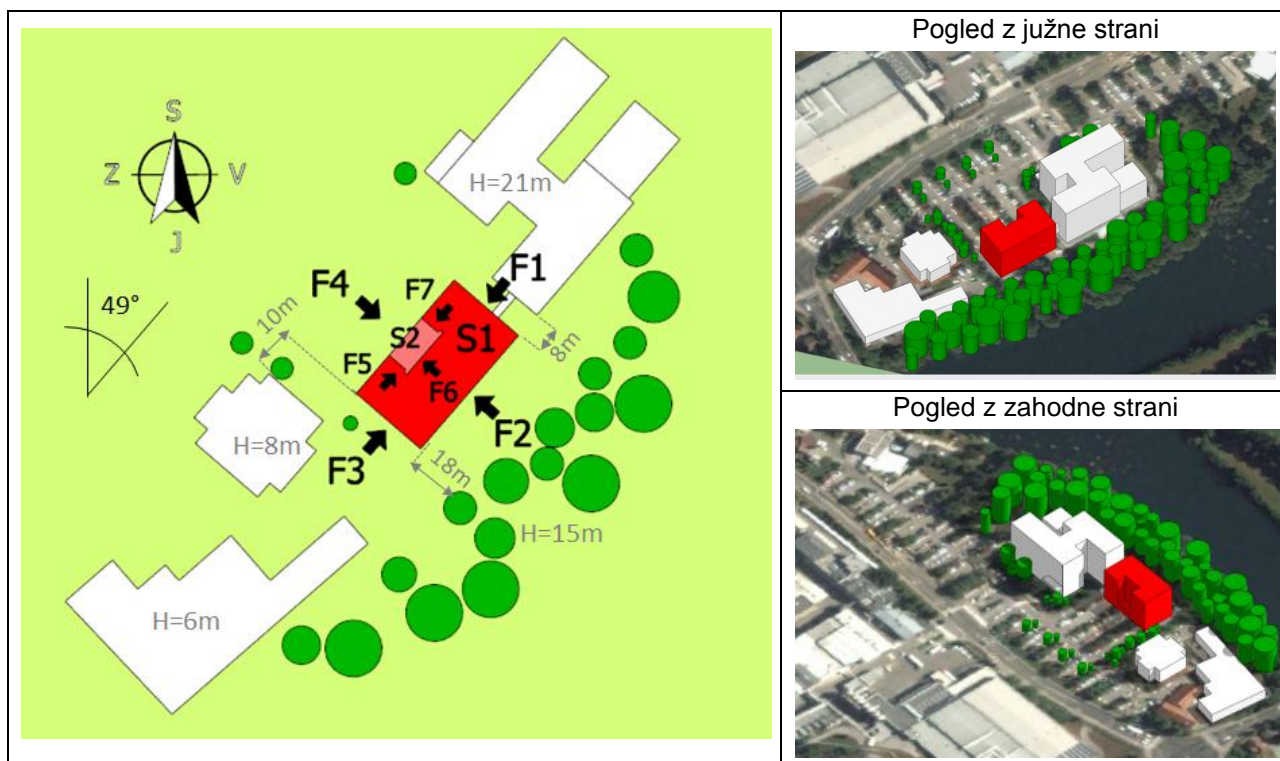
»...nadaljevanje«		
Senčenje odprtín	5,7	Nadstreški preprečijo direktno sončno sevanje v stavbo poleti, pozimi pa sonce, zaradi nižjega vpadnega kota, lahko prodre v stavbo. Senčila morajo biti na zunanji strani, da preprečijo pregrevanje poleti. - Ugodno vpliva tudi ozelenitev, saj pomaga senčiti stavbo poleti, pozimi pa mora omogočati solarne pritoke v stavbo (listavci). Delno pomaga tudi ščititi pred hladnimi zimskimi vetrovi.
Velika termalna masa	3,2	Visoka termalna masa omogoča fazni zamik – absorbira toploto podnevi in jo oddaja nazaj ponoči. To je pomembno zaradi velikega dnevnega nihanja temperatur. Za stavbe z nizko maso je zaželena večja debelina toplotna izolacije.
Naravno nočno prezračevanje	3,3	Deluje učinkovito v kombinaciji z visoko termalno maso v času hladilne sezone. Za učinkovito prečno prezračevanje so potrebne odprtine na nasprotni strani objekta.
Hlajenje s prezračevanjem	0,5	Pogoji za učinkovito prezračevanje: - okna orientirana pravokotno na prevladujoče vetrne tokove, - okna na nasprotni strani objekta zaradi učinkovitega prečnega prezračevanja. Prezračevanje lahko izboljšamo z: - vetrnimi stolpi, - vetrnimi lovilci, - vetrnimi turbinami, ostalimi sistemi za izboljšanje cirkulacije zraka.

5.1.3 Osončenost

Primerna osončenost stavbe je izjemnega pomena za dobro toplotno bilanco stavbe in tudi za dobro počutje uporabnikov. Obravnavana stavba je v prostor postavljena relativno dobro. Edina večja ovira je na njeni SV strani, kjer je umeščena obstoječa upravna stavba podjetja Krka, katere višina je enaka višini nove stavbe. Na vseh ostalih straneh nove upravne stavbe so morebitne ovire (drevje, enonadstropna parkirna hiša in medicinski center) dokaj nizke in primerno oddaljene, da ne povzročajo vpliva na fasadne površine nove stavbe. Zaradi vsega naštetega lahko pričakujem, da bo osončenost obravnavane stavbe dobra, brez večjih negativnih vplivov okolice.

Osončenost fasadnih površin stavbe sem preverjal z računalniškim programom SketchUp z dodatkom Shading II-G [12]. Z omenjenim programom bom preveril delež osončenosti oz. senčenja stavbe v prostoru z ovirami. Osončenost bom preveril v štirih kritičnih dneh v letu in sicer 21.3., 21.6., 21.9. in 21.12.. Poleg omenjenih datumov, pa bom simuliral tudi povprečno osončenost in faktor senčenja fasadnega ovoja za vse mesece v letu.

Umestitev objekta v prostor z višinami in odmiki od sosednjih objektov je prikazana na Sliki 8. Na omenjeni sliki je prikazana tudi razdelitev fasadnega ovoja na posamezne fasadne površine, katere potrebujem pri izdelavi simulacij osončenosti in obravnavi rezultatov.



Slika 8: Umestitev objekta v prostor z višinami in odmiki od sosednjih objektov z oznakami fasad obravnavanega objekta ter pogleda z različnih smeri neba na obravnavano stavbo

Ali je osončenost fasadnega ovoja stavbe zadovoljiva nam pove primerjava z zahtevami tehnične smernice TSG4 [15]. Ta nam pove, koliko časa morajo biti osončene zbiralne površine (samo površine direktno izpostavljene soncu) stavbe v štirih kritičnih dneh.

Na dan 21.12. pri vrednotenju rezultatov upoštevamo horizontalno projekcijo vpadnega kota Sonca v območju $+30^\circ$ odstopanj od smeri jug. Na ta kritičen dan vpadni kot Sonca časovno predstavlja obdobje med 10:00 do 13:00 uro. Za dan 21.12. je predpisano, da mora biti sončnemu sevanju izpostavljena površina zunanjega ovoja stavbe najmanj dve uri. To pomeni, da morajo biti dve uri v celoti osončene zbiralne površine. Na dan 21.3. oz 21.9. pri

vrednotenju rezultatov upoštevamo horizontalno projekcijo vpadnega kota Sonca v območju +60° odstopanj od smeri jug. Na ta kritičen dan vpadni kot Sonca časovno predstavlja obdobje med 08:00 do 15:30 uro. Za ta dva dneva je predpisana vsaj štiri urna izpostavljenost zbiralnih fasad soncu. Na dan 21.6. pri vrednotenju rezultatov upoštevamo horizontalno projekcijo vpadnega kota sonca v območju +110° odstopanj od smeri jug. Na ta kritičen dan vpadni kot sonca časovno predstavlja obdobje med 05:00 do 18:30 uro. Za ta kritičen dan je predpisana vsaj šest urna izpostavljenost zbiralnih površin k soncu.

Vsi pogoji in zahteve ter končni rezultati so prikazani na spodnjih slikah in preglednicah.

Preglednica 10: Odstotek osončenosti posameznih fasad na dan 21.3. in 21.9. glede na površino

Datum	21.3./21.9.										
Fasada	Osončenost [%]							Streha 1	Streha 2	SKUPAJ	Površina ovoja = 3997,9m ²
	SV	JV	JZ	SZ							
Ura	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	S1	S2		
	A=478,2m ²	A=864,0m ²	A=490,0m ²	A=629,7m ²	A=106,0m ²	A=265,6m ²	A=106,0m ²	A=950,3m ²	A=108,1m ²		
7:00	33,9	50,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	95,7	0,0	37,6	
7:30	53,5	62,9	0,0	0,0	4,3	0,0	0,0	100,0	0,0	43,9	
8:00	70,5	75,4	0,0	0,0	6,3	0,0	0,0	100,0	0,0	48,7	
8:30	83,6	84,6	0,0	0,0	8,2	0,0	0,0	100,0	0,0	52,3	
9:00	88,1	90,6	0,0	0,0	10,8	0,0	0,0	100,0	0,0	54,2	
9:30	0,0	95,5	100,0	0,0	0,0	0,0	7,7	100,0	0,0	56,9	
10:00	0,0	99,1	99,7	0,0	0,0	0,0	13,6	100,0	0,0	57,8	
10:30	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	17,6	100,0	0,0	58,1	
11:00	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	21,5	100,0	0,0	58,2	
11:30	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	26,8	100,0	0,0	58,3	
12:00	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	33,5	100,0	0,0	58,5	
12:30	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	45,5	100,0	0,0	58,8	
13:00	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	62,1	100,0	0,0	59,3	
13:30	0,0	100,0	99,8	0,0	0,0	0,0	72,7	100,0	0,0	59,5	
14:00	0,0	100,0	99,4	0,0	0,0	0,0	66,8	100,0	0,0	59,3	
14:30	0,0	0,0	99,0	100,0	0,0	26,0	60,9	100,0	7,4	55,2	
15:00	0,0	0,0	98,6	100,0	0,0	20,0	72,3	100,0	18,9	55,4	
15:30	0,0	0,0	98,0	100,0	0,0	17,1	93,1	100,0	31,6	56,0	
16:00	0,0	0,0	97,0	100,0	0,0	14,1	100,0	100,0	45,3	56,2	
16:30	0,0	0,0	94,4	99,7	0,0	25,0	100,0	100,0	55,8	56,9	
17:00	0,0	0,0	84,4	94,9	0,0	35,3	100,0	100,0	65,3	55,8	
17:30	0,0	0,0	71,9	82,9	0,0	44,5	100,0	100,0	42,1	52,4	
18:00	0,0	0,0	60,7	88,0	0,0	40,2	93,2	100,0	16,8	50,7	
Povp. [%]	14,3	59,0	74,0	33,3	1,4	9,7	47,3	99,8	12,3		

56,7
(povprečna)

53,33
TSG

Preglednica 11: Odstotek osončenosti posameznih fasad in strehe na dan 21.6. glede na površino

Datum	21.6.											
Fasada	Osončenost [%]										Površina ovoja = 3997,9m ²	Osončenost [%]
	SV	JV	JZ	SZ				Streha 1	Streha 2	SKUPAJ		
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	S1	S2			
Ura	A=478,2m ²	A=864,0m ²	A=490,0m ²	A=629,7m ²	A=106,0m ²	A=265,6m ²	A=106,0m ²	A=950,3m ²	A=108,1m ²			
5:00	3,2	51,7	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	69,1	0,0	28,0	28,0	
5:30	5,2	71,6	0,0	0,0	8,6	0,0	0,0	85,1	0,0	36,6	36,6	
6:00	9,2	91,2	0,0	0,0	11,5	0,0	0,0	94,7	0,0	43,6	43,6	
6:30	19,3	97,3	0,0	0,0	13,9	0,0	0,0	100,0	0,0	47,5	47,5	
7:00	31,8	99,9	0,0	0,0	16,0	0,0	0,0	100,0	0,0	49,6	49,6	
7:30	43,0	100,0	0,0	0,0	17,9	0,0	0,0	100,0	0,0	51,0	51,0	
8:00	50,8	100,0	0,0	0,0	21,2	0,0	0,0	100,0	0,0	52,0	52,0	
8:30	66,2	100,0	0,0	0,0	23,7	0,0	0,0	100,0	0,0	53,9	53,9	
9:00	87,1	100,0	0,0	0,0	27,8	0,0	0,0	100,0	0,0	56,5	56,5	
9:30	95,1	100,0	0,0	0,0	30,7	0,0	0,0	100,0	0,0	57,6	57,6	
10:00	94,9	100,0	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	100,0	0,0	57,7	57,7	
10:30	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	45,5	100,0	0,0	58,8	58,8	
11:00	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	54,4	100,0	0,0	59,1	59,1	
11:30	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	68,9	100,0	12,6	59,8	59,8	
12:00	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	83,4	100,0	26,3	60,6	60,6	
12:30	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	96,3	100,0	33,7	61,1	61,1	
13:00	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	37,9	61,3	61,3	
13:30	0,0	0,0	100,0	100,0	0,0	74,5	100,0	100,0	42,1	60,5	60,5	
14:00	0,0	0,0	100,0	100,0	0,0	66,5	100,0	100,0	42,1	60,0	60,0	
14:30	0,0	0,0	100,0	100,0	0,0	59,8	100,0	100,0	48,4	59,7	59,7	
15:00	0,0	0,0	100,0	100,0	0,0	54,2	100,0	100,0	58,9	59,6	59,6	
15:30	0,0	0,0	100,0	100,0	0,0	54,5	100,0	100,0	68,4	59,9	93,9	
16:00	0,0	0,0	100,0	100,0	0,0	58,3	100,0	100,0	73,7	60,3	60,3	
16:30	0,0	0,0	100,0	100,0	0,0	60,1	100,0	100,0	77,9	60,5	60,5	
17:00	0,0	0,0	99,9	100,0	0,0	64,9	100,0	100,0	82,1	60,9	60,9	
17:30	0,0	0,0	99,2	99,9	0,0	70,1	100,0	100,0	86,3	61,3	61,3	
18:00	0,0	0,0	97,6	99,3	0,0	76,4	100,0	100,0	87,4	61,5	61,5	
18:30	0,0	0,0	91,0	99,1	0,0	83,0	100,0	100,0	89,5	61,1	61,1	
19:00	0,0	0,0	76,1	99,8	0,0	90,1	100,0	100,0	91,6	59,9	56,9	
19:30	0,0	0,0	83,6	100,0	0,0	94,2	100,0	100,0	94,7	61,2	(povprečna)	
Povp. [%]	16,9	53,7	61,6	43,3	7,0	30,2	58,3	98,3	35,1			
											44,44	
											TSG	

Preglednica 12: Odstotek osončenosti posameznih fasad in strehe na dan 21.12. glede na površino

Datum	21.12.											
Fasada	Osončenost [%]										Površina ovoja = 3997,9m ²	Osončenost [%]
	SV	JV	JZ	SZ				Streha 1	Streha 2	SKUPAJ		
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	S1	S2			
Ura	A=478,2m ²	A=864,0m ²	A=490,0m ²	A=629,7m ²	A=106,0m ²	A=265,6m ²	A=106,0m ²	A=950,3m ²	A=108,1m ²			
8:00	34,1	30,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	34,3		
8:30	0,0	40,7	39,3	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	37,4		
9:00	0,0	51,0	49,5	0,0	0,0	0,0	1,0	100,0	0,0	40,9	Osončenost	
9:30	0,0	55,4	64,6	0,0	0,0	0,0	3,0	100,0	0,0	43,7	[%]	
10:00	0,0	61,7	86,8	0,0	0,0	0,0	4,3	100,0	0,0	47,9	79,4	
10:30	0,0	68,1	99,6	0,0	0,0	0,0	6,2	100,0	0,0	50,9	84,4	
11:00	0,0	74,1	100,0	0,0	0,0	0,0	7,8	100,0	0,0	52,2	86,7	
11:30	0,0	80,7	100,0	0,0	0,0	0,0	9,7	100,0	0,0	53,7	89,1	
12:00	0,0	86,0	98,6	0,0	0,0	0,0	12,4	100,0	0,0	54,8	90,8	
12:30	0,0	93,0	98,5	0,0	0,0	0,0	15,0	100,0	0,0	56,3	93,4	
13:00	0,0	97,9	98,7	0,0	0,0	0,0	18,4	100,0	0,0	57,5	95,4	
13:30	0,0	100,0	98,5	0,0	0,0	0,0	21,1	100,0	0,0	58,0	96,2	
14:00	0,0	100,0	97,9	0,0	0,0	0,0	20,7	100,0	0,0	57,9	89,4	
14:30	0,0	100,0	97,6	0,0	0,0	0,0	16,5	100,0	0,0	57,8	(povprečna)	
15:00	0,0	0,0	96,7	88,0	0,0	4,8	12,2	100,0	0,0	50,1		
15:30	0,0	0,0	92,8	69,8	0,0	1,6	18,1	100,0	0,0	46,7	57,14	
16:00	0,0	0,0	70,5	56,9	0,0	0,0	34,5	100,0	0,0	42,3	TSG	
Povp. [%]	2,0	61,1	81,7	12,6	0,0	0,4	11,8	100,0	0,0			

V zgornjih Preglednicah 10, 11 in 12 je razvidna osončenost posameznih fasadnih površin čez cel dan v kritičnih dneh. Vrednost 0% v preglednici pomeni, da fasadna površina ni osončena med tem ko vrednost 100% pomeni popolno osončenost fasadne površine. Skrajni desni stolpec (obarvan temneje) prikazuje osončenost zbiralnih površin (fasade in strehe) v urah, ki jih glede na vpadni kot Sonca zahteva TSG4 [15]. Vrednost obarvana zeleno pa predstavlja povprečno osončenost ovoja stavbe v % v zahtevanih urah. Pod to vrednostjo je zapisana zahtevana vrednost osončenosti po TSG4 [15]. TSG4 [15] zahteva, da morajo biti zbiralne površine ovoja stavbe izpostavljene sončnemu sevanju določen čas npr. marca in septembra vsaj 4 ure. Vsaka ura predstavlja 100%. Ker je v tem času izpostavljenost sončnemu sevanju 7,5 ure mora biti povprečje vseh osončenih ur enako ali večje od 53,3% (400% / 7,5).

Iz dobljenih rezultatov sem ugotovil, da so vse fasadne površine dobro osončene skozi vse leto. Dobro osončene so ravno tiste površine za katerimi potekajo najpomembnejši delovni procesi v stavbi in to ravno v primernih urah v dnevu. To velja zlasti za JV in JZ fasadi. Nekoliko slabše je osončena SZ fasada, najslabše pa SV fasada, ki je usmerjena proti obstoječi stavbi. Zelo dobro je osončena streha, katera ima velik potencial za koriščenje sončne energije. Ker sta fasadi JV in JZ tako dobro celodnevno in vse leto osončeni je na njih potrebno izvesti kvalitetno senčenje transparentnih delov ovoja. Senčenje fasadnega ovoja je na obravnavani stavbi zagotovljeno z zunanjimi žaluzijami, ki se uravnavajo ročno, glede na želje uporabnikov. Senčenje s senčili je omogočeno na vseh fasadah stavbe.

Preglednica 13: Zahteve TSG4 in dejanska osončenost ovoja stavbe na kritične dni v letu

	Zahteva po osončenosti TSG4	Časovno obdobje glede na zahtevo TSG4			Osončenost ovoja stavbe [%]	
		Azimut	Ura	Potencial	zahteva po TSG4	dejanska
21.mar in 21.sep	min 4h, 60° od smeri J	120°	8.00h	7h 30min	53,3	56,7
		240°	15.30h			
21.jun	min 6h, 110° od smeri J	70°	5.00h	13h 30min	44,4	56,9
		290°	18.30h			
21.dec	min 2h, 30° od smeri J	150°	10.00h	3h 30min	57,2	89,4
		210°	13.30h			

Po pričakovanju so izpolnjeni tudi kriteriji iz TSG4 [15], za vse kritične dni v letu, kar je razvidno iz Preglednice 13. Predpisane kriterije obravnavani objekt preseže. V pomladanskem in jesenskem času je osončenost od zahtevane večja le za 6%, kar v urah pomeni 0,25h več. Poleti je osončenosti več za 1,7h (+28%) in pozimi 1,1h več (+56%) od minimalne zahtevane vrednosti po TSG4 [15].

Na obravnavani stavbi, sem preveril še realno povprečno osončenost fasadnih površin za vse mesece v letu, kar prikazuje Preglednica 14. Izračunati sem moral tudi faktor senčenja stavbnega ovoja, ki je prikazan v Preglednici 15. Te podatke potrebujem za izračun toplotne bilance stavbe v računalniškem programu TOST [86].

Preglednica 14: Potencialna osončenost stavbnega ovoja

Fasada	Osočenost [%]								
	SV	JV	JZ	SZ				Streha 1	Streha 2
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	S1	S2
Jan	6,1	60,4	79,2	19,5	0,5	3,5	23,6	99,9	4,1
Feb	10,2	59,7	76,6	26,4	0,9	6,6	35,5	99,9	8,2
Mar	14,3	59,0	74,0	33,3	1,4	9,7	47,3	99,8	12,3
Apr	15,2	57,3	69,9	36,6	3,2	16,5	50,9	99,3	19,9
Maj	16,0	55,5	65,7	39,9	5,1	23,4	54,6	98,8	27,5
Jun	16,9	53,7	61,6	43,3	7,0	30,2	58,3	98,3	35,1
Jul	16,0	55,5	65,7	39,9	5,1	23,4	54,6	98,8	27,5
Aug	15,2	57,3	69,9	36,6	3,2	16,5	50,9	99,3	19,9
Sep	14,3	59,0	74,0	33,3	1,4	9,7	47,3	99,8	12,3
Oct	10,2	59,7	76,6	26,4	0,9	6,6	35,5	99,9	8,2
Nov	6,1	60,4	79,2	19,5	0,5	3,5	23,6	99,9	4,1
Dec	2,0	61,1	81,7	12,6	0,0	0,4	11,8	100,0	0,0

Rezultati v Preglednici 14 dokazujejo zelo dobro povprečno mesečno osončenost fasadnega ovoja v vseh mesecih v letu, še posebej JV, JZ fasade in strehe. Nekoliko slabša je osončenost na SZ strani stavbe medtem ko je SV del objekta in manjši atrijski del slabo osončen..

Faktor senčenja je razmerje simuliranih rezultatov med osončenostjo stavbe brez zunanjih ovir in osončenostjo stavbe z upoštevanim vplivom zunanjih ovir. Preglednica 15 prikazuje, da okoliški objekti obravnavano stavbe praktično ne senčijo, razen SV fasade.

Preglednica 15: Faktor senčenja stavbnega ovoja

Fasada	Faktor senčenja [%]								
	SV	JV	JZ	SZ				Streha 1	Streha 2
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	S1	S2
Jan	0,5	0,8	0,9	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	0,6
Feb	0,6	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	0,7
Mar	0,7	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8
Apr	0,6	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9
Maj	0,5	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Jun	0,5	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Jul	0,5	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Aug	0,6	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9
Sep	0,7	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8
Oct	0,6	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	0,7
Nov	0,5	0,8	0,9	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	0,6
Dec	0,3	0,7	0,9	0,7	1,0	1,0	0,9	1,0	0,0

Ugotavljam, da sta lega ter orientacija stavbe v prostoru ugodni. Stavba ima zaradi dobre osončenosti, dobre predpogoje za kvalitetno notranjo osvetljenost z dnevno svetlobo ter za pasivno (direktni solarni dobitki) in aktivno izkoriščanje sončnega sevanja. Še posebej streha ima zelo dober potencial za izkoriščanje sončnega sevanja kot vira OVE, ker je dobro osončena in nič senčena s strani sosednjih objektov. V poglavju 5.1.1. *Klimatske značilnosti lokacije*, sem prikazal, da je letna energija sevanja na horizontalno ravnino oz. streho 1160kWh/m². To je na tako veliki strehi, ki je tudi geometrijsko in oblikovno primerna za razne posege, zelo veliko energije. Smiselno bi bilo izkoristili vsaj del strehe in nanjo namestiti fotovoltaične panele (PV) ali sončne kolektorje, saj bi te naprave močno izboljšale energetske bilanco stavbe. Če bi izkoristili na primer 100m² površin in bi upoštevali 30% izkoristek fotovoltaičnih ali kolektorskih modulov je to kar 35.000kWh uporabne energije na leto.

5.2 Konstrukcijska gradbena fizika

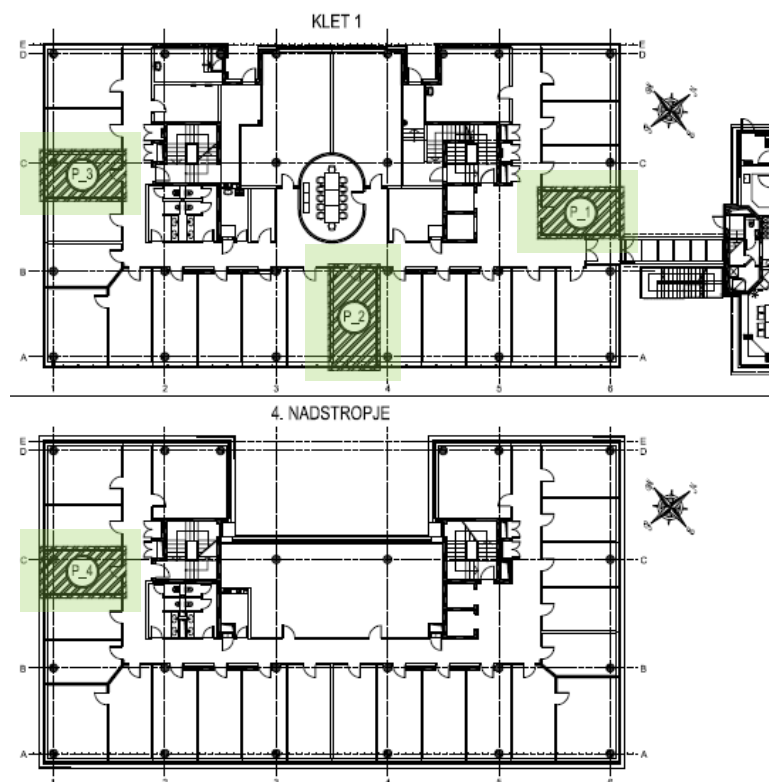
5.2.1 Osvetljenost delovnih prostorov

Pridobljeni rezultati predstavljajo analizo obravnavanih pisarn v novi upravni stavbi podjetja Krka d.d. iz Novega mesta. Analize obravnavanih pisarn so bile izvedene s simulacijami komercialnega računalniškega programa Velux Daylight Visualizer 2 [11] ter poenostavljeno metodo izračuna KDS.

V stavbi sem opravil analizo osvetljenosti treh pisarn v kleti 1, ki je praktično tudi pritličje stavbe in eno pisarno v 4. nadstropju stavbe. Prve tri izbrane pisarne so različno pozicionirane glede na orientacijo stavbe in predstavljajo prostore z najbolj neugodno pozicijo v stavbi glede potenciala osvetljenosti z dnevno svetlobo. Zadnja izbrana pisarna pa predstavljala referenčni prostor. Pozicije pisarn so prikazane na Sliki 9.

Za obravnavane delavne prostore sem izračunal osvetljenosti za tri tipe neba (oblačno, delno oblačno, jasno) v treh kritičnih dneh leta (21.12., 21.3. oz. 21.9. in 21.6.) in koeficiente dnevne svetlobe (KDS). Ker se KDS računa pri standardni svetlosti neba (oblačno nebo), so rezultati neodvisni od dneva izračuna in so vedno enaki. Vrednost KDS izračunam samo za 21.3. oz. 21.9.

Vse simulacije osvetljenosti, sem izračunal za 12:00 uro.



Slika 9: Prikaz obravnavanih pisarn

Lastnosti površin vseh obravnavanih prostorov

Vse obravnavane pisarne so zasnovane na enak način, z enakimi materiali, razlikujejo se le glede na orientacijo, razpored notranje opreme in velikost. Nekatere so predvidena za eno, druge pa za dva delovna mesta. Lastnosti pisarniških površin in lastnosti stavbnega pohištva, predvsem lastnosti okna so prikazana v spodnji preglednici in se med pisarnami ne razlikujejo. Spremenljive lastnosti posameznih pisarn pa so prikazane pri opisu posameznih obravnavanih prostorov.

Refleksivnosti značilnih netransparentnih površin, kot so tla, les, mize in stene (za strop sem predpostavili, da ima enake lastnosti kot stene), sem predpostavil glede na barvo površin. Ocenjeni faktorji refleksivnosti za obravnavane delovne prostore so prikazani v Preglednici 16.

Preglednica 16: Faktorji refleksivnosti

Element	Refleksivnost [%]	Faktor refleksivnosti
Tla	75	0,75
Stena	85	0,85
Strop	85	0,85
Les (pohištvo)	65	0,65

Stavbno pohoštvo - okna

Predvideno je, da se vgradi okna proizvajalca Schüco in sicer aluminijasto okno - model Schüco AWS 75.SI.SI (super insulation) katerega profili ustrezajo najstrožjim uredbam o prihrankih energije in se po izolacijskih lastnostih lahko merijo s PVC 5-komornim profili. Primerni so za vgradnjo v nizkoenergetske objekte. Zahvaljujoč inovativnim prekinjenim toplotnim mostovom s penasto maso in več komornem središčnem tesnilom, izpolnjuje najvišje zahteve v pogledu toplotne zaščite pri čemer je toplotna prehodnost okenskega okvira le $U_f=1,3W/m^2K$ [70]. Okno je prikazano na Sliki 10.



Slika 10:Detajli izbranih okenskih profilov [71], [72]

Zasteklitev, ki bo vgrajena v obravnavanem objektu je steklo RX WARM 1,1 WE, katero je sestavljeno na način: 6mm float (steklo) + 16mm tgi distančnik, argonsko polnilo (medstekelni prostor) + 6mm low-e (steklo). Skupno je torej zasteklitev debeline 28mm.

Preglednica 17: Lastnosti zasteklitve

Element	Vrednost	Enota
U_g	1,10	W/m^2K
T_v	78	%
g	59	%

Lastnosti zasteklitve so prikazane v Preglednici 17. Toplotna prehodnost zasteklitve je $1,1W/m^2K$. Faktor transmisivnosti zasteklitve za vidni del svetlobe znaša 78%. Upoštevati je potrebno še, da je zelo pomembna tudi čistost zasteklitve, saj imamo lokacijo v bližini tovarne in ceste, kar predstavlja velik vir onesnaževanja okolja in posledično tudi stekel. Tako bo dejanski faktor T_v na stavbi še nekoliko nižji. Skozi okno lahko v prostor prehaja do 59% celotnega sončnega sevanja (energije).

Simulacija osvetljenosti z računalniškim orodjem

Računalniški program Velux Daylight Visualizer 2 [11] omogoča analizo osvetljenosti v prostorih. Program zahteva prostorsko modeliranje. Vanj sem moral vnesti vse potrebne vhodne podatke; gabarite prostora (zunanje stene, tla in strop), predelne stene, okna, vrata in opremo, ki se nahaja v prostoru, hkrati pa sem modeliral tudi zunanje objekte, kateri vplivajo na vstop svetlobe v obravnavan prostor (sosednji objekti, drevesa). Vsem zgoraj navedenim elementom sem določil lastnosti; barvo, hrapavost, zrcalni odboj in reflektivnost. Referenčna delovna ravnina je 0,85 m nad finalno obdelavo tal.

Delovni prostor z oznako P_1

Obravnavan delovni prostor z oznako P_1 predstavlja pisarno v kleti 1, ki je na nivoju terena oz. zunanjega parkirišča pred stavbo. Orientirana je na SV strani obravnavane stavbe. Pisarna je namenjena dvema delovnim mestoma. Pogled iz pisarne je usmerjen proti obstoječi upravni stavbi. Obe stavbi sta med seboj povezani z mostom, kateri je v nivoju pritličja skoraj direktno nad obravnavano pisarno.

Tlorisna gabarita pisarne sta 5,40 x 3,18m, svetla višina pa je 2,70m. Zunanja stena je v celotni širini pisarne in v pasu višine 1,80m zastekljena, od parapeta 0,90m pa vse do stropa. Lastnosti stavbnega pohištva so podane v prejšnjem poglavju.

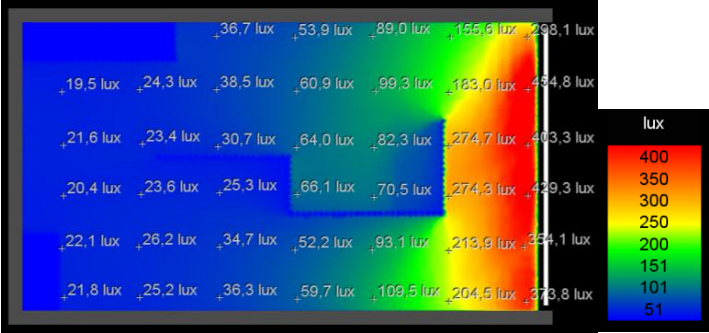
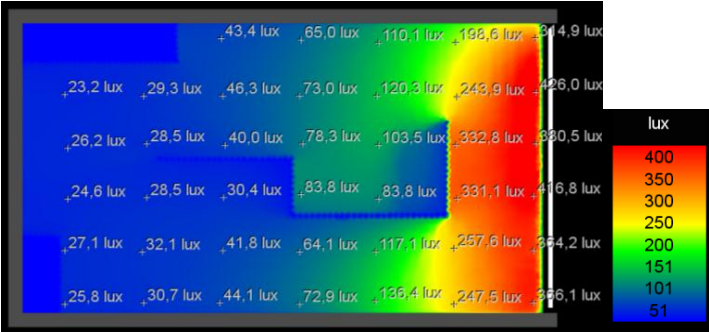
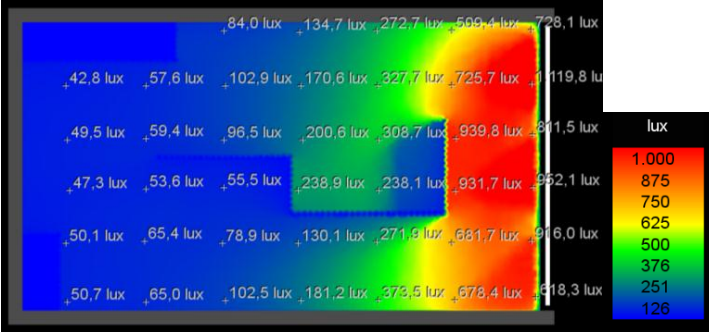
Pogled skozi okna zastira obstoječa upravna stavba, katera je od novega objekta in hkrati tudi od obravnavane pisarne oddaljena cca. 8,00m in visoka približno 20,50m od kote pisarne. Pogled iz pisarne pa zastira tudi povezovalni hodnik med objektoma kot je razvidno iz spodnje Slike 11.



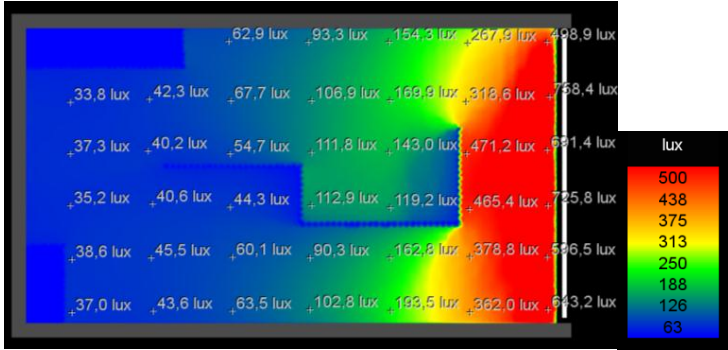
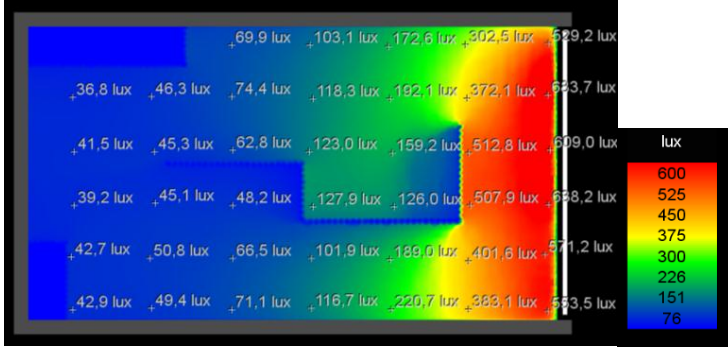
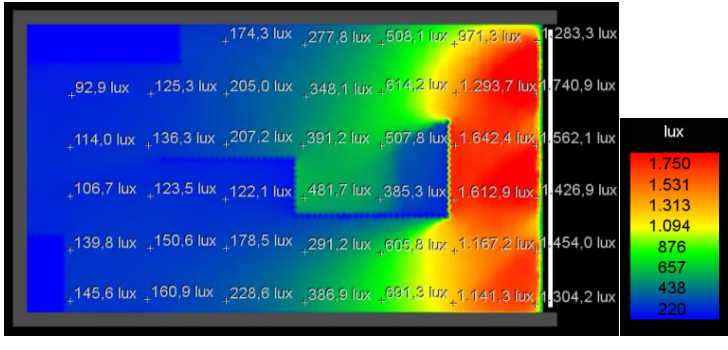
Slika 11: Prostor P_1 modeliran v računalniškem programu Velux Daylight Visualizer

V nadaljevanju so prikazani rezultati simulacije osvetljenosti prostora izvedene z računalniškim programom Velux Daylight Visualizer 2 [11], za tri tipe neba v treh kritičnih dneh leta.

Preglednica 18: Osvetljenost (v lux) za dan 21.12. ob 12:00h, vključno z rezultati simulacije

21.12.	Oblačno nebo		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Osv. [lux]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Povp.</td> <td>106,00</td> </tr> <tr> <td>Max.</td> <td>454,80</td> </tr> <tr> <td>Min.</td> <td>19,50</td> </tr> <tr> <td>Povp./Min.</td> <td>5,44</td> </tr> </tbody> </table>		Osv. [lux]	Povp.	106,00	Max.	454,80	Min.	19,50	Povp./Min.	5,44
		Osv. [lux]											
	Povp.	106,00											
Max.	454,80												
Min.	19,50												
Povp./Min.	5,44												
Delno oblačno nebo		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Osv. [lux]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Povp.</td> <td>122,00</td> </tr> <tr> <td>Max.</td> <td>426,00</td> </tr> <tr> <td>Min.</td> <td>23,0</td> </tr> <tr> <td>Povp./Min.</td> <td>5,26</td> </tr> </tbody> </table>		Osv. [lux]	Povp.	122,00	Max.	426,00	Min.	23,0	Povp./Min.	5,26	
	Osv. [lux]												
Povp.	122,00												
Max.	426,00												
Min.	23,0												
Povp./Min.	5,26												
Jasno nebo		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Osv. [lux]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Povp.</td> <td>313,80</td> </tr> <tr> <td>Max.</td> <td>1119,80</td> </tr> <tr> <td>Min.</td> <td>42,80</td> </tr> <tr> <td>Povp./Min.</td> <td>7,33</td> </tr> </tbody> </table>		Osv. [lux]	Povp.	313,80	Max.	1119,80	Min.	42,80	Povp./Min.	7,33	
	Osv. [lux]												
Povp.	313,80												
Max.	1119,80												
Min.	42,80												
Povp./Min.	7,33												

Preglednica 19: Osvetljenost (v lux) za dan 21.3. oz. 21.9. ob 12:00h, vključno z rezultati simulacije

		Oblačno nebo											
21.3. / 21.9.													
			<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Osv. [lux]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Povp.</td> <td>183,50</td> </tr> <tr> <td>Max.</td> <td>758,4</td> </tr> <tr> <td>Min.</td> <td>33,80</td> </tr> <tr> <td>Povp./ Min.</td> <td>5,43</td> </tr> </tbody> </table>		Osv. [lux]	Povp.	183,50	Max.	758,4	Min.	33,80	Povp./ Min.	5,43
		Osv. [lux]											
	Povp.	183,50											
	Max.	758,4											
	Min.	33,80											
Povp./ Min.	5,43												
		Delno oblačno nebo											
													
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Osv. [lux]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Povp.</td> <td>189,90</td> </tr> <tr> <td>Max.</td> <td>683,70</td> </tr> <tr> <td>Min.</td> <td>36,80</td> </tr> <tr> <td>Povp./ Min.</td> <td>5,16</td> </tr> </tbody> </table>		Osv. [lux]	Povp.	189,90	Max.	683,70	Min.	36,80	Povp./ Min.	5,16	
	Osv. [lux]												
Povp.	189,90												
Max.	683,70												
Min.	36,80												
Povp./ Min.	5,16												
		Jasno nebo											
													
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Osv. [lux]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Povp.</td> <td>558,10</td> </tr> <tr> <td>Max.</td> <td>1740,90</td> </tr> <tr> <td>in.</td> <td>92,90</td> </tr> <tr> <td>Povp./ Min.</td> <td>6,00</td> </tr> </tbody> </table>		Osv. [lux]	Povp.	558,10	Max.	1740,90	in.	92,90	Povp./ Min.	6,00	
	Osv. [lux]												
Povp.	558,10												
Max.	1740,90												
in.	92,90												
Povp./ Min.	6,00												

Preglednica 20: Osvetljenost (v lux) za dan 21.6. ob 12:00h, vključno z rezultati simulacije

Oblačno nebo												
21.6.		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Osv. [lux]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Povp.</td> <td>65,10</td> </tr> <tr> <td>Max.</td> <td>1134,60</td> </tr> <tr> <td>Min.</td> <td>49,00</td> </tr> <tr> <td>Povp./Min.</td> <td>5,41</td> </tr> </tbody> </table>		Osv. [lux]	Povp.	65,10	Max.	1134,60	Min.	49,00	Povp./Min.	5,41
		Osv. [lux]										
	Povp.	65,10										
	Max.	1134,60										
	Min.	49,00										
Povp./Min.	5,41											
Delno oblačno nebo												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Osv. [lux]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Povp.</td> <td>250,50</td> </tr> <tr> <td>Max.</td> <td>978,10</td> </tr> <tr> <td>Min.</td> <td>50,80</td> </tr> <tr> <td>Povp./Min.</td> <td>4,93</td> </tr> </tbody> </table>		Osv. [lux]	Povp.	250,50	Max.	978,10	Min.	50,80	Povp./Min.	4,93	
	Osv. [lux]											
Povp.	250,50											
Max.	978,10											
Min.	50,80											
Povp./Min.	4,93											
Jasno nebo												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Osv. [lux]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Povp.</td> <td>584,50</td> </tr> <tr> <td>Max.</td> <td>1846,40</td> </tr> <tr> <td>Min.</td> <td>127,10</td> </tr> <tr> <td>Povp./Min.</td> <td>4,60</td> </tr> </tbody> </table>		Osv. [lux]	Povp.	584,50	Max.	1846,40	Min.	127,10	Povp./Min.	4,60	
	Osv. [lux]											
Povp.	584,50											
Max.	1846,40											
Min.	127,10											
Povp./Min.	4,60											

Preglednica 21: Osvetljenosti za vse tri tipe neba in vse tri kritične dni ob 12:00h, v delavnem prostoru P_1

		TIP NEBA	OBLAČNO		
		Datum	21.12.	21.3./21.9.	21.6.
Osvetljenost [lux]	Povp.		106,00	183,50	265,10
	Max.		454,80	758,40	1134,60
	Min.		19,50	33,80	49,00
	Povp./Min.		5,44	5,43	5,41
		TIP NEBA	DELNO OBLAČNO		
		Datum	21.12.	21.3./21.9.	21.6.
Osvetljenost [lux]	Povp.		122,00	189,90	250,50
	Max.		426,00	683,70	978,10
	Min.		23,20	36,80	50,80
	Povp./Min.		5,26	5,16	4,93
		TIP NEBA	JASNO		
		Datum	21.12.	21.3./21.9.	21.6.
Osvetljenost [lux]	Povp.		313,80	558,10	584,50
	Max.		1119,80	1740,90	1846,40
	Min.		42,80	92,90	127,10
	Povp./Min.		7,33	6,00	4,60

$$E_{\text{pov}} = 400 \text{ lux}$$

$$KDS_{\text{pov}} = 5\%$$

$$E_{\text{pov}}/E_{\text{min}} = 2/1$$

$$KDS_{\text{pov}}/KDS_{\text{min}} = 3/1$$

$$KDS_{\text{min}} = 2,5\%$$

Slika 12: Priporočila za osvetljenost delavnih prostorov [73]

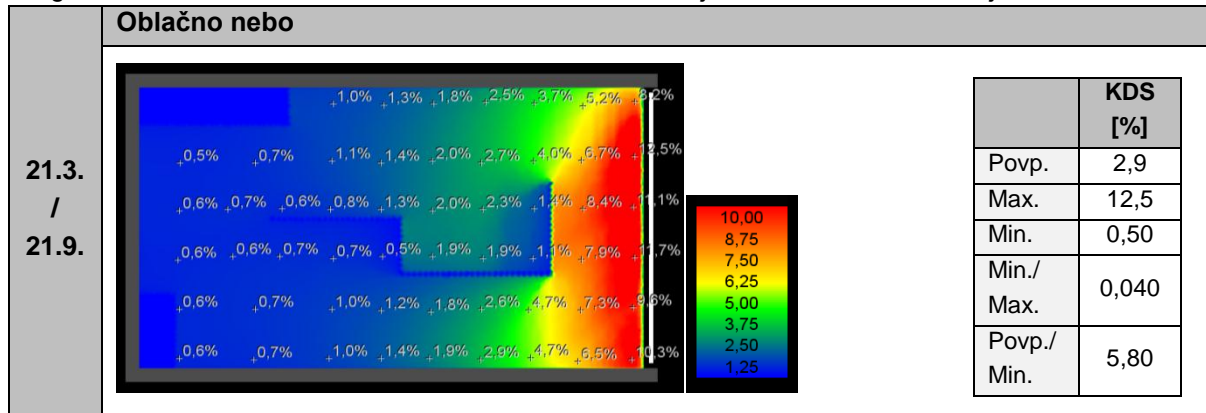
Osvetljenost je ob oknu dokaj velika, vendar z globino prostora hitro pada. To je pričakovano, saj je prostor (razmerje med višino in globino prostora je 1:2) precej globok glede na višino. Osvetljenost po širini pisarne je pretežno konstantna. Nekoliko odstopa le v bližini zasteklitve, kar pa je posledica okenskega okvirja in sosednje stavbe. Na delovnem mestu – pisarniški mizi je osvetljenost spremenljiva. To je posledica zasnove mize, ki ima stranice dvignjene nad delovno površino, te pa povzročajo neenakomerno osvetljenost na delovni površini.

Osvetljenost prostora (povprečna, maksimalna in minimalna) je pričakovano največja v poletnem mesecu in pri jasnem nebu. Pri jasnem nebu so vrednosti podobne še v pomladanskem in jesenskem kritičnem dnevu, pri oblačnem nebu pa so vrednosti v tem času za cca. 35% manjše kot pri poletnem mesecu. Pri delno oblačnem vremenu so te vrednosti manjše za cca. 30%. Najmanjše vrednosti so v zimskem mesecu.

Iz zgornjih rezultatov, ki so prikazani v Preglednici 21 je razvidno, da je priporočena povprečna osvetljenost (400lux) dosežena le pri jasnem nebu v poletnem in pomladanskem/jesenskem mesecu, drugače pa je neustrezna. Razmerje med Povp./Min. osvetljenostjo prostora ni ustrezno v nobenem primeru. To pomeni, da je prostor osvetljen neenakomerno in se lahko pojavi prevelik kontrast in bleščanje na delovnem mestu. Junija in marca/septembra seže

zadostna količina osvetljenosti prostora najdlje v prostor, pozimi pa najmanj. Zgornja ugotovitev velja za vse tri tipe neba.

Preglednica 22: Koeficient dnevne svetlobe ob 12:00h, vključno z rezultati simulacije



Preglednica 23: Koeficient dnevne svetlobe (KDS) ob 12:00h, v pisarni P_1

		TIP NEBA	Oblačno
		Datum	21.3./21.9.
KDS [%]	Povp.		2,9
	Max.		12,5
	Min.		0,5
	Min./Max.		0,040
	Povp./Min.		5,80

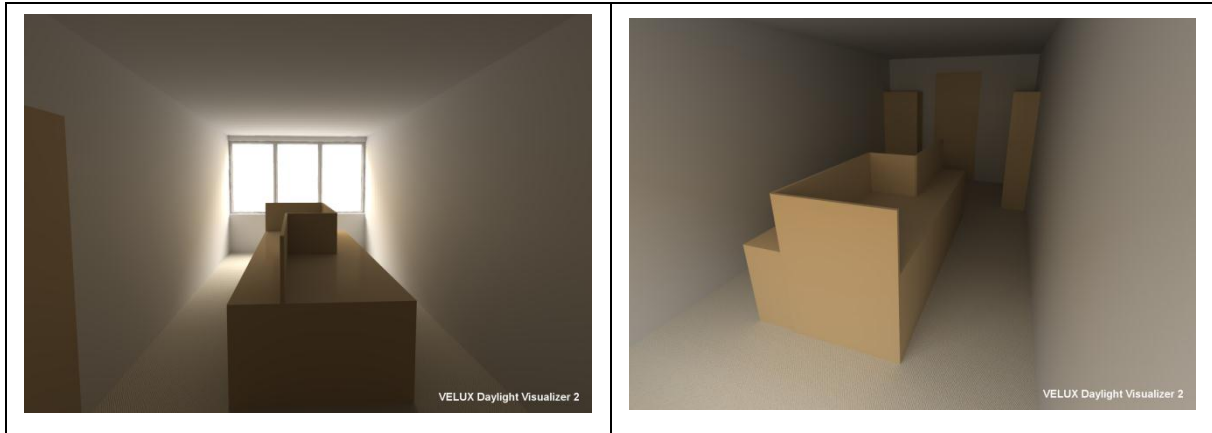
Vrednosti KDS, ki so prikazane v Preglednici 23, ne ustrezajo priporočljivim vrednostim. Neustrezne so tako minimalne kot tudi povprečne vrednosti KDS, neustrezno je tudi medsebojno razmerje Povp./Min. KDS. Povprečna vrednost KDS za javne objekte znaša 5%. Minimalna vrednost KDS je za tovrstne objekte 2,5%.

Kvantitativno je prostor osvetljen zadovoljivo le v pasu med zunanjo steno in pisarniško mizo, medtem pa prostor kvalitativno ni najbolj primerno osvetljen, saj je osvetljenost po prostoru razporejena preveč neenakomerno (ob oknu visoke vrednosti, ki hitro padajo z globino prostora).

Delavni prostor z oznako P_2

Obravnavan delavni prostor z oznako P_2 predstavlja pisarno v kleti 1, ki je na nivoju terena. Orientirana je na JV strani obravnavane stavbe. Pisarna je, podobno kot pisarna P_1, namenjena dvema delovnim mestoma. Pogled iz pisarne je proti reki Krki. Tlorisna gabarita pisarne sta 6,88 x 3,18m, svetla višina pa je 2,70m. Zunanja stena je v celotni širini pisarne in v pasu višine 1,80m zastekljena od parapeta 0,90m pa vse do stropa. Parametri stavbnega

pohištva so podani v prejšnjem poglavju. Pogled skozi zastekljene površine ni zastrt z ovirami. Slika 13 prikazuje modeliran prostor.

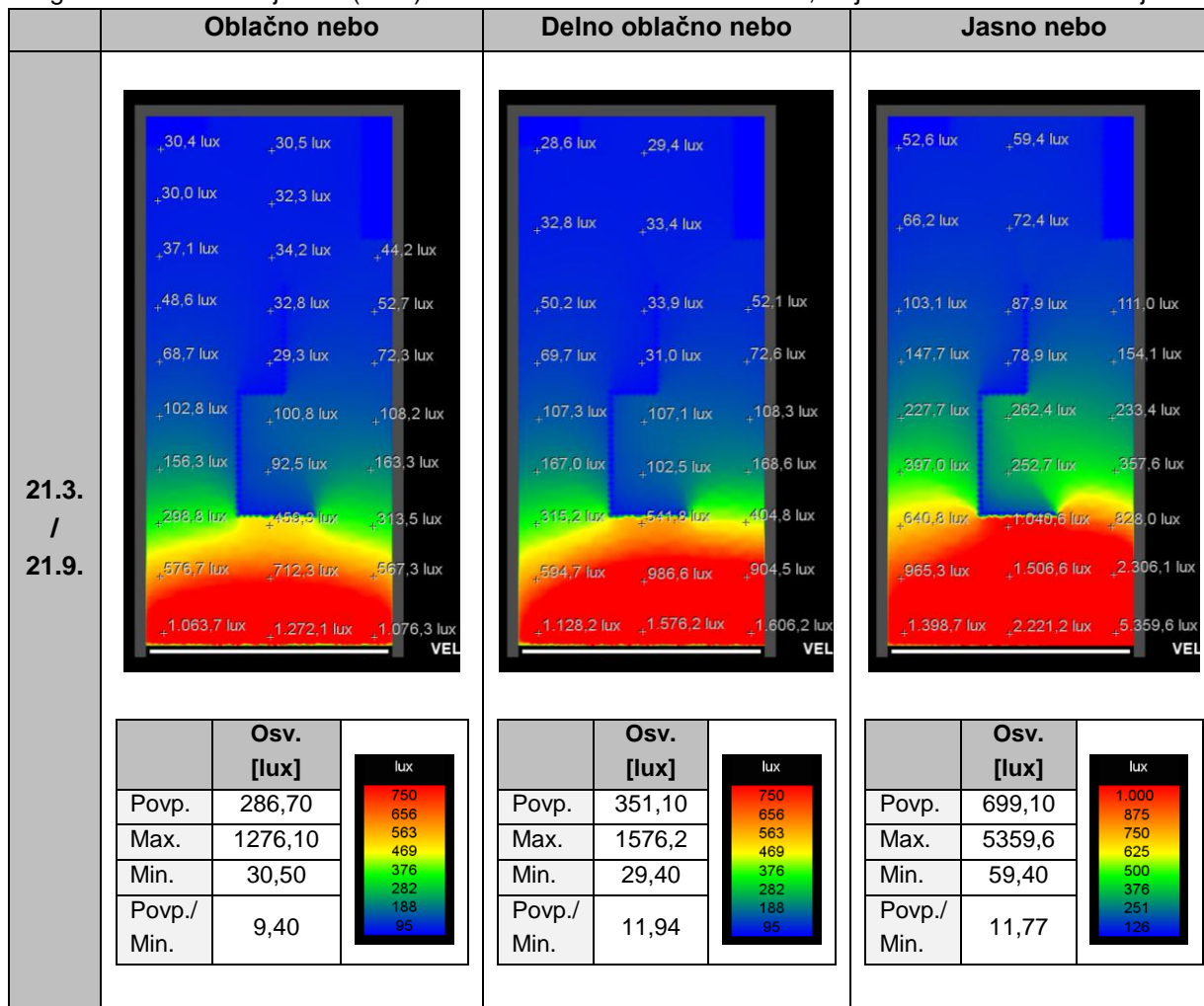


Slika 13: Prostor P_2 modeliran v računalniškem programu Velux Daylight Visualizer

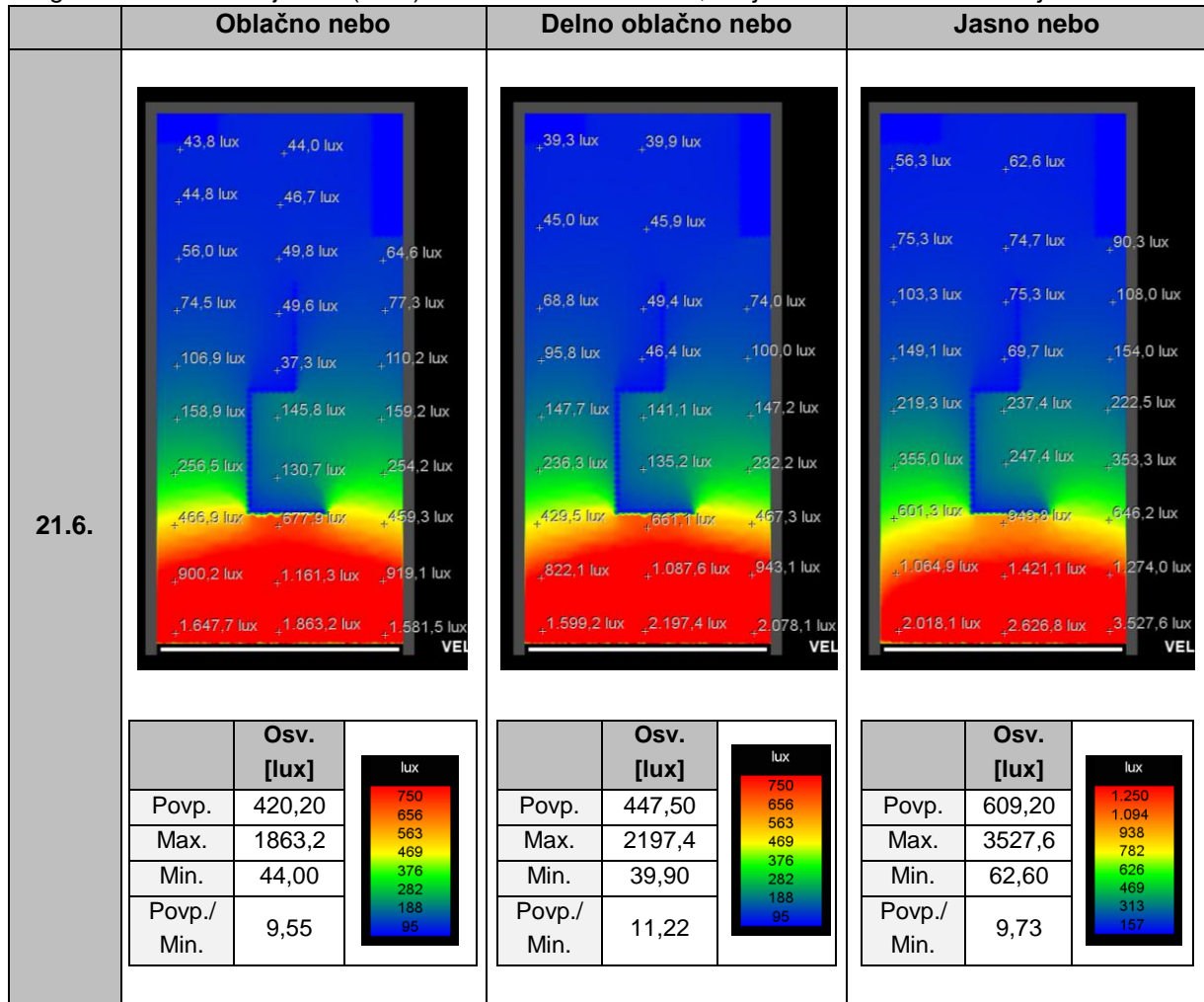
Preglednica 24: Osvetljenost (v lux) za dan 21.12. ob 12:00h, vključno z rezultati simulacije

	Oblačno nebo	Delno oblačno nebo	Jasno nebo																																				
21.12.																																							
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Osv. [lux]</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Povp.</td> <td>168,10</td> <td rowspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Max.</td> <td>740,50</td> </tr> <tr> <td>Min.</td> <td>17,40</td> </tr> <tr> <td>Povp./Min.</td> <td>9,66</td> </tr> </tbody> </table>		Osv. [lux]		Povp.	168,10		Max.	740,50	Min.	17,40	Povp./Min.	9,66	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Osv. [lux]</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Povp.</td> <td>196,00</td> <td rowspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Max.</td> <td>844,70</td> </tr> <tr> <td>Min.</td> <td>17,90</td> </tr> <tr> <td>Povp./Min.</td> <td>10,95</td> </tr> </tbody> </table>		Osv. [lux]		Povp.	196,00		Max.	844,70	Min.	17,90	Povp./Min.	10,95	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Osv. [lux]</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Povp.</td> <td>202,60</td> <td rowspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Max.</td> <td>781,30</td> </tr> <tr> <td>Min.</td> <td>19,80</td> </tr> <tr> <td>Povp./Min.</td> <td>10,23</td> </tr> </tbody> </table>		Osv. [lux]		Povp.	202,60		Max.	781,30	Min.	19,80	Povp./Min.	10,23
		Osv. [lux]																																					
	Povp.	168,10																																					
Max.	740,50																																						
Min.	17,40																																						
Povp./Min.	9,66																																						
	Osv. [lux]																																						
Povp.	196,00																																						
Max.	844,70																																						
Min.	17,90																																						
Povp./Min.	10,95																																						
	Osv. [lux]																																						
Povp.	202,60																																						
Max.	781,30																																						
Min.	19,80																																						
Povp./Min.	10,23																																						

Preglednica 25: Osvetljenost (v lux) za dan 21.3. oz. 21.9. ob 12:00h, vključno z rezultati simulacije



Preglednica 26: Osvetljenost (v lux) za dan 21.6. ob 12:00h, vključno z rezultati simulacije



Preglednica 27: Osvetljenosti za vse tri tipe neba in vse tri kritične dni ob 12:00h, v delavnem prostoru P_2

		TIP NEBA	OBLAČNO		
		Datum	21.12.	21.3./21.9.	21.6.
Osvetljenost [lux]	Povp.		168,10	286,70	420,20
	Max.		740,50	1276,10	1863,20
	Min.		17,40	30,50	44,00
	Povp./Min.		9,66	9,40	9,55
		TIP NEBA	DELNO OBLAČNO		
		Datum	21.12.	21.3./21.9.	21.6.
Osvetljenost [lux]	Povp.		196,00	351,10	447,50
	Max.		844,70	1576,20	2197,40
	Min.		17,90	29,40	39,90
	Povp./Min.		10,95	11,94	11,22
		TIP NEBA	JASNO		
		Datum	21.12.	21.3./21.9.	21.6.
Osvetljenost [lux]	Povp.		202,60	699,10	609,20
	Max.		781,30	5359,60	3527,60
	Min.		19,80	59,40	62,60
	Povp./Min.		10,23	11,77	9,73

$E_{pov} = 400 \text{ lux}$
 $KDS_{pov} = 5\%$
 $E_{pov}/E_{min} = 2/1$
 $KDS_{pov}/KDS_{min} = 3/1$
 $KDS_{min} = 2,5\%$
 Slika 14: Priporočila za osvetljenost delavnih prostorov [73]

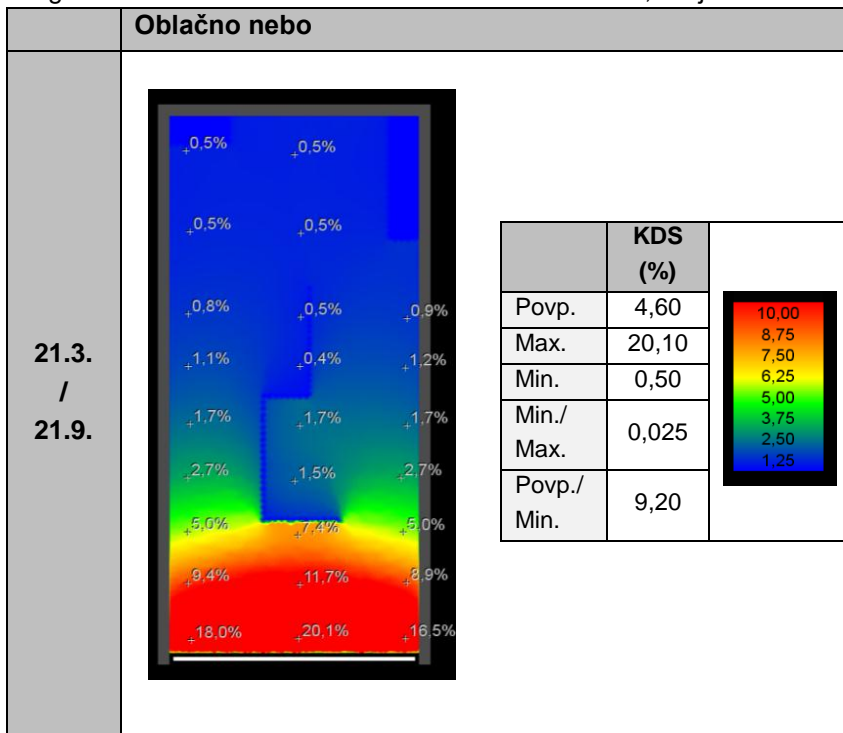
Osvetljenost je ob oknu velika (precej večja kot v P_1) vendar z globino prostora hitro pada. To je pričakovano saj je prostor (razmerje med višino in globino prostora je 1:2,55) precej globok glede na višino. Osvetljenost po širini pisarne je pretežno konstantna. Nekoliko odstopa le v bližini zasteklitve, kar pa je posledica okenskega okvirja. Na delovnem mestu – pisarniški mizi je osvetljenost tudi dokaj konstantna.

Osvetljenost prostora (povprečna, maksimalna in minimalna) je zelo podobna decembra pri vseh treh tipih neba. To je zaradi orientacije prostora. Pri oblačnem in delno oblačnem tipu neba je osvetljenost (povprečna, maksimalna in minimalna) decembra 60% manjša ter marca/septembra pa cca. 30% manjša kot junija. Pri jasnem tipu neba pa je osvetljenost (povprečna in maksimalna) marca/septembra celo večja kot junija, minimalni osvetljenosti pa sta si zelo podobni. To se zgodi zaradi JV orientiranosti prostora v povezavi v vpadnimi koti sončnih žarkov, ki so meseca marca/septembra nižji kot pa poleti. Najmanjše vrednosti so pričakovano v zimskem mesecu.

Iz zgornjih rezultatov, ki so prikazani v Preglednici 27 je razvidno, da je priporočena povprečna osvetljenost (400lux) dosežena pri jasnem nebu v poletnem in pomladanskem/jesenskem mesecu, ter junija pri oblačnem in delno oblačnem nebu. Drugje pa je neustrezna. Razmerje med Povp./Min. osvetljenostjo prostora ni ustrezno v nobenem primeru.

Junija in marca/septembra seže zadostna količina osvetljenosti prostora najdlje v prostor, pozimi pa malo manj. Zgornja ugotovitev velja za vse tri tipe neba.

Preglednica 28: Koeficient dnevne svetlobe ob 12:00h, vključno z rezultati simulacije



Preglednica 29: Koeficient dnevne svetlobe (KDS) ob 12:00h, v pisarni P_2

	TIP NEBA	Oblačno
	Datum	21.3./21.9.
KDS [%]	Povp.	4,6
	Max.	20,1
	Min.	0,5
	Min./Max.	0,025
	Povp./Min.	9,20

Vrednosti KDS, ki so prikazane v Preglednici 29, ne ustrezajo priporočljivim vrednostim. Neustrezne so tako minimalne kot tudi povprečne vrednosti KDS, neustrezno je tudi medsebojno razmerje Povp./Min. KDS. Povprečna vrednost KDS skoraj zadostuje zahtevam za javne objekte, ki znaša 5%. Minimalna vrednost KDS je za tovrstne objekte 2,5%.

Kvantitativno je prostor osvetljen zadovoljivo le v pasu med zunanjo steno in pisarniško mizo. Kvalitativno pa prostor ni najbolj primerno osvetljen, saj je osvetljenost po prostoru razporejena preveč neenakomerno (ob oknu zelo visoke vrednosti, ki naglo padajo z globino prostora).

Delavni prostor z oznako P_3

Obravnavan delavni prostor z oznako P_3 predstavlja pisarno v kleti 1, ki je na nivoju terena. Orientirana je na JZ strani obravnavanega objekta. Pisarna je namenjena enemu delovnemu mestu. Pogled iz pisarne je proti Ločenskemu mostu in objektu medicine dela.

Tlorisna gabarita pisarne sta 5,40 x 3,1m, svetla višina pa je 2,70m. Zunanja stena je v celotni širini pisarne in v pasu višine 1,80m zastekljena, od parapeta 0,90m pa vse do stropa. Parametri stavbnega pohištva so podani v prejšnjem poglavju.

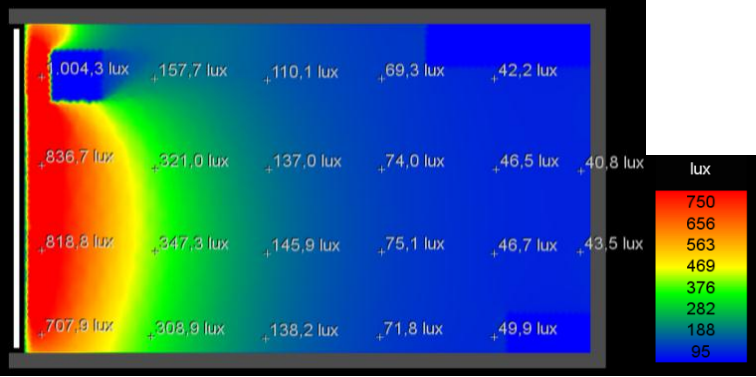
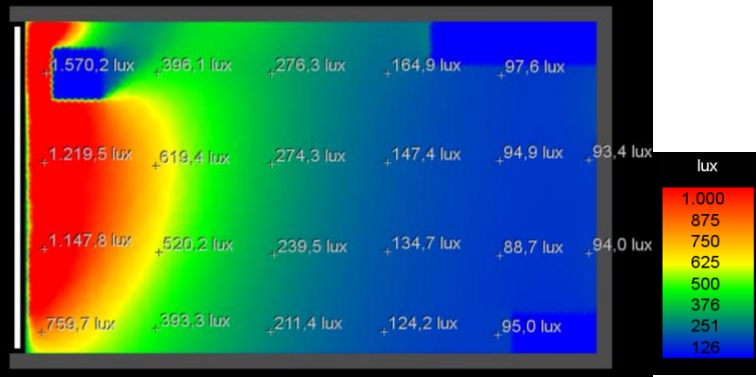
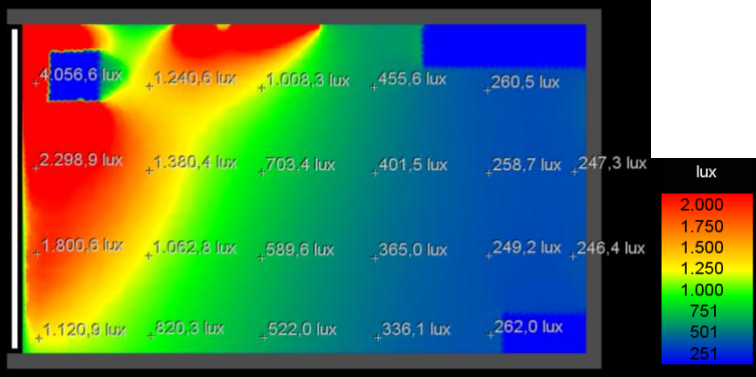
Pogled skozi zastekljene površine ni zastrt z ovirami. Slika 15 prikazuje modeliran prostor.



Slika 15: Prostor P_3 modeliran v računalniškem programu Velux Daylight Visualizer

V nadaljevanju so prikazani rezultati simulacije osvetljenosti prostora izvedene z računalniškim programom, za tri tipe neba v treh kritičnih dneh leta.

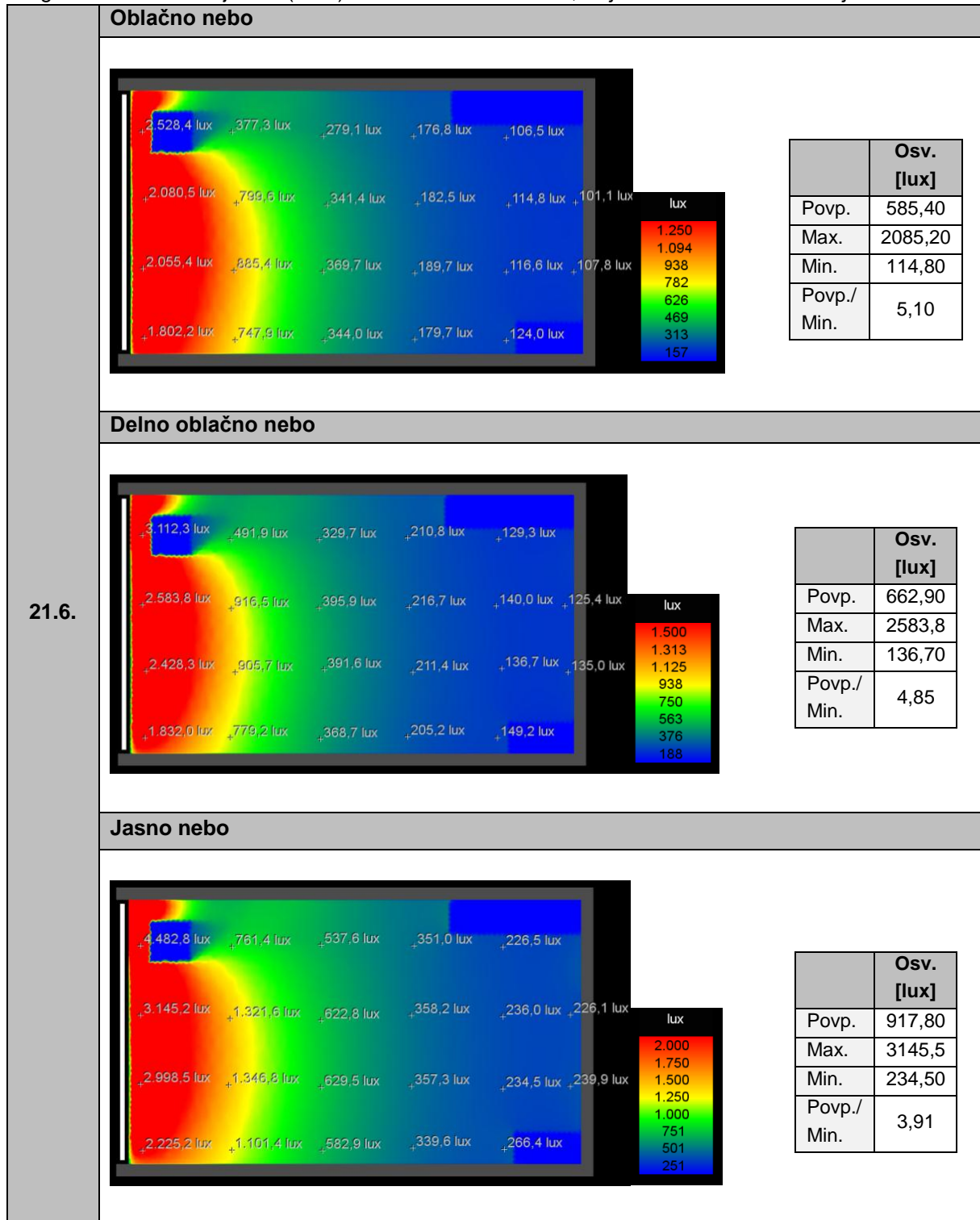
Preglednica 30: Osvetljenost (v lux) za dan 21.12. ob 12:00h, vključno z rezultati simulacije

		Oblačno nebo																					
21.12.		1.004,3 lux	157,7 lux	110,1 lux	69,3 lux	42,2 lux	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Osv. [lux]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Povp.</td> <td>229,70</td> </tr> <tr> <td>Max.</td> <td>836,70</td> </tr> <tr> <td>Min.</td> <td>46,50</td> </tr> <tr> <td>Povp./Min.</td> <td>4,94</td> </tr> </tbody> </table>		Osv. [lux]	Povp.	229,70	Max.	836,70	Min.	46,50	Povp./Min.	4,94	836,7 lux	321,0 lux	137,0 lux	74,0 lux	46,5 lux	40,8 lux
			Osv. [lux]																				
		Povp.	229,70																				
		Max.	836,70																				
Min.	46,50																						
Povp./Min.	4,94																						
818,8 lux	347,3 lux	145,9 lux	75,1 lux	46,7 lux	43,5 lux																		
707,9 lux	308,9 lux	138,2 lux	71,8 lux	49,9 lux																			
		Delno oblačno nebo																					
21.12.		1.570,2 lux	396,1 lux	276,3 lux	164,9 lux	97,6 lux	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Osv. [lux]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Povp.</td> <td>376,40</td> </tr> <tr> <td>Max.</td> <td>1219,1</td> </tr> <tr> <td>Min.</td> <td>88,70</td> </tr> <tr> <td>Povp./Min.</td> <td>4,24</td> </tr> </tbody> </table>		Osv. [lux]	Povp.	376,40	Max.	1219,1	Min.	88,70	Povp./Min.	4,24	1.219,5 lux	619,4 lux	274,3 lux	147,4 lux	94,9 lux	93,4 lux
			Osv. [lux]																				
		Povp.	376,40																				
		Max.	1219,1																				
Min.	88,70																						
Povp./Min.	4,24																						
1.147,8 lux	520,2 lux	239,5 lux	134,7 lux	88,7 lux	94,0 lux																		
756,7 lux	393,3 lux	211,4 lux	124,2 lux	95,0 lux																			
		Jasno nebo																					
21.12.		4.056,6 lux	1.240,6 lux	1.008,3 lux	455,6 lux	260,5 lux	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Osv. [lux]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Povp.</td> <td>848,30</td> </tr> <tr> <td>Max.</td> <td>2870,0</td> </tr> <tr> <td>Min.</td> <td>249,20</td> </tr> <tr> <td>Povp./Min.</td> <td>3,40</td> </tr> </tbody> </table>		Osv. [lux]	Povp.	848,30	Max.	2870,0	Min.	249,20	Povp./Min.	3,40	2.298,9 lux	1.380,4 lux	703,4 lux	401,5 lux	258,7 lux	247,3 lux
			Osv. [lux]																				
		Povp.	848,30																				
		Max.	2870,0																				
Min.	249,20																						
Povp./Min.	3,40																						
1.800,6 lux	1.062,3 lux	589,6 lux	365,0 lux	249,2 lux	246,4 lux																		
1.120,9 lux	820,3 lux	522,0 lux	336,1 lux	262,0 lux																			

Preglednica 31: Osvetljenost (v lux) za dan 21.3. oz. 21.9. ob 12:00h, vključno z rezultati simulacije

21.3. / 21.9.	Oblačno nebo		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Osv. [lux]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Povp.</td> <td>398,70</td> </tr> <tr> <td>Max.</td> <td>1429,8</td> </tr> <tr> <td>Min.</td> <td>79,50</td> </tr> <tr> <td>Povp./ Min.</td> <td>5,02</td> </tr> </tbody> </table>		Osv. [lux]	Povp.	398,70	Max.	1429,8	Min.	79,50	Povp./ Min.	5,02
		Osv. [lux]											
	Povp.	398,70											
Max.	1429,8												
Min.	79,50												
Povp./ Min.	5,02												
Delno oblačno nebo		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Osv. [lux]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Povp.</td> <td>591,00</td> </tr> <tr> <td>Max.</td> <td>2054,8</td> </tr> <tr> <td>Min.</td> <td>127,40</td> </tr> <tr> <td>Povp./ Min.</td> <td>4,63</td> </tr> </tbody> </table>		Osv. [lux]	Povp.	591,00	Max.	2054,8	Min.	127,40	Povp./ Min.	4,63	
	Osv. [lux]												
Povp.	591,00												
Max.	2054,8												
Min.	127,40												
Povp./ Min.	4,63												
Jasno nebo		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Osv. [lux]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Povp.</td> <td>1029,20</td> </tr> <tr> <td>Max.</td> <td>4239,50</td> </tr> <tr> <td>Min.</td> <td>255,50</td> </tr> <tr> <td>Povp./ Min.</td> <td>4,03</td> </tr> </tbody> </table>		Osv. [lux]	Povp.	1029,20	Max.	4239,50	Min.	255,50	Povp./ Min.	4,03	
	Osv. [lux]												
Povp.	1029,20												
Max.	4239,50												
Min.	255,50												
Povp./ Min.	4,03												

Preglednica 32: Osvetljenost (v lux) za dan 21.6. ob 12:00h, vključno z rezultati simulacije



Preglednica 33: Osvetljenosti za vse tri tipe neba in vse tri kritične dni ob 12:00h, v delavnem prostoru P_3

TIP NEBA		OBLAČNO		
Datum		21.12.	21.3./21.9.	21.6.
Osvetljenost [lux]	Povp.	229,70	398,70	585,40
	Max.	836,70	1429,80	2085,20
	Min.	46,50	79,50	114,80
	Povp./Min.	4,94	5,02	5,10
TIP NEBA		DELNO OBLAČNO		
Datum		21.12.	21.3./21.9.	21.6.
Osvetljenost [lux]	Povp.	376,40	591,00	662,90
	Max.	1219,10	2054,80	2583,80
	Min.	88,70	127,40	136,70
	Povp./Min.	4,24	4,64	4,85
TIP NEBA		JASNO		
Datum		21.12.	21.3./21.9.	21.6.
Osvetljenost [lux]	Povp.	848,30	1029,20	917,80
	Max.	2870,00	4239,50	3145,20
	Min.	249,20	255,50	234,50
	Povp./Min.	3,40	4,03	3,91

$E_{pov} = 400 \text{ lux}$
 $KDS_{pov} = 5\%$
 $E_{pov}/E_{min} = 2/1$
 $KDS_{pov}/KDS_{min} = 3/1$
 $KDS_{min} = 2,5\%$

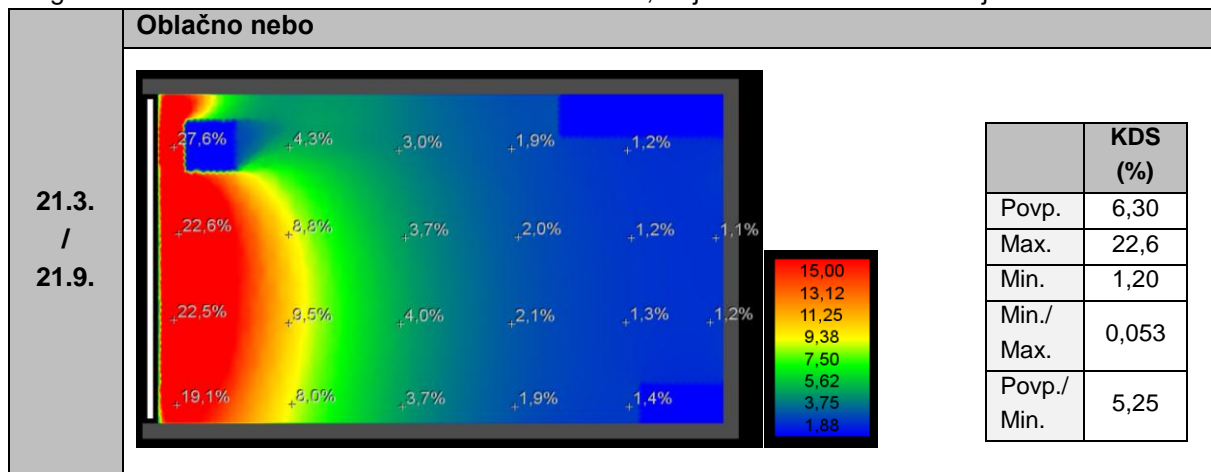
Slika 16: Priporočila za osvetljenost delavnih prostorov [73]

Osvetljenost je ob oknu dokaj velika vendar z globino prostora pada. To je pričakovano saj je prostor (razmerje med višino in globino prostora je 1:2) precej globok glede na višino. Osvetljenost po širini pisarne ni konstantna. Odstopanja so posledica stebra ob zasteklitvi in okenskega okvirja. Na delovnem mestu – pisarniški mizi osvetljenost ni konstantna saj se zmanjšuje z globino prostora.

Osvetljenost prostora (povprečna, maksimalna in minimalna) se decembra za oblačno in delno oblačno nebo razlikujeta za cca. 50% v prid oblačnega neba. Medtem pa jasno nebo izrazito odstopa 350 – 550% v primerjavi z oblačnim nebom. To je zaradi JZ orientacije prostora. Pri oblačnem in delno oblačnem tipu neba je osvetljenost (povprečna, maksimalna in minimalna) decembra 60% manjša, marca/septembra pa cca 35% manjša kot junija. Pri jasnem tipu neba pa je osvetljenost (povprečna in maksimalna) marca/septembra celo večja kot junija, minimalni osvetljenosti pa sta si zelo podobni. Najmanjše vrednosti so pričakovano v zimskem mesecu.

Iz zgornjih rezultatov, ki so prikazani v Preglednici 33 je razvidno, da je priporočena povprečna osvetljenost (400lux) dosežena pri jasnem nebu v poletnem in pomladanskem/jesenskem mesecu, ter marca/septembra in junija pri oblačnem in delno oblačnem nebu. Drugje pa je neustrezna. Razmerje med Povp./Min. osvetljenostjo prostora ni ustrezno v nobenem primeru. Junija in marca/septembra seže zadostna količina osvetljenosti prostora najdlje v prostor, pozimi pa malo manj. Zgornja ugotovitev velja za vse tri tipe neba.

Preglednica 34: Koeficient dnevne svetlobe ob 12:00h, vključno z rezultati simulacije



Preglednica 35: Koeficient dnevne svetlobe (KDS) ob 12:00h, v pisarni P_3

	TIP NEBA	Oblačno
	Datum	21.3./21.9.
KDS [%]	Povp.	6,3
	Max.	22,6
	Min.	1,2
	Min./Max.	0,053
	Povp./Min.	5,25

Vrednosti KDS, ki so prikazane v Preglednici 35 ne ustrezajo v celoti priporočljivim vrednostim. Neustrezne so minimalne vrednosti KDS in neustrezno je tudi medsebojno razmerje Povp./Min. KDS. Povprečna vrednost KDS zadostuje zahtevam za javne objekte, ki znaša 5%. Minimalna vrednost KDS je za tovrstne objekte 2,5%.

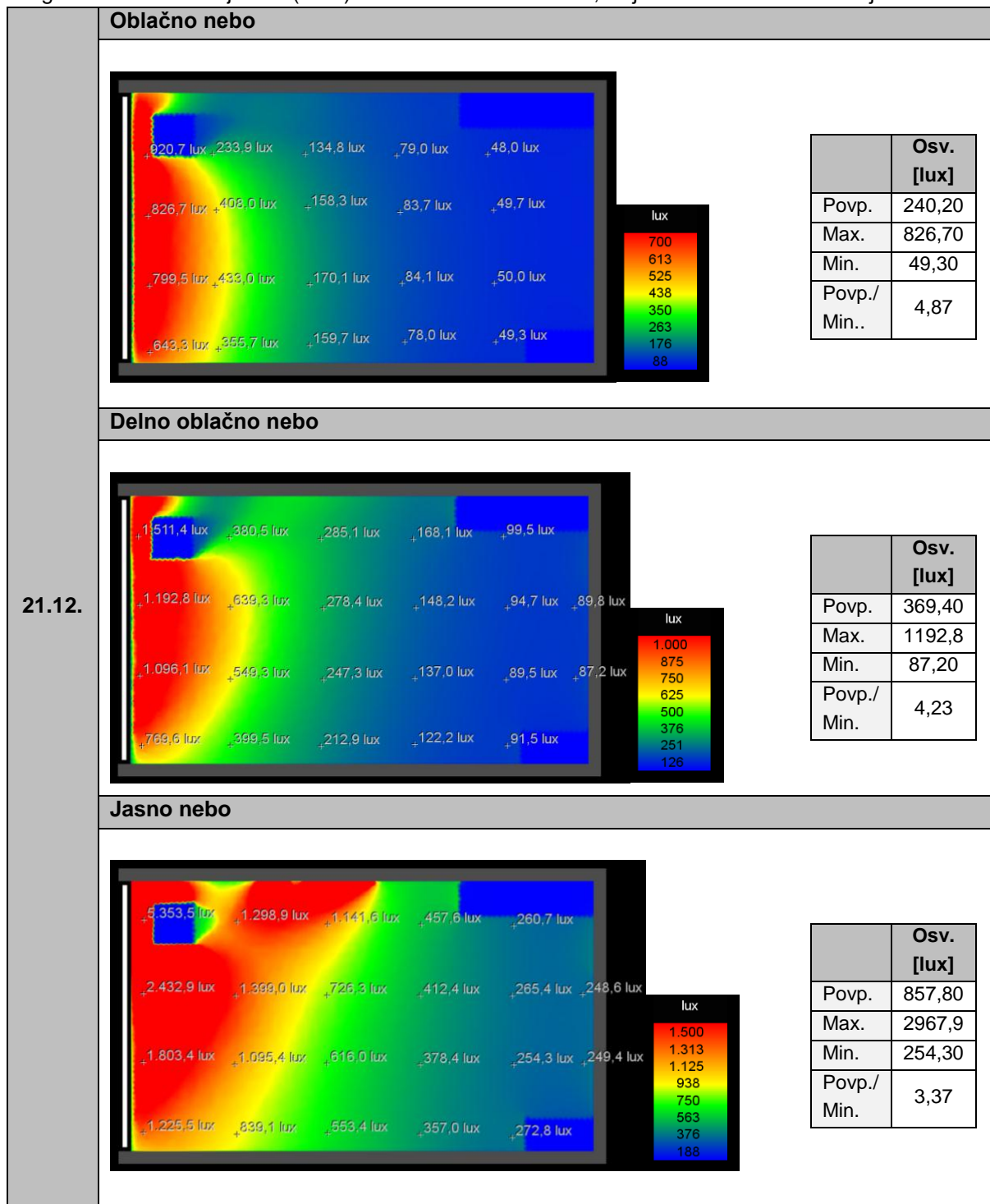
Kvantitativno je prostor osvetljen zadovoljivo le v pasu med zunanjo steno in pisarniško mizo. Kvalitativno pa prostor ni najbolj primerno osvetljen, saj je osvetljenost po prostoru razporejena preveč neenakomerno (ob oknu zelo visoke vrednosti, ki naglo padajo z globino prostora).

Delavni prostor z oznako P_4

Pri delavnem prostoru P_4 gre za identičen prostor prostoru P_3, z enako orientacijo, le da se nahaja v 4. nadstropju. Torej, orientirana je na JZ strani obravnavanega objekta. Pisarna je namenjena enemu delovnemu mestu. Pogled iz pisarne je proti Ločenskemu mostu in objektu medicine dela.

Tlorisna gabarita pisarne sta 5,40 x 3,18m, svetla višina pa je 2,70m. Zunanja stena je v celotni širini pisarne in v pasu višine 1,80m zastekljena, od parapeta 0,90m pa vse do stropa. Parametri stavbnega pohištva so podani v prejšnjem poglavju.

Preglednica 36: Osvetljenost (v lux) za dan 21.12. ob 12:00h, vključno z rezultati simulacije



Preglednica 37: Osvetljenost (v lux) za dan 21.3. oz. 21.9. ob 12:00h, vključno z rezultati simulacije

		Oblačno nebo										
21.3. / 21.9.		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Osv. [lux]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Povp.</td> <td>395,30</td> </tr> <tr> <td>Max.</td> <td>1722,7</td> </tr> <tr> <td>Min.</td> <td>96,80</td> </tr> <tr> <td>Povp./ Min.</td> <td>4,08</td> </tr> </tbody> </table>		Osv. [lux]	Povp.	395,30	Max.	1722,7	Min.	96,80	Povp./ Min.	4,08
			Osv. [lux]									
		Povp.	395,30									
		Max.	1722,7									
		Min.	96,80									
	Povp./ Min.	4,08										
	<p>Delno oblačno nebo</p>											
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Osv. [lux]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Povp.</td> <td>586,90</td> </tr> <tr> <td>Max.</td> <td>2063,5</td> </tr> <tr> <td>Min.</td> <td>120,20</td> </tr> <tr> <td>Povp./ Min.</td> <td>4,88</td> </tr> </tbody> </table>		Osv. [lux]	Povp.	586,90	Max.	2063,5	Min.	120,20	Povp./ Min.	4,88
			Osv. [lux]									
		Povp.	586,90									
		Max.	2063,5									
		Min.	120,20									
Povp./ Min.	4,88											
<p>Jasno nebo</p>												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Osv. [lux]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Povp.</td> <td>1052,5</td> </tr> <tr> <td>Max.</td> <td>4494,4</td> </tr> <tr> <td>Min.</td> <td>270,20</td> </tr> <tr> <td>Povp./ Min.</td> <td>3,90</td> </tr> </tbody> </table>		Osv. [lux]	Povp.	1052,5	Max.	4494,4	Min.	270,20	Povp./ Min.	3,90	
		Osv. [lux]										
	Povp.	1052,5										
	Max.	4494,4										
	Min.	270,20										
Povp./ Min.	3,90											

Preglednica 38: Osvetljenost (v lux) za dan 21.6. ob 12:00h, vključno z rezultati simulacije

21.6.	Oblačno nebo		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Osv. [lux]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Povp.</td> <td>579,90</td> </tr> <tr> <td>Max.</td> <td>2061,2</td> </tr> <tr> <td>Min.</td> <td>112,7</td> </tr> <tr> <td>Povp./Min.</td> <td>5,15</td> </tr> </tbody> </table>		Osv. [lux]	Povp.	579,90	Max.	2061,2	Min.	112,7	Povp./Min.	5,15
		Osv. [lux]											
	Povp.	579,90											
Max.	2061,2												
Min.	112,7												
Povp./Min.	5,15												
Delno oblačno nebo		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Osv. [lux]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Povp.</td> <td>652,30</td> </tr> <tr> <td>Max.</td> <td>2570,9</td> </tr> <tr> <td>Min.</td> <td>138,60</td> </tr> <tr> <td>Povp./Min.</td> <td>4,71</td> </tr> </tbody> </table>		Osv. [lux]	Povp.	652,30	Max.	2570,9	Min.	138,60	Povp./Min.	4,71	
	Osv. [lux]												
Povp.	652,30												
Max.	2570,9												
Min.	138,60												
Povp./Min.	4,71												
Jasno nebo		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Osv. [lux]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Povp.</td> <td>919,70</td> </tr> <tr> <td>Max.</td> <td>3146,7</td> </tr> <tr> <td>Min.</td> <td>238,70</td> </tr> <tr> <td>Povp./Min.</td> <td>3,85</td> </tr> </tbody> </table>		Osv. [lux]	Povp.	919,70	Max.	3146,7	Min.	238,70	Povp./Min.	3,85	
	Osv. [lux]												
Povp.	919,70												
Max.	3146,7												
Min.	238,70												
Povp./Min.	3,85												

Preglednica 39: Osvetljenosti za vse tri tipe neba in vse tri kritične dni ob 12:00h, v delavnem prostoru P_4

		TIP NEBA	OBLAČNO		
		Datum	21.12.	21.3./21.9.	21.6.
Osvetljenost [lux]	Povp.		240,20	395,30	579,90
	Max.		826,70	1722,70	2061,20
	Min.		49,30	96,80	112,70
	Povp./Min.		4,87	4,08	5,15
		TIP NEBA	DELNO OBLAČNO		
		Datum	21.12.	21.3./21.9.	21.6.
Osvetljenost [lux]	Povp.		369,4	586,9	652,3
	Max.		1192,8	2063,5	2570,9
	Min.		87,2	120,2	138,6
	Povp./Min.		4,24	4,90	4,71
		TIP NEBA	JASNO		
		Datum	21.12.	21.3./21.9.	21.6.
Osvetljenost [lux]	Povp.		857,80	1052,50	919,70
	Max.		2967,90	4494,40	3146,70
	Min.		254,30	270,20	238,70
	Povp./Min.		3,37	3,90	3,85

$$E_{pov} = 400 \text{ lux}$$

$$KDS_{pov} = 5\%$$

$$E_{pov}/E_{min} = 2/1$$

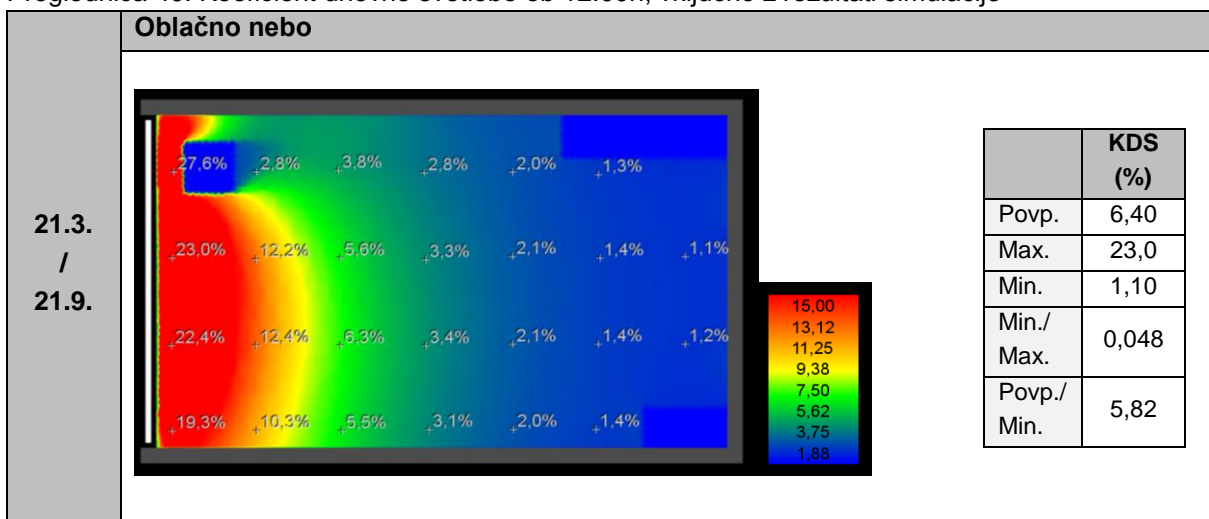
$$KDS_{pov}/KDS_{min} = 3/1$$

$$KDS_{min} = 2,5\%$$

Slika 17: Priporočila za osvetljenost delavnih prostorov [73]

Pridobljeni rezultati osvetljenosti, ki so prikazani v Preglednici 39, so skorajda enaki rezultatom pridobljenih iz analize delovnega prostora P_3. Razlog enakih rezultatov je ta, da je prostor enako orientiran in zunanje ovire ne povzročajo vpliva na osvetljenost v obravnavanih pisarnah na jugo-zahodni strani stavbe.

Preglednica 40: Koeficient dnevne svetlobe ob 12:00h, vključno z rezultati simulacije



Preglednica 41: Koeficient dnevne svetlobe (KDS) ob 12:00h, v pisarni P_4

	TIP NEBA	Oblačno
	Datum	21.3./21.9.
KDS [%]	Povp.	6,4
	Max.	23,0
	Min.	1,1
	Min./Max.	0,048
	Povp./Min.	5,82

Vrednosti KDS, ki so prikazane v Preglednici 41, ne ustrezajo v celoti priporočljivim vrednostim. Neustrezne so minimalne vrednosti KDS in neustrezno je tudi medsebojno razmerje. Če primerjamo prostor P_4 in P_3 so vse vrednosti približno enake, nekoliko so KDS vrednosti večje pri P_4. Nekoliko opaznejša razlika je le pri razmerju med Povp./Min. KDS in je v primerjavi z delavnim prostorom P_3 v kleti 1 za 15% večji. Povprečna vrednost KDS zadostuje zahtevam za javne objekte, ki znaša 5%. Minimalna vrednost KDS je za tovrstne objekte 2,5%.

Analiza osvetljenosti prostorov je pokazala, da je osvetljenost večino časa nezadostna. Priporočene povprečne osvetljenosti (400lux) so večinoma dosežene samo na JV in JZ strani stavbe pri vseh tipih neba v pomladanskem/jesenskem in poletnem kitičnem dnevu. Pozimi je osvetljenost neustrezna. Kar pa se tiče razmerij med povprečno in minimalno osvetljenostjo, ta nikoli niso ustrezna. Lahko se pojavlja prevelik kontrast in bleščanje. Ustrezna ni niti distribucija svetlobe v prostor, saj je osvetljenost ob oknu zelo velika vendar z globino prostora hitro pada. Podobne ugotovitve so tudi pri vrednostih KDS, s katerim merimo kvantiteto dnevne naravne svetlobe. Kot sem že ugotovil in velja v splošnem za obravnavano stavbo je, da so prostori kvantitativno zadovoljivo osvetljeni le v ozkem pasu med zunanjo steno in pisarniški mizami. Kvalitativno pa prostori niso najbolj primerno osvetljeni, saj je osvetljenost po prostoru razporejena preveč neenakomerno.

Osvetljenost prostorov bi bilo mogoče izboljšati, če bi uporabili: okna s še večjim T_v faktorjem, bi bile površine v prostorih bolj reflektivne, bi uporabili svetlobne police in bi uporabili senčila, ki bi difuzirala sončno svetlobo. Osvetljenost bi se dalo izboljšati tudi z ustrežnejšo geometrijo prostorov, saj bi bili ti lahko nekoliko višji ali pa manj globoki, pojavi pa se vprašanje o smiselnosti takega posega; pridobitve napram nastalim stroškom. Zasnova okenskih odprtin je dobra. Kar pa se tiče same oblike pisarniške opreme, bi dal pripombo na nekatere nekoliko slabo oblikovane pisarniške mize, ki senčijo same sebe.

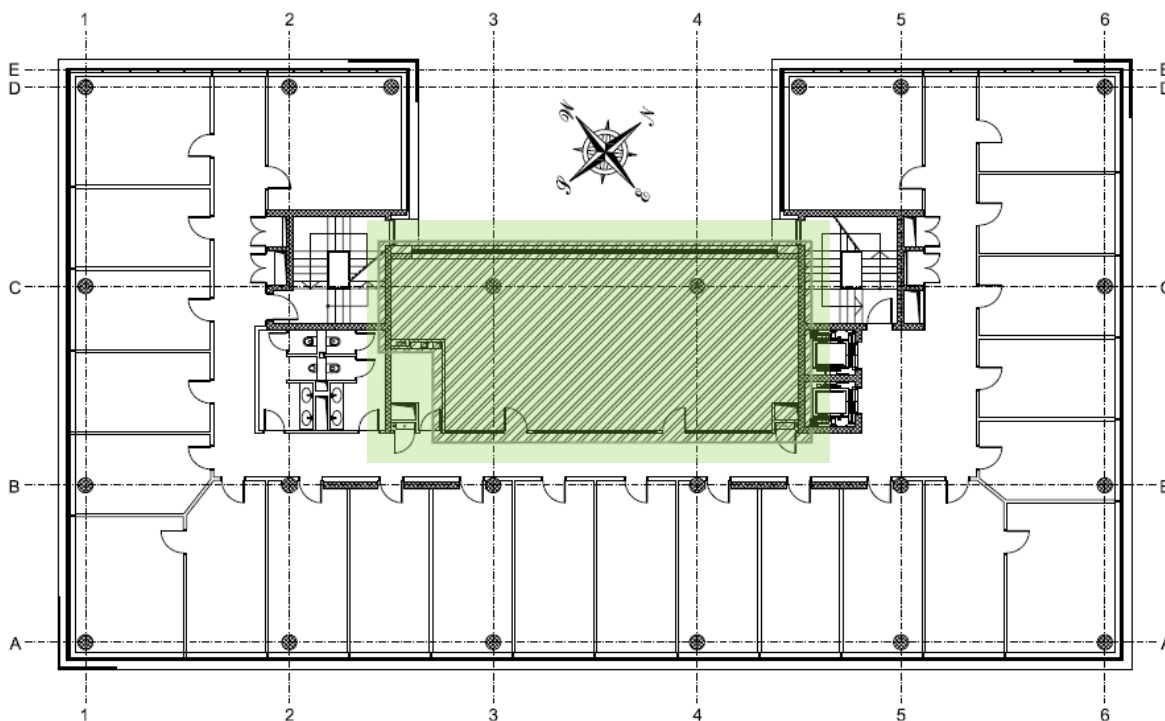
Mislím, da je kljub vsem ugotovitvam, naravna osvetljenost v obravnavanih prostorih zadovoljiva in bi težko dosegel boljše rezultate brez večjih posegov. Načeloma v prostor dobimo dovolj svetlobe, ki pa ni najboljše razporejena. Če upoštevamo, da se delovni procesi odvijajo bližje

oknu in zadnji del pisarn praktično ni namenjen aktivnemu delu se tako "popravi" tudi kvaliteta naravne osvetljenosti.

5.2.2 Hrup na delovnem mestu

Za namen obravnave zaščite pred hrupom v stavbah sem za analizo izbral pisarno, oceanskega tipa, tlorisne velikosti $103,12\text{m}^2$ in višine $2,75\text{m}$ (Slika 19), katera se nahaja v četrtem nadstropju obravnavane upravne stavbe podjetja Krka d.d. Pisarna je orientirana na SZ strani objekta, proti regionalni Šmarješki cesti, katera predstavlja potencialni vir hrupa iz zunanosti. Na drugi strani obravnavana pisarna meji na dva dvigalna jaška, katera sta ravno tako potencialna vira hrupa.

V obravnavani pisarni je predvidenih osem delovnih mest. Delo, ki naj bi se opravljalo v njih bo predvsem administrativno. Ker se lahko v prostoru istočasno zadržuje in dela osem ljudi je potrebno zagotoviti optimalno zvočno klimo in udobje.



Slika 18: Izbran prostor v obravnavanem objektu za analizo zvočne klime

Na izbranem prostoru bom izvedel izračune zaščite pred hrupom v stavbah za zahtevano varstvo pred:

- zunanjim hrupom (promet),
- hrup, ki po zraku prihaja iz drugih prostorov,
- udarnim hrupom, ki se iz drugih prostorov prenaša preko konstrukcije.

Vhodni podatki

Obravnavana pisarna je ortogonalne oblike. Tlorisne dimenzije prostora so 16,4m x 6,9m. Mejna površina prostora proti zunanosti znaša 44,3m², od tega je 28,0m² steklenih površin, mejna površina prostora proti prostoru druge namembnosti meri 34,1m² (steklena stena), velikost mejne površine med obravnavanim prostorom in prostorom z manj hrupno strojnico pa znaša 9,85m². Ker v komercialnem računalniškem programu URSA FRAGMAT - Akustika ni mogoče modelirati prostorov, ki niso pravokotni, sem v modelu upošteval nadomestno, pravokotno geometrijo, ki pa vseeno upošteva prave velikosti mejnih površin s sosednjimi prostori/zunanostjo. Pri vnašanju podatkov o konstrukcijskih sklopih sem, zaradi pomanjkljivega nabora materialov in debelin, upošteval podobne oz. primerljive podatke. Sestave konstrukcijskih sklopov mejnih površin obravnavanega prostora so prikazane v Preglednici 42.

Preglednica 42: Sestave konstrukcijskih sklopov mejnih površin obravnavanega prostora

Konstrukcijski sklop	Sestava	Dimenzije(enota)
Tla	<ul style="list-style-type: none"> - tekstilna talna obloga - armiran betonski estrih - ločilni sloj PE folija - akustična in toplotna izolacija: kamena volna, - AB plošča 	1,0cm 6,0cm 3,0cm 25,0cm
Zunanja stena - fasada s kerrock oblogo	<ul style="list-style-type: none"> - fasadna kerrock, na utrditveni podlogi iz alu profilov - prezračevan zračni sloj - toplotna izolacija: kamena volna - AB stena 	1,0cm 9-31cm 18,0cm 25,0cm
Streha	<ul style="list-style-type: none"> - zaščita HI s prodcem - filtrski sloj- poliestrski filc - toplotna izolacija: ekstrudirani polistiren - hidroizolacija: visokopolimerna tesnilna sintetična folija - toplotna izolacija: kamena volna ekstrudirani polistiren - naklon izveden z naklonsko ploščo iz XPS - parna zapora: večplastna samolepilna bitumenska folija - AB plošča - zračni sloj - obloga-spuščen stop 	6,0cm 5,0cm 8,0cm 10,0cm 1,0-17,0cm 25,0cm 17,0cm 3,0cm
Notranja stena proti hodniku	<ul style="list-style-type: none"> - lepljeno steklo 	1,2cm
Notranja stena proti ostalim prostorom	<ul style="list-style-type: none"> - AB stena 	25,0cm

»Se nadaljuje...«

»...nadaljevanje«	
Okna	<ul style="list-style-type: none"> - Oznaka stekla: RX WARM 1,1WE; $U_g=1,10\text{W/m}^2\text{K}$; $LT=78\%$; $g=59\%$ - Sestava stekla: 6 float (steklo)+16 tgi argon (medstekelni prostor)+6 low-e (steklo) - Okvir: Alu - Schüco AWS 75.SI; $U_f = 1,3\text{W/m}^2\text{K}$ - Distančnik: Tgi (PVC)

Obravnavana stavba se nahaja na območju III. stopnje varstva pred hrupom po tehnični smernici TSG-05 [17]. Pri izračunu zvočne izolacije zunanjih ločilnih elementov stavbe bom upošteval splošne okoljske mejne ravni zunanjega hrupa, glede na občutljivost za škodljive učinke hrupa, ki znaša za III. območje varstva pred hrupom $L_{\text{dan}} = 60\text{dB(A)}$ [17].

Hrup v varovanih poslovnih prostorih stavbe, v posameznem obdobju dneva, ne sme presežati mejnih ekvivalentnih ravni hrupa L_{Aeq} , ki so navedene v Preglednici 43.

Preglednica 43: Mejne vrednosti ekvivalentnih ravni hrupa L_{Aeq} dB(A) za namembnost izbranega prostora [17]

Namembnost prostora	Mjerne vrednosti ekvivalentnih ravni hrupa L_{Aeq} dB(A)		
	dan	večer	noč ²
Učilnice, predavalnice, delovni in študijski kabineti, knjižnice, čitalnice ipd.	35	35	35

¹ Mejne ravni hrupa se nanašajo na opremljene prostore in standardno absorpcijo

² Ekvivalentna raven hrupa v nočnem času se nanaša na tisto uro, ko je hrup največji

Rezultati analize

V nadaljevanju so prikazani rezultati analize zvočnega okolja izbranega prostora - pisarne, ki sem jo izvedel s pomočjo komercialnega računalniškega programa URSA FRAGMAT - Akustika. Analiza obsega izračune zaščite pred hrupom v stavbah - zunanjim hrupom (promet), hrupom, ki po zraku prihaja iz drugih prostorov in udarnim hrupom, ki se iz drugih prostorov prenaša preko konstrukcije.

Iz Preglednice 44 je razvidno, da je zvočna izolirnost zunanje ločilne konstrukcije ustrezna in mejna raven hrupa, ki nastaja v obravnavanem prostoru zaradi zunanjega hrupa, ni presežena, kljub temu, da ima stena proti zunanosti veliko steklenih površin (63%), ki predstavljajo oslabitev glede na ostalo steno. Zvočno izolirnost zunanje ločilne konstrukcije bi lahko še nekoliko izboljšali z vgraditvijo oken z boljšo zvočno izolirnostjo.

Preglednica 44: Rezultati analize izolirnosti zunanjih ločilnih elementov

Namembnost prostora	Mejna raven hrupa L_{notri} (dB)	Izračunana zvočna izolirnost $R'_{wf}+C_{tr}$ (dB)
Pisarna	25	30

Rezultati analize zaščite pred hrupom, ki po zraku prihaja iz drugih prostorov in udarnim hrupom, ki se iz drugih prostorov prenaša preko konstrukcije so pokazali (Preglednica 45), da je zvočna izoliranost notranjih ločilnih elementov neustrezna. Vzrok za to je v obeh primerih predvsem steklena stena med obravnavanim prostorom in hodnikom. Rešitev bi torej bila zamenjava steklene stene z masivno. Ostali prostori po celotni stavbi, ki zavzemajo veliko večino celotne stavbe v celoti ustrezajo vsem zahtevam glede izoliranostjo pred hrupom. Neugodni rezultati obravnavane pisarne so izključno zaradi njene zasnove (velike zastekljene površine proti hodniku) a ima mogoče takšna zasnova pozitiven vpliv na samo uporabnikov; veliki odprti prostori, boljša vizualna komunikacija z okolico.

Preglednica 45: Rezultati analize izolirnosti notranjih ločilnih elementov

Notranji ločilni element	Min. zvočna izolirnost R'_w (dB)	Izračunana zvočna izolirnost R'_w (dB)
Stena med deli stavb različne namembnosti in prostori različnih uporabnikov	52	30
Stena proti manj hrupni strojnici	57	54

	V skladu z zahtevami iz TSG-1-005:2012 [17]
	Ni v skladu z zahtevami iz TSG-1-005:2012 [17]

TSG5 [17], ki obravnava zaščito pred hrupom v stavbah predlaga protihrupne posege na samem viru hrupa, kateri najbolj pripomorejo k zmanjšanju ravni hrupa. Tem ukrepom za znižanje hrupa s posegi pri viru imenujemo primarni ukrepi. Ukrepe, s katerimi posegamo na poti prenosa zvoka od vira k izpostavljenemu prostoru se imenujejo sekundarni ukrepi. V praksi se lahko izkaže, da so ti ukrepi nepraktični, smiselni pa so npr. ojačitve zvočnih izolacij ločilnih konstrukcij. Ukrepe, katere lahko izvedemo v izpostavljenem prostoru in so le redko učinkoviti imenujemo terciarni ukrepi in se uporabljajo kot začasni ukrep ali izhod v sili.

Ukrepe za zmanjšanje hrupa delimo na primarne, sekundarne in terciarne in si sledijo po prednostnem vrstnem redu [31], [17], kot je prikazano v Preglednici 46.

Preglednica 46: Ukrepi za zmanjšanje hrupa [17]

Prednostni vrstni red	Vrsta protihrupnih ukrepov	Ukrepi
1.	PRIMARNI UKREP znižanje ravni hrupa pri viru	<ul style="list-style-type: none"> - izbira obratovalne opreme, - akustične karakteristike naprave (emisijska raven zvočnega tlaka in element zvočne moči), - znižanje hitrosti, izboljšava površinske kakovosti, posegi na ventilih, izogibanje ostrim kolenom (aerodinamični in hidrodinamični hrup), - dušilniki: disipacijski, reaktivni, ekspanzijski (aerodinamični, hidrodinamični hrup), - elastična podpora (preprečitev prenosa vibracij na gradbene konstrukcije), - dušilnik zvoka (zmanjšanje prenosa hrupa ventilatorja)
2.	SEKUNDARNI UKREPI ukrepi za znižanje ravni hrupa na poti razširjanja	<ul style="list-style-type: none"> - ukrepi temeljijo na principih interference, absorpcije in odboja zvoka, - lokacija hrupnega vira na čim večji oddaljenosti od za hrup občutljiva mesta, - uporaba protihrupnih kabin (možnost uporabe zvočno absorpcijskih materialov, poslabšanje osvetljenosti, otežen dostop, sproščanje in odvajanje toplote, ...), - uporaba pregrad, absorberjev
3.	TERCIARNI UKREPI ukrepi v izpostavljenem prostoru	<ul style="list-style-type: none"> - osebna varovalna oprema (kombinacija s primarnimi in sekundarnimi ukrepi), - kroženje delavca med delavnikom med stroji, - začasni ukrep ali izhod v sili

Analiza hrupa na delovnem mestu je pokazala, da je zvočna izolirnost zunanje ločilne konstrukcije ustrezna, med tem ko je zvočna izolirnost notranjih ločilnih elementov neustrezna. Neustrezna je tako stena med deli stavb različne namembnosti in prostori različnih uporabnikov, kot tudi stena proti manj hrupni strojnici. Prvi problem nastane zaradi ločilne stene, ki je steklena. Rešitev bi bila torej edino zamenjava steklene stene z masivno ali lahko predelno steno. Drugi problem pa nastane zaradi kombinacija hrupne stojnice in steklene stene. To bi lahko rešili dokaj enostavno, če bi naprave v strojnici namestili na elastično podlago (Preglednica 13).

5.2.3 Toplotni mostovi

TSG4 [15] zahteva, da je potrebno stavbe projektirati in graditi tako, da je vpliv toplotnih mostov na letno potrebo po energiji za ogrevanje in hlajenje čim manjši in da toplotni mostovi ne povzročajo škode stavbi ali njenim uporabnikom. Njihov vpliv je potrebno upoštevati pri računu energetske bilance stavbe po standardih SIST EN ISO 13789, SIST EN ISO 14683 oziroma SIST EN ISO 10211. Če imajo vsi toplotni mostovi v stavbi linijsko toplotno prehodnost $\psi < 0,2\text{W/mK}$ (standard SIST EN ISO 14683, tabela 2), se lahko njihov vpliv upošteva na poenostavljen način, s povečanjem toplotne prehodnosti celotnega ovoja stavbe za $0,06\text{W/m}^2\text{K}$. Če prej naveden pogoj ni izpolnjen, je potrebno z ukrepi v skladu z zadnjim stanjem gradbene tehnike popraviti načrtovane detajle, če pa to ni mogoče, je treba dokazati, da vodna para na mestih toplotnih mostov ne bo kondenzirala.

Obravnavana stavba je zasnovana tako, da se toplotni mostovi ne pojavljajo oz. so minimalnih vrednosti. Kljub taki zasnovi sem preveril nekaj najznačilnejših in najpogostejših pozicij, kjer se lahko pojavljajo linijski toplotni mostovi.

Velikost linijskih toplotnih mostov oz. linijsko toplotno prehodnost ψ , sem odčital iz atlasa toplotnih mostov [79].

Analizo toplotnih mostov oz. toplotnega polja sem opravil s počjo računalniškega programa THERM. Program omogoča 2D analizo toplotnega polja in toplotnega toka pri stacionarnih pogojih skozi poljuben del stavbnega ovoja. Z opravljeno analizo, sem se prepričal o ustreznih rešitvah izvedbe fasadnega ovoja. Preveril sem tudi verjetnost za nastanek kondenzacije na notranjih površinah.

Na stavbi sem preveril tri značilne konstrukcijske detajle in sicer:

- detajl atike,
- detajl križanja medetažne plošče in zunanje stene z oknom,
- detajl križanja plošče nad parkirno hišo in zunanjo steno.

Sestava konstrukcijskih sklopov obravnavane stavbe je prikazana v Preglednici11.

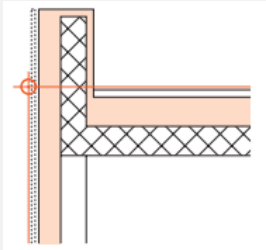
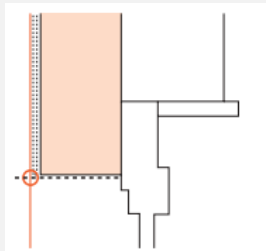
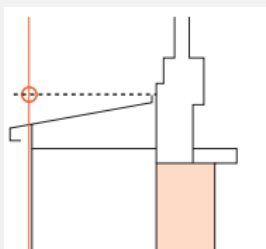
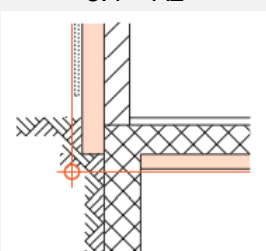
Preglednica 47: Sestava tipičnih konstrukcijskih sklopov obravnavane stavbe

Konstrukcijski sklop	Sestava	Dimenzije(enota)
Plošča nad parkirno hišo oz. kletjo 2 ($U_i=0,211 \text{ W/m}^2\text{K}$)	<ul style="list-style-type: none"> - tekstilna talna obloga - armiran betonski estrih - ločilni sloj PE folija - akustična in toplotna izolacija: kamena volna, $\lambda_D = 0,037\text{W/mK}$ - AB plošča - toplotna izolacija in absorber zvoka: večslojne izolacijske plošče z jedrom iz kamene volne, $\lambda_D = 0,038\text{W/mK}$ 	1,0cm 6,0cm 3,0cm 25,0cm 12,5cm
Zunanja stena - fasada s kerrock oblogo ($U_i=0,173 \text{ W/m}^2\text{K}$)	<ul style="list-style-type: none"> - fasadna kerrock oblogana utrditveni podlogi iz alu profilov - prezračevan zračni sloj - toplotna izolacija: kamena volna, $\lambda_D = 0,035 \text{ W/mK}$ - AB stena 	1,0cm 9-31cm 18,0cm 25,0cm
Streha ($U_i=0,164\text{W/m}^2\text{K}$)	<ul style="list-style-type: none"> - prane betonske plošče - prani pesek \varnothing 4-8mm - filterski sloj- poliestrski filc na osnovi PP 140g/m^2 - toplotna izolacija: ekstrudiranipolistiren $\lambda_D = 0.035\text{W/mK}$ - hidroizolacija: visokopolimerna tesnilna sintetična folija - toplotna izolacija: kamena volna, $\lambda_D = 0.040\text{W/mK}$ - naklon izveden z naklonsko ploščo iz XPS - parna zapora: večplastna samolepilna folija na osnovi s polimeri modificiranega bitumna - AB plošča 	4,0cm 4,0cm 10,0cm 1,8mm 8,0cm 1-4cm 25,0cm
Okna	<ul style="list-style-type: none"> - Oznaka stekla: RX WARM 1,1WE; $U_g=1,10\text{W/m}^2\text{K}$; LT=78%; g=59% - Sestava stekla: 6 float (steklo)+16 tgi argon (medstekelni prostor)+6 low-e (steklo) - Okvir: Alu - Schüco AWS 75.SI; $U_f = 1,3\text{W/m}^2\text{K}$ - Distančnik: Alu 	

Iz atlasa toplotnih mostov [79] sem odčital približke za linearno toplotno prevodnost Ψ , za elemente na stavbnem ovoju in so prikazani v Preglednici 48. Te potrebujem za izračun toplotne analize stavbe z računalniškim programom TOST [86].

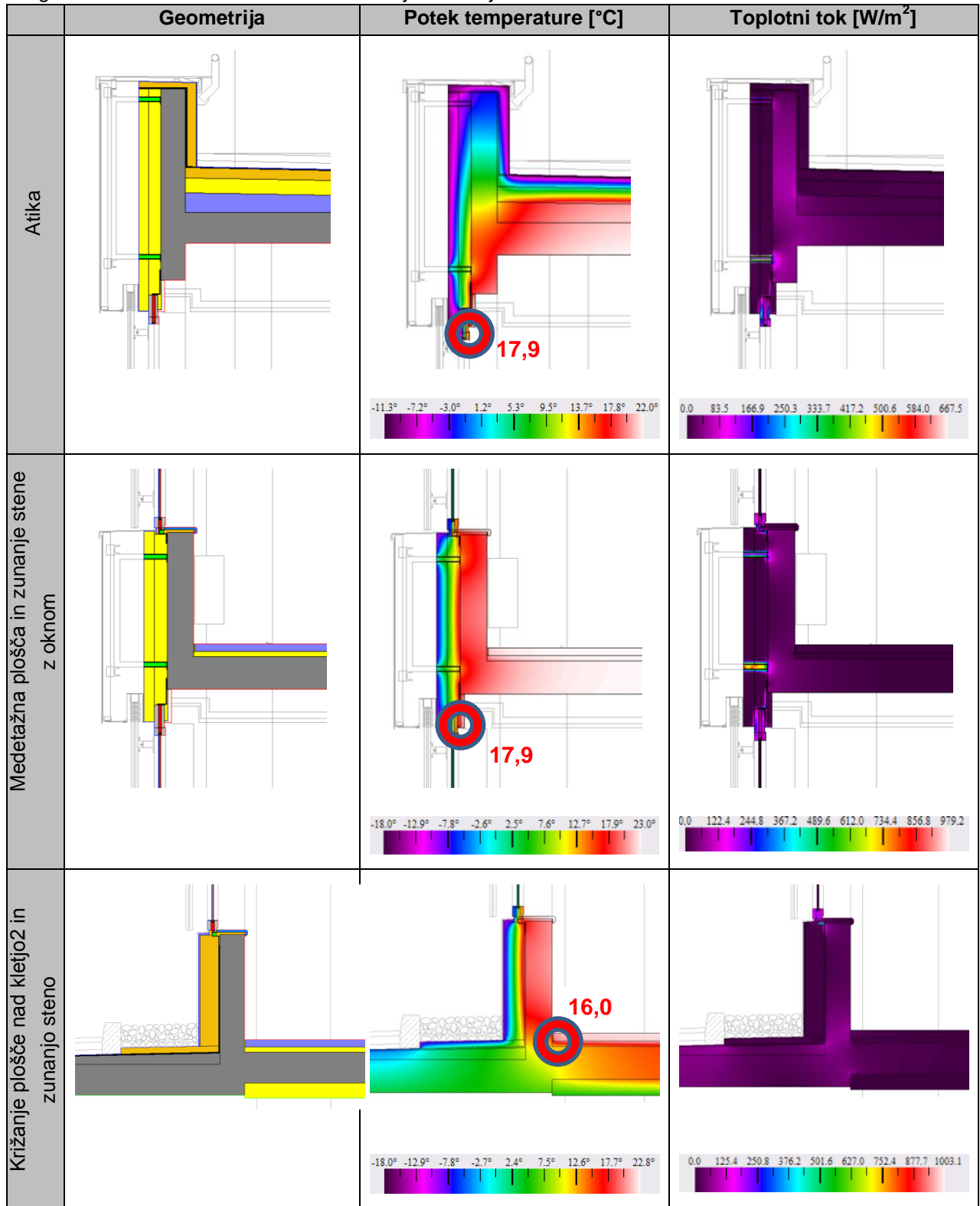
Razvidno je, da detajl plošče nad kletjo ni najboljši. Vrednost ψ je večja od 0,2, zato moram upoštevati dejansko velikost toplotnih mostov in preveriti potencial za nastanek kondenza. Ostali detajli so rešeni korektno. Dobro je rešen predvsem detajl okoli okna.

Preglednica 48: Določitev tipa toplotnih mostov, njihova vrednost [79] in dolžina na obravnavani stavbi

Element	Opis in prikaz v atlasu toplotnih mostov (TM)	Vrednost Ψ [W/mK]	Dolžina detajla [m]
Atika	1.3 – A7 	0,17 (0,21 – 0,04)	150,70
Okno zgoraj	5.3 – A3 	0,12	886,4
Okno spodaj	5.2 – I1 	0,11	886,4
Plošča nad kletjo	3.4 – A2 	0,29 (0,15– 0,04+ 0,22– 0,05)	132,9

Za analizo toplotnega polja in toplotnega toka detajlov, sem potreboval projektne temperature v notranjosti objekta in zunanji okolici. V vseh primerih sem za notranjo temperaturo upošteval $T_N=22^\circ\text{C}$ in zunanjo temperaturo okolice $T_Z=-10^\circ\text{C}$, razen v primeru plošče nad parkirno hišo, kjer je bila temperatura v parkirni hiši upoštevana 5°C .

Preglednica 49: Analiza značilnih konstrukcijskih detajlov stavbe



Na slikah v Preglednici 49 so označena mesta z najnižjo notranjo površinsko temperaturo. Najnižja odčitana površinska temperatura je $16,0^{\circ}\text{C}$. Površinska temperatura na steklu je $14,0^{\circ}\text{C}$ in na okenskem okvirju min. odčitana $15,0^{\circ}\text{C}$.

Ali je na zgoraj prikazanih kritičnih mestih potencial za nastanek kondenzacije, preverim s faktorjem f_{rsi} . Kadar je vrednost $f_{rsi} < 0,75$ lahko pride do kondenzacije na notranjih površinah. Izračunal sem ga tako, da izmerjeni temperaturi na notranji površini najprej odštejem zunanjo temperaturo T_Z in nato vse skupaj delim z razliko notranje T_N in zunanje temperature zraka T_Z . Najneugodnejši faktor f_{rsi} , ki se pojavlja pri križanju plošče nad kletjo in zunanjo steno, je v mojem primeru 0,81. Iz rezultata je razvidno, da so površinske temperature na notranjih površinah vedno dovolj visoke, da ni pogojev za nastanek kondenzacije. Kondenzacija bi se pojavila, kadar bi bila površinska temperatura nižja od $13,0^{\circ}\text{C}$ pri relativni vlažnosti 50%.

Po pričakovanju so vsi obravnavani detajli s stališča toplotnih mostov oz. toplotnega polja rešeni korektno, brez napak. Morebiti bi bilo smiselno nekoliko popraviti le detajl plošče nad parkirno hišo, kjer bi bilo potrebno nekoliko podaljšati toplotno izolacijo pod ploščo na del, kjer ni predvidena. S tem bi v notranjem vogalu tal pisarne nad parkirno hišo dvignil površinsko temperaturo, kar je iz vidika toplotnega udobja smiselna rešitev.

5.2.4 Energetska bilanca stavbe

Ena izmed glavnih nalog magistrskega dela je tudi izvedba analiza energetske bilance stavbe. Ta nam pove ali je objekt projektiran oz. zgrajen v skladu s PURES 2010 upoštevajoč TSG4 [15] in SIST EN ISO 13790 [80]. To analizo sem opravil z računalniškim programom TOST [86]. V nadaljevanju so predstavljeni vsi vhodni parametri, ki so bili upoštevani v programu TOST.

Vhodni podatki

Objekt sem klasificiral kot nestanovanjsko stavbo in sicer v druge upravne in pisarniške stavbe (CC-SI klasifikacija: 12203).

Energent, potreben za ogrevanje stavbe in toplo vodo je zemeljski plin. Učinkovitost obeh sistemov je 82%, upoštevajoč generacijo, distribucijo in emisije. Za hlajenje se uporablja električna energija. Učinkovitost tega sistema znaša 220% (generacija 3,0, distribucija 0,80 in emisija 0,92).

Program TOST omogoča uvoz klimatskih podatkov za obravnavano lokacijo iz baze spletnega portala ARSO. Vsi ti podatki za obravnavano lokacijo v Novem mestu so prikazani tudi v poglavju Bioklimatsko načrtovanje.

Simuliral sem tudi urnik obratovanja objekta. Predpostavil sem, da je stavba v uporabi ob delavnikih 12 h/dan in ob sobotah 8 h. Tako je objekt nezaseden v povprečju 5 dni na mesec in sicer ob nedeljah in praznikih. Objekt je nezaseden tudi v obdobju kolektivnega dopusta podjetja, to je prva polovica meseca avgusta (14 dni) in zadnji teden v decembru (5 dni).

Za pravilni izračun sem moral podati tudi vrednosti dejanskega senčenja ovoja stavbe. Faktor osenčenosti objekta ($F_{sh,ob}$) sem moral podati za vsako fasadno posebej za obdobje celega leta. Ta faktor je razviden v podpoglavju Klimatske značilnosti lokacije, poglavja Bioklimatsko načrtovanje v Preglednici 15. Hkrati sem podal tudi senčenje transparentnega dela fasadnega ovoja. Ta se senči v obdobju od maja do vključno s septembrom.

Za izračun energetske bilance stavbe bo zadostovala zgolj ena cona iz razloga, ker so v celotni stavbi pisarniški in drugi prostori, ki bodo ogrevani/hlajeni na enako notranjo temperaturo. Neto prostornina cone znaša 11330,0m³, uporabna površina pa 4900m². Konstrukcija stavbe je armirano-betonska, tako da spada v težko skupino glede na toplotno kapaciteto. To pomeni, da stavba lahko akumulira del toplotne energije in jo kasneje s časovnim zamikom oddaja.

Projektna notranja temperatura v prostorih mora biti v fazi uporabe (skozi dan) v zimskem času vsaj 22°C in v poletnem času do 25°C. Ob upoštevanju izolativnosti obleke (spreminja se glede na čas v letu) ustvarjajo te temperature takšno notranje toplotno okolje, da se uporabniki počutijo ugodno. Hkrati nekoliko nižje zimske temperature in višje letne zelo pozitivno vplivajo na porabo letne energije za obratovanje objekta. Ko objekt ne obratuje, ponoči, vikend ali je nezaseden je lahko temperaturni režim nekoliko milejši, bolj ohlajen. V tem času se temperatura giblje v razponu med 19°C pozimi in do 26°C poleti.

Notranje vire v objektu tvorijo ljudje, oprema in razsvetljava. Povprečna moč notranjih virov znaša skozi dan 20,0W/m² in v času nezasedenosti oz. noči 2,0W/m². Te vrednosti sta v skladu s SIST EN ISO 13790:2008. Skupno imamo tako v stavbi 84000W notranjih dobitkov tekom dneva in 8400W v času nezasedenosti.

Prezračevanje v objektu je mehansko. Le tako lahko zagotovimo dovolj čistega, svežega zraka, ki ga potrebujejo zaposleni, da izpolnim zahtevo pravilnika za prezračevanje in klimatizacijo objektov. Omogočiti moramo pretok 35m³/h/osebo. Če upoštevamo, da je v objektu zaposlenih 300 ljudi, to znese skupaj ravno neto volumen stavbe, to je 11330m³/h ali 3,14m³/s. Naravno prezračevanje je omogočeno skozi stavbno pohištvo in v manjši meri skozi ovoj stavbe, po oceni okoli 0,1m³/s.

V času nezasedenosti moram zagotoviti urno izmenjavo zraka v prostoru vsaj 0,2 izmenjave/h. Celotno prezračevanje je speljano skozi rekuperatorske naprave. Te omogočijo, da se energija

iz odpadnega, iztrošenega zraka prenese na čist in svež zrak, ki ga dovajamo v prostor. Na ta način zelo izboljšamo energetske bilanco stavbe saj močno zmanjšamo ventilacijske izgube, ki bi nastale ob tako velikem potrebnem prezračevanju. Rekuperatorske naprave delujejo vedno in imajo izkoristek 90%.

Netransparentnega fasadnega ovoja je $2939,5\text{m}^2$ in $1058,4\text{m}^2$ strehe. U-faktor stene znaša $0,173\text{W/m}^2\text{K}$ in strehe $0,164\text{W/m}^2\text{K}$. Linijske toplotne mostove sem upošteval s pomočjo katalogov atlasa toplotnih mostov, katerih rezultati in velikosti so prikazani v prejšnjem poglavju Toplotni mostovi. Upošteval sem toplotne mostove okoli oken spodaj in zgoraj, plošče nad kletjo in toplotni most atike.

Transparentni del fasadnega ovoja - zasteklitev, predstavlja na obravnavanem objektu precej velik delež in sicer več kot 50%. Površine transparentnega dela južne fasade znaša $440,6\text{m}^2$, severne $553,7\text{m}^2$, vzhodne $258,2\text{m}^2$ in zahodne $250,0\text{m}^2$. Zasteklitev je v obliki fasadnih pasov oken. Na celotni stavbi so uporabljena okna z dvoslojno zasteklitvijo, $U_{\text{okna}} = 1,17\text{W/m}^2\text{K}$, $g = 0,59\%$ (v programu TOST oznaka $g_{\text{gl,w}}$), $T_v = 0,79\%$ (v programu TOST oznaka g_{gl}); podatki proizvajalca SCHÜCO. Delež okenskega okvira glede na okno znaša 20%.

Ker sta južni in zahodni del fasade v poletnem času močno obsevani s soncem, ga je potrebno senčiti. To zahteva tudi PURES 2010. Na južni fasadi v času od junija do konca avgusta uporabimo senčila v obliki žaluzij. Vpliv senčenja oken v program podam s faktorjem $g_{\text{gl+sh,w+zavese}}$. Slednji predstavlja kombinacijo (produkt) vrednosti g zasteklitve (g_{gl}), senčil (g_{sh}) in eventualnih zaves (g_{zavese}). Senčenje oken na omenjenih fasadah je tako $g_{\text{gl+sh,w+zavese}} = 0,28$, pri čemer so $g_{\text{gl}} = 0,59$, $g_{\text{sh}} = 0,5$ (30° naklon lamel) in $g_{\text{zavese}} = 0,95$.

Obravnavana ogrevana cona ni nikoli neposredno v stiku s temeljnimi tlemi (nahaja se nad parkirno hišo). V programu TOST sem upošteval sistem tal nad terenom. Predvidena temperatura pod obravnavano cono bo po mojem mnenju okoli 5°C , upošteval pa sem projektno temperaturo, ki je bistveno nižja. To sem storil zato, ker je pod objektom omogočen pretok zraka. To pomeni, da sem upošteval slabšo situacijo, kot je v dejanskem stanju. V garaži bo namreč pozimi nekoliko višja temperatura od zunanje. Površina tal obravnavane cone znaša $1058,4\text{m}^2$, toplotna prehodnost pa znaša $U = 0,211\text{W/m}^2\text{K}$. Toplotne mostove, kateri se pojavljajo na plošči nad neogrevano kletjo sem določil iz atlasa toplotnih mostov, katerih vrednost je $0,29\text{W/mK}$.

V objektu je zagotovljena topla voda vse dni v letu. Razsvetljava v objektu je avtomatsko vodena. Gostota moči svetilk je 10W/m^2 .

Rezultati analize

Po vseh vnesenih vhodnih podatkih, ki so kar najbolje opisali (simulirali) dejansko stanje in delovanje objekta, nam je program TOST podal rezultate. V spodnji tabeli so prikazani rezultati, ki prikazujejo letno količino potrebne energije za obratovanje objekta. Razvidno je, da objekt v celoti izpolnjuje zahteve po PURES 2010. Za obratovanje objekta (ogrevanje in hlajenje) potrebujemo na letnem nivoju 356.975kWh oz. 31,51kWh/m³ potrebne energije (Slika 20).

Iz Preglednice 50 je razvidno, da potrebujemo za ogrevanje objekta okoli 45% celotne potrebne energije in kar 55% energije za ohlajevanje. Slabost PURES-a 2010 je, da ne predpisuje največjih dovoljenih vrednosti za letno potrebno toploto za hlajenje pri nestanovanjskih stavbah.

Preglednica 50: Rezultati za letne količine potrebne energije iz programa TOST

		Izračunan	Največji dovoljen
Koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub stavbe HT' [W/m ² K]		0,47	0,48
Letna raba primarne energije [kWh]		577.786	-
Letna potrebna toplota za ogrevanje [kWh]		95.397	135.335
Letna potrebna toplota za hlajenje [kWh]		115.678	
Letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine in kondicionirane prostornine	Q _{NH} /A _u [kWh/m ² a]	22.71	-
	Q _{NH} /V _e [kWh/m ³ a]	8,42	11,94

	V skladu z zahtevami iz PURES 2010
	Ni v skladu z zahtevami iz PURES 2010

Preglednica 51 natančneje prikazuje vrednosti za celotne izgube in dobitke za celotno stavbo v režimu ogrevanja in hlajenja objekta. Iz razmerja notranjih dobitkov je razvidno, da je potrebno stavbo večji del leta dodatno hladiti. Čas ohlajevanja predstavlja skoraj 70% časa. To je predvsem posledica velike količine notranjih dobitkov skozi vse leto (veliko uporabnikov v stavbi in razsvetljava). Tudi če primerjamo notranje vire in solarne dobitke vidimo, da je slednjih zelo malo. V zimskem času je delež transmisijskih izgub v primerjavi z ventilacijskimi izgubami skoraj

3x večji, v času potrebe po ohlajevanju pa je transmisijskih izgub za 20% več kot ventilacijskih izgub. Po eni strani je ta vrednost razumljiva, saj je v objekt vgrajen sistem rekuperacije in ta ventilacijske izgube v času ogrevalne sezone zelo zmanjša. Zavedati se moramo tudi, da so v času ohlajevanja ventilacijske in transmisijske izgube dobrodošle, torej ravno obratno kot v času ogrevanja.

Preglednica 51: Rezultati energijske bilance za čas ogrevanja in hlajenja iz programa TOST

Izgube in dobitki	Ogrevanje [kWh/m ³]	Hlajenje [kWh/m ³]
Transmisijske izgube	13,72	10,32
Ventilacijske izgube	5,09	8,70
Skupne izgube	18,81	19,03
Notranji dobitki	9,42	24,97
Solarni dobitki	2,59	2,13
Skupni dobitki	12,01	27,10

Spodnja preglednica (Slika 20) prikazuje skupno potrebno energijo za ogrevanje in hlajenje v stavbi (stavbo obravnavam kot eno cono). Iz rezultatov je razvidno, da so vrednosti za razsvetljava zelo velike, nikjer pa ni upoštevanega (ni razvidnega) deleža energije potrebnega za prezračevanje. Te vrednosti lahko predstavljajo bistven delež pri celotni potrebni energiji za obratovanje stavbe.

kWh	Ogrevanje	Hlajenje	Topla voda	Razsvetljava	Cona skupaj
1. kondicionirana cona	95.397	115.678	32.193	113.707	356.975
2. kondicionirana cona	0	0	0	0	0
3. kondicionirana cona	0	0	0	0	0
Kondicionirana cona s kon. kletjo	0	0	0	0	0
1. nekondicionirana cona			0	0	0
2. nekondicionirana cona			0	0	0
3. nekondicionirana cona			0	0	0
4. nekondicionirana cona			0	0	0
5. nekondicionirana cona			0	0	0
Nekondicionirana cona z nekon. kletjo			0	0	0
Steklenjak			0	0	0
Stavba skupaj			95.397	115.678	32.193

Energija: potrebna končna primarna

Enota: kWh kWh/m² kWh/m³

Slika 19: Rezultati iz programa TOST – skupna potrebna energija stavbe (ogrevanje, hlajenje, topla voda in razsvetljava) za posamezne cone in stavbo [kWh/m³]

Da bi bila poraba energije po mojem mnenju realnejša, sem upoštevali še prezračevanje. To sem storil tako, da upoštevam prezračevalne naprave z rekuperacijo toplote (90%), katere porabijo na letnem nivoju okoli 18.000kWh energije za zahtevano stopnjo prezračevanja (6kWh/m^3 [87]) (za volumen 11500m^3) x 12 h x 250 dni).

Končna poraba energije za delovanje stavbe (ogrevanje, hlajenje, razsvetljava, prezračevanje) tako znaša 375.000kWh oz. $37,51\text{kWh/m}^3$ potrebne energije za delovanje stavbe.

5.3 Ergonomija

5.3.1 Predlog ergonomske ureditve pisarniškega prostora na obravnavanem objektu

Za analizo ergonomije, sem obravnaval pisarniški prostor v upravni stavbi Tovarne zdravil Krka d.d., ki se nahaja v četrtem nadstropju na jugozahodni strani objekta. V fazi izdelave magistrskega dela nisem uspel pridobiti podatkov glede dejanske ureditve pisarniških prostorov, saj so še v fazi projektiranja. Iz tega razloga sem se odločil, da na osnovi podatkov oziroma zgodaj navedenih zahtev, predlagam ustrezno ergonomsko ureditev pisarne.

Velikost pisarne je $17,26\text{m}^2$, dolžine 5,40m, širine 3,18m in višine 2,70m. V pisarni sta predvideni dve delavni mesti. Po Pravilniku o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih [74], obravnavan pisarniški prostor zahtevam ustreza.

Spodnje slike prikazujejo predlagan izbor in ureditev oziroma postavitev pisarniške opreme v obravnavani pisarni. V pisarno sem umestil dve pisarniški mizi, ki sta ergonomsko oblikovani. Postavljeni sta si nasproti, pregrajeni z nižjo pregradno steno, delavca pa sedita diagonalno drug proti drugemu. Vsaka miza je dolga 140cm, široka 85cm, višina posamezne mize pa znaša 75cm. Za vsakega delavca sem upošteval poleg ergonomsko oblikovane mize tudi ergonomsko oblikovan stol, ki se prilagaja telesu in gibom posameznega delavca. Najbolj pomembno pri stolu je, da delavcema omogoča naravno in pravilno držo hrbtenice. Stola imata mehanizem, da si vsak delavec po želji uravna dvig, spust in nagib sedeža in hrbtni naslon. Pod vsako mizo sem dodal tudi oporo za noge, dolžine 45cm in širine 35cm, ki omogoča udoben položaj nog delavca v sedečem položaju.

Za namestitvev računalniškega zaslona sem upošteval zahteve, ki določajo pravilno pozicijo računalniškega zaslona in sicer sem oba namestil pravokotno na okna (okna ne smejo biti pred zaslonom ali za njim) in pod svetlobne vire. Zaslonec je gibljiv in delavcema tako omogoča, da si lahko prilagodita smer in naklon za ergonomsko delo. Vsak delavec ima na mizi nameščeno ergonomsko tipkovnico in miško.

Pri naravni in/ali umetni osvetljenosti pisarne sem ravno tako upošteval zahteve, glede osvetljenosti pisarniških prostorov, to je med 400 lux +/- 100 lux.

Transparentni del zunanjega ovoja pisarne – okenski pas, ima na zunanji strani nameščena zunanja senčila v obliki zunanjih žaluzij, na notranji strani oken pa je predvidena namestitev lamelnih zaves. Tako žaluzije, kot lamelne zaves je mogoče regulirati ročno glede na zahteve in potrebe uporabnikov delavnega prostora, predvsem v primeru premočne zunanje svetlobe in direktnega bleščanja.

Na osnovi pregleda zakonskih zahtev, priporočil in navodil sem naredil Preglednico 52 v kateri so definirani elementi pisarniškega pohištva in njeni kriteriji, ki jih določa Pravilnik o varnosti in zdravju pri delu s slikovnim zaslonom (Ur.l. RS, št. 30/2000, 73/2005) in jih posebej tudi opisal.

Preglednica 52: Sestavine in kriteriji pisarniškega pohištva

Sestavine pisarniškega pohištva	Kriteriji po Pravilniku o varnosti in zdravju pri delu s slikovnim zaslonom (Ur.l. RS, št. 30/2000, 73/2005)
Zaslon	Oddaljenost od oči: ne manj od 500mm. Slika: ne sme utripati. Znaki na zaslonu: dovolj veliki, ostri, nepopačeni, razločno oblikovani, Svetlost in kontrast: enostavno nastavljiva. Razmerje svetlosti med zanki in ozadjem najmanj 1:4 . Zaslon: lahko gibljiv, možnost prilagoditve višine zaslona (zg. vrstica na zaslonu cca. 5cm pod višino oči). Na zaslonu: nič odsevov. Zaslon: vedno očiščen.
Tipkovnica	Sr. višina: ne sme presegati 30mm , nagnjenost ustrezati ergonomskim zahtevam. Prosto gibljiva-ne omejena z dolžino kabla. Pred tipkami najmanj 100mm proste površine za oporo rok. Površina tipkovnice svetle barve , brez leska. Razmestitev tipk , značilnosti tipk morajo ustrezati ergonomskim zahtevam, jasno označeni.
Delovna miza ali delovna površina	Delovna miza brez leska, iz snovi , ki na dotik ni hladna. Površina mize najmanj 800mm x 1200mm, zadostna za delo. Pod mizo prostega prostora najmanj 600mm x 580mm x 620mm (globina x širina x višina). Delovna miza, če je le mogoče, po višini nastavljiva ali pa mora biti višina med 720 in 750mm.
Delovni stol	Stabilen , omogočati udoben položaj, neovirano premikanje. Imeti nastavljivo višino sedežne površine, premično podvozje. Ledvena opora za hrbet nastavljiva po naklonu in višini, omogoča elastično podajanje naslonjala pri spreminjanju naklona hrbta. Opora za noge zagotovljena vsakemu delavcu, ki to želi. Dolga najmanj 450mm in široka 350mm, dovolj visoka, stabilna, nederseča, omogočati udoben položaj in naklon nog.

Računalniški zaslon

Zelo pomembna je postavitev računalniškega zaslona. Zgornji rob zaslona naj bo v ravni ali tik pod ravni uporabnikovih oči. V primeru, da uporabnik nosi bifokalna očala, je potrebno zaslon postaviti nižje. Zaslon je potrebno namestiti na razdaljo dolžine rok in ga poravnati s trupom. Nameščen naj bo pravokotno na okna in/ali pod svetlobne vire in nagnjen naj bo nazaj. Določeni predpisi veljajo tudi za uporabo prenosnih računalnikov [56].

Tipkovnica

Zahteve za tipkovnico so v Pravilniku o varnosti in zdravju pri delu s slikovnim zaslonom (2000) opredeljene po naslednjem [55], [57]:

- srednja višina tipkovnice ne sme presegati 30mm, njena nagnjenost pa mora ustrezati ergonomskim zahtevam. Tipkovnica mora biti prosto gibljiva po delovni površini, da omogoča delavcu naravno držo telesa in rok. Možnost premikanja in prilagajanja tipkovnice ne sme biti omejena s sredstvi priključitve ali z dolžino kabla,
- na delovni mizi ali delovni površini mora biti pred tipkami najmanj 100mm proste površine za oporo rok delavca,
- površina tipkovnice, ki naj bo svetle barve, mora biti brez leska,
- razmestitev tipk na tipkovnici in značilnosti tipk morajo ustrezati ergonomskim zahtevam,
- tipke in simboli na tipkah morajo biti jasno označeni in morajo zagotavljati lahko razpoznavnost in čitljivost. Na Sliki 21 je prikazan primer ergonomske tipkovnice.



Slika 20: Primer ergonomsko oblikovane tipkovnice [58]

Računalniška miška

Tudi miška, kot naprava za vnašanje podatkov, nam lahko povzroči bolečine v dlani ali celo vnetje sklepnih ovojnic. Pomembno je, da nam miška udobno leži v dlani in ustreza velikosti roke. Na tržišču obstajajo miške za velike ali majhne roke, za desničarje ali levičarje. Tipke na miški naj bodo lahko dosegljive in lahko uporabne. Paziti moramo, da bo cela dlan, od dlanskih blazinic do konice prstov, ležala na miški čim bolj ravno, celotna podlaket pa naj leži na pisalni mizi. Potreben je tudi dober stik med miško in podlago, zato podlage za miško ne položimo na kup papirja. Podjetja, ki skrbijo za ergonomijo pri proizvodnji svojih izdelkov za širšo populacijo, so razvila vertikalno ergonomsko miško, pri kateri je uporabnikova roka v nevtralnem položaju in tako je manj možnosti za sindrom zapestnega kanala [59].

Delovna miza ali delovna površina

Za izdelavo delovne površine je treba uporabiti ustrezne materiale, ki niso hladni na dotik (uporabimo npr. les). Pomembno je tudi, da delovna površina nima leska. Pisalna miza mora biti dovolj velika za delo, odlaganje stvari in za delovne pripomočke. Glede na različne telesne značilnosti uporabnika, mora omogočiti dosegljivost stvari. Priporoča se delovna površina dolžine od 120 do 160cm in širine od 80 do 90cm. Delovna miza ali delovna površina mora biti statična. Če je le mogoče, mora biti nastavljiva tudi po višini, če pa to ni možno mora biti višina delovne površine med 72 in 75 centimetri. Slika 22 prikazuje primer ergonomske mize.

Pod mizo mora biti dovolj prostora, da se počutimo udobno in da imamo dovolj prostora za noge. Podporno ogrodje pa mora biti narejeno tako, da ne povzroča poškodb. Tudi sama delovna površina naj bo zaobljena, s čimer se izognemo ostrim robovom in kotom, ki lahko povzročajo poškodbe uporabnikov [55], [60].

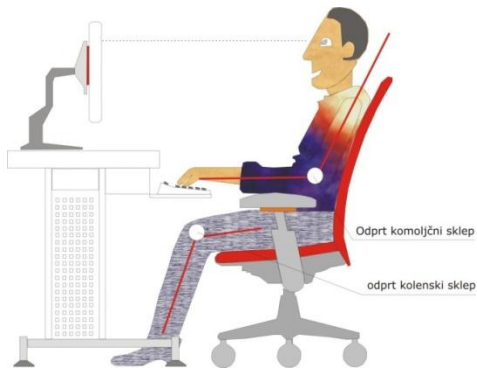


Slika 21: Primer ergonomske mize [61]

Delovni stol

Pisarniški stol je pomemben del opreme vsake pisarne. Predvsem delovni stol, na katerem sedimo po več ur na dan, mora biti ergonomsko pravilno oblikovan, izdelan iz zdravju neškodljivih materialov, stabilen, udoben, primeren svoji namembnosti in tudi prijeten na pogled. Dolgotrajno sedenje na nepravilno oblikovanem pisarniškem stolu je lahko vzrok za številne zdravstvene težave. Ne povzroča le okvar hrbtenice, ampak tudi bolečine v ramenih, kolenih, gležnjih, vratu in nadležne glavobole. Zaradi slabe drže pri sedenju se pojavljajo motnje krvnega obtoka in dihanja, trpijo pa tudi notranji organi, zlasti želodec, jetra in srce. Žal se tega zavemo šele takrat, ko je prepozno. Za pravilno in udobno delo z računalnikom, si je potrebno izbrati primeren stol in znati tudi sedeti na njem, kot prikazuje Slika 23.

Ergonomsko pravilno oblikovan pisarniški stol se prilagaja telesu in njegovim gibom tako, da je medenica pravilno podprta, drža hrbtenice pa sproščena in naravna. Oblazinjeni del (sedež in hrbtni naslon) je iz naravnih materialov, ki omogočajo kroženje zraka in odvajanje toplote [63].

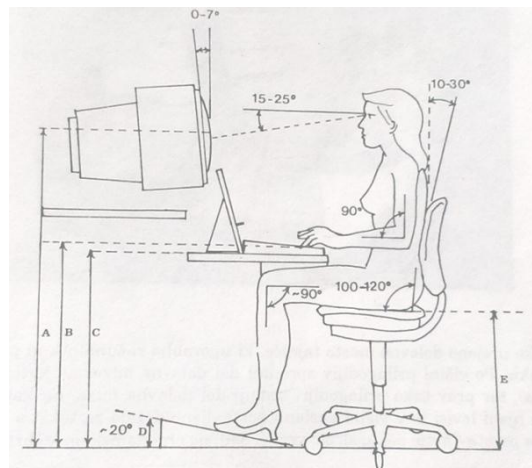


Slika 22: Pravilna drža telesa pri delu z računalnikom [62]

Sedenje pred računalnikom je ergonomično takrat, ko lahko ob vzravnani drži in pravokotnem upogibu kolen, stopala plosko položimo na tla, hkrati pa so komolci pri upognjenih rokah v višini tipkovnice. Pri izbiri stola je potrebno paziti, da naslonjalo nudi oporo srednjemu in spodnjemu delu hrbtenice. Pravilno oblikovan stol se prilagaja telesu in njegovim gibom. Ob tem pravilno podpira medenico ter omogoča sproščeno in naravno držo hrbtenice. Priporoča se tudi uporabljanje mehanizma za dviganje, spuščanje in nagibanje sedeža in hrbtne naslona [59].

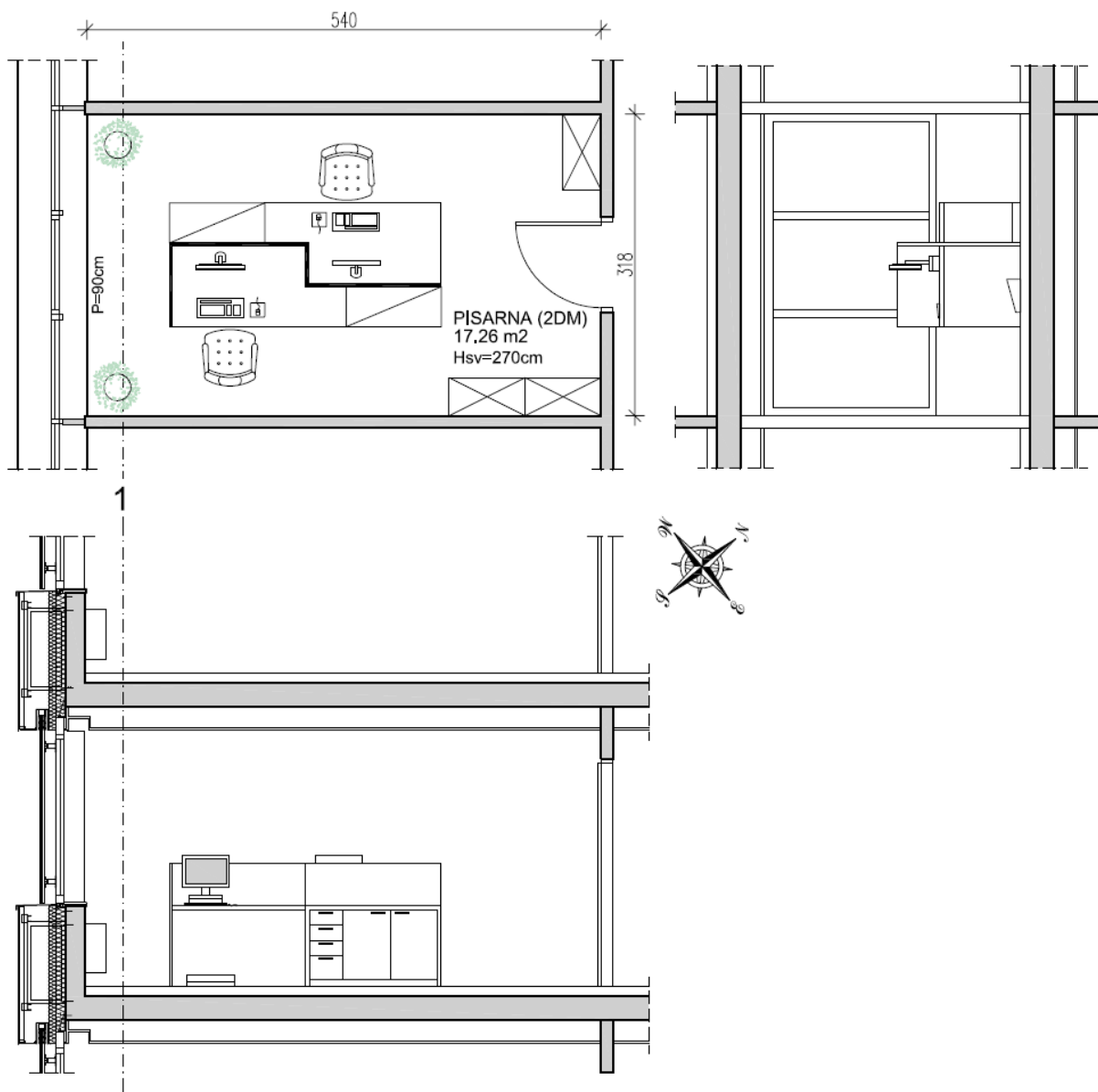
Opora za noge mora biti zagotovljena vsakemu delavcu, ki to želi. Biti mora dolga najmanj 450mm in široka 350mm, dovolj visoka, stabilna, nedrseča in mora delavcu omogočati udoben položaj in naklon nog [55], [57].

Sušnik J. v svoji knjigi prikazuje sliko ergonomsko oblikovanega delovnega mesta delavke na računalniku, slika 24. Na sliki so prikazani ergonomski koti nagiba zaslona ($0-7^\circ$), inklinacija glave in očesnih bulbusov (25°), nagiba hrbtne naslona ($10-30^\circ$), komolčnega sklepa (90°), med osjo trupa in stegen ($100-120^\circ$), kolenskega sklepa (nad 90° in manj od 120°) [64].



Slika 23: Ergonomsko oblikovano delovno mesto [64].

Na podlagi zgoraj prikazanih zakonskih zahtev, priporočil in navodil predlagam, da se prostor uredi tako, kot prikazuje Slika 25.



Slika 24: Predlog ureditve pisarniškega prostora

5.3.2 Analiza poti od parkirnega mesta do pisarniškega prostora z vidika uporabnosti za funkcionalno ovirane osebe

To podpoglavje bom namenil podaji ocen ustreznosti komunikacijskih poti, od parkirnega mesta do pisarniškega prostora v obravnavani novi upravni stavbi tovarni zdravil Krka, d.d.. Pozornost bom posvetil ustreznosti parkirnega mesta, dvigal, stopnišč in hodnika.

Objekt je zasnovan tako, da ima dva vertikalna komunikacijska stopnišča do vseh nadstropij, katera potekata iz kletnega prostora, kjer je parkirna hiša. Ob enem od teh stopnišč pa sta pozicionirana tudi dva dvigala. V neposredni bližini zgoraj navedenih stopnišč sta načrtana po dva parkirna mesta namenjena funkcionalnim oviranim osebam (motorično oviranim osebam).

Dejansko stanje bom primerjal z zakonskimi zahtevami Pravilnika o zahtevah za zagotavljanje neoviranega dostopa, vstopa in uporabe objektov v javni rabi ter večstanovanjskih stavb (Ur.l.RS, št.97/2003, 77/2009) in priporočili iz programskega paketa AWARD.

Ocene ustreznosti komunikacijskih poti za funkcionalno ovirane osebe (motorično ovirane osebe) bom v nadaljevanju predstavil po vrstnem redu, od parkirnega mesta do delovnega prostora.

Parkirno mesto za funkcionalno ovirane osebe (motorično ovirane osebe)

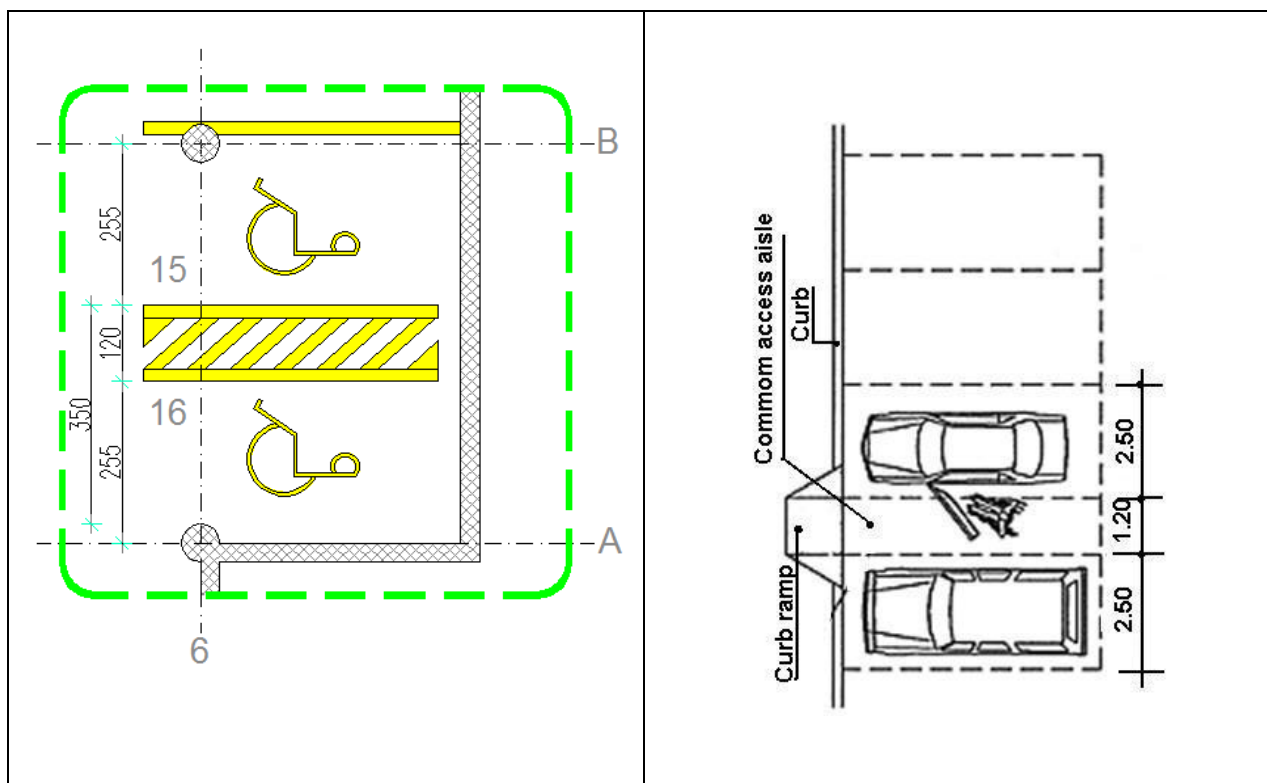
Funkcionalno ovirane osebe se poleg svojih omejitev zaradi invalidnosti soočajo še s kopico ostalih težav, ki jih predstavlja človeški faktor. Ta moteči faktor ponavadi predstavljajo osebe, katere so zdrave in s svojim nepremišljenim ravnanjem invalidnim osebam otežujejo težavo s parkiranjem. Parkirno mesto za osebe na invalidskem vozičku morajo biti ustrezno označene in mora biti locirano tako, da jim omogoča neoviran dostop do objekta.

V Preglednici 53 je prikaz predpisov in priporočil za parkirna mesta za osebe na invalidskem vozičku iz Pravilnika o zahtevah za zagotavljanje neoviranega dostopa, vstopa in uporabe objektov v javni rabi ter večstanovanjskih stavb (Ur.l.RS, št.97/2003, 77/2009), programskega paketa AWARD in prikaz dejanskega oz. projektne stanja na obravnavanem objektu.

Preglednica 53: Predpisi in priporočila za parkirna mesta za osebe na invalidskem vozičku

Vir	Predpis/priporočilo	Zahteva	Projektno stanje
Pravilnik o zahtevah za zagotavljanje neoviranega dostopa, vstopa in uporabe objektov v javni rabi ter večstanovanjskih stavb (Ur.l.RS, št. 97/2003, 77/2009) [75]	Predpis (12. člen) - 1. točka	Garažni objekti morajo biti brez ovir, imeti mora 5 % parkirnih mest rezerviranih za vozila oseb z invalidskimi vozički.	Parkirna hiša ima predvidenih 80 parkirnih mest, od tega so štiri parkirna mesta namenjena za vozila z invalidskimi vozički. – POGOJ IZPOLNJEN
	Predpis (12. člen) - 2. točka	V garažnih objektih in na parkiriščih, ki pripadajo objektom morajo biti: - označena poševno ali pravokotno na smer vožnje, - široka morajo biti 350cm, da je omogočeno manevriranje z invalidskim vozičkom pri vstopu in izstopu iz avtomobila, - njihova površina mora biti označena z mednarodnim znakom za dostopnost invalidom, - čim bližje objektu, ki mu pripadajo.	→ Označena pravokotno na smer vožnje. – POGOJ IZPOLNJEN → Širina parkirnega mesta znaša 350cm. – POGOJ IZPOLNJEN → Označeno z mednarodnim znakom za dostopnost invalidom. – POGOJ IZPOLNJEN → Oddaljenost od stopnišča in dvigala max. cca. 14,0m. – POGOJ IZPOLNJEN
Programski paket AWARD [76]	Priporočilo	Število parkirnih mest: - do 400 parkirnih mest → parkirna mesta za invalide v razmerju 1:50.	Skupno število parkirnih mest (zunaj in znotraj) je 154 od tega 4 parkirna mesta za invalide. – POGOJ IZPOLNJEN
	Priporočilo	Lokacija: - notranja parkirna mesta → v neposredni bližini dvigal ali čim bližje izhodu.	Oddaljenost parkirnih mest max. cca. 14,0 m od dvigala. – POGOJ IZPOLNJEN
	Priporočilo	Dimenzije: - širina komunikacijske poti med dvema parkirnim mestoma je 1,20m ob priporočilu, da je širina parkirnega mesta 2,50m.	Širina parkirnega mesta je 2,55m in širina komunikacijske poti med dvema parkirnim mestoma je 1,20m. – POGOJ IZPOLNJEN

Parkirni prostori namenjeni invalidnim osebam v obravnavanem objektu so projektirani pravilno (Slika 26), kar je razvidno iz zgornje Preglednice 53. Izpolnjeni so predpisi iz Pravilnik o zahtevah za zagotavljanje neoviranega dostopa, vstopa in uporabe objektov v javni rabi ter večstanovanjskih stavb (Ur.l.RS, št. 97/2003, 77/2009) in priporočila iz programskega paketa AWARD. Kljub temu mislim, da bi bila parkirna mesta za invalide lahko oblikovana še bolje. Na spodnji sliki je razvidno, da imajo lahko invalidi težave pri izstopu iz vozil, če ne parkirajo »pravilno«. Pri teh parkiriščih bi morala biti zagotovljena komunikacijska pot v širini 1,2m okoli celotnega parkirnega mesta (levo in desno), da lahko ovirane osebe iz vozila izstopijo ne glede na parkiranje svojih in sosednjih vozil.



Slika 25: Dejansko stanje razporeditve parkirnih mest v obravnavanem objektu (levo) in priporočil iz programskega paketa AWARD (desno)

Za konec tega poglavja pa še nekaj misli v razmislek voznikom in sicer, da kot voznik avtomobila ne parkiram na invalidom namenjenem prostoru [77]:

- ker je posebej označen z rumeno barvo,
- ker rumene prečne črte ob označenem delu parkirišča niso sprehajališče, ampak prostor za manevriranje z invalidskim vozičkom,
- ker ima v Sloveniji najmanj 10 odstotkov prebivalstva status invalida [78],
- ker za zdravega človeka oddaljenost parkirnega mesta ne sme predstavljati ovire, zato pusti parkirno mesto osebam, ki to mesto zares potrebujejo,
- določeno z Zakonom o varnosti cestnega prometa (52. člen).

Dvigala

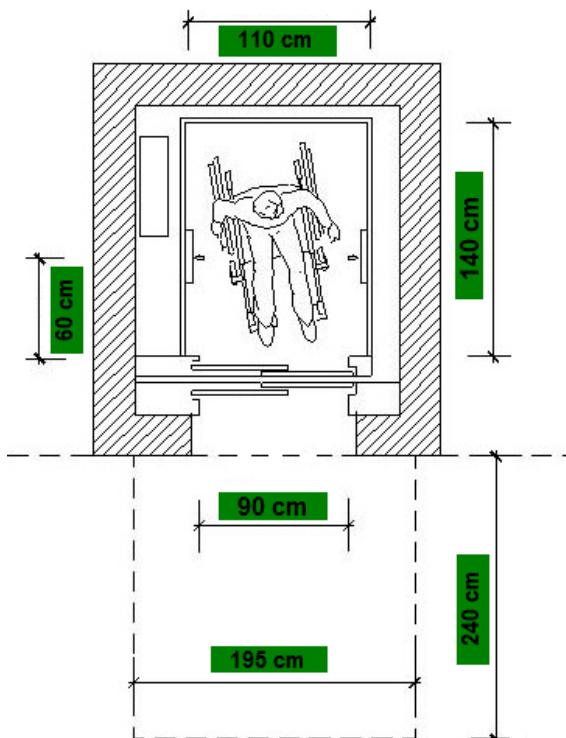
Za funkcionalno ovirane osebe dvigala predstavljajo edino možno vertikalno komunikacijo v objektih. Iz tega razloga je potrebno v objektih, kateri so v javni rabi in večstanovanjskih stavbah zadostiti predpisom v Pravilniku o zahtevah za zagotavljanje neoviranega dostopa, vstopa in uporabe objektov v javni rabi ter večstanovanjskih stavb (Ur.l.RS, št.97/2003, 77/2009). Poznamo več vrst dvigal za osebe na invalidskih vozičkih, vendar je v obravnavanem objektu predvidena vgradnja dveh standardnih dvigal. Ustreznost projektiranih dvigal je prikazana v spodnji preglednici.

Preglednica 54 prikazuje predpise in priporočila glede dvigal za osebe na invalidskem vozičku iz Pravilnika o zahtevah za zagotavljanje neoviranega dostopa, vstopa in uporabe objektov v javni rabi ter večstanovanjskih stavb (Ur.l.RS, št.97/2003, 77/2009) in programskega paketa AWARD in dejansko oz. projektno stanje na obravnavanem objektu.

Preglednica 54: Predpisi in priporočila glede dvigal za osebe na invalidskem vozičku

Vir	Predpis/priporočilo	Zahteva	Projektno stanje
Pravilnik o zahtevah za zagotavljanje neoviranega dostopa, vstopa in uporabe objektov v javni rabi ter večstanovanjskih stavb (Ur.l.RS, št. 97/2003, 77/2009) [75]	Predpis (8. člen) - 3. točka	Omogočeno klic dvigala z invalidskega vozička.	Ni podatka. – PRIPOROČILO INVESTITORJU
	Predpis (13. člen)	V stavbah, ki imajo več kot tri nadstropja: - mora biti vgrajeno najmanj eno osebno dvigalo, - svetla širina vhoda v kabino dvigala mora znašati najmanj 80cm.	→ Poslovni objekt s sedmimi nadstropji. → Vgrajena dva dvigala. → Svetla širina vrat dvigala je 90cm. – POGOJ IZPOLNJEN
	Predpis (13. člen)	Če ima objekt dve dvigali ali več, mora biti vsaj eno dvigalo takšno, da ga lahko uporablja oseba na invalidskem vozičku s spremljevalcem.	Objekt ima dva enaka dvigala in ju lahko uporablja oseba na invalidskem vozičku s spremljevalcem. – POGOJ IZPOLNJEN
			»Se nadaljuje...«

»...nadaljevanje«			
Programski paket AWARD [76]	Priporočilo	Lokacija dvigal naj bo v sredini stavbe blizu stopnišču.	Dvigali sta pozicionirani poleg stopnišča. – POGOJ IZPOLNJEN
	Priporočilo	Uporabnik mora dvigala z lahkoto najti (nameščene usmerjevalne table).	Ni podatka za usmerjevalne table. – PRIPOROČILO INVESTITORJU
	Priporočilo	Prostor za čakanje pred dvigalom ne sme posegati v druge komunikacijske poti.	Prostor pred dvigalom je velik 4,07m x 2,42m in je dovolj velik za manevriranje in ne posega v druge komunikacijske poti. – POGOJ IZPOLNJEN
	Priporočilo	Klicni gumbi nameščeni 1m nad tlemi.	Ni podatka glede klicnih gumbov. – PRIPOROČILO INVESTITORJU
	Priporočilo	Nadzorna plošča v dvigalu nameščena 90-110cm nad tlemi in vsaj 30cm od vrat.	Ni podatka glede nadzornih plošč v dvigalu. – PRIPOROČILO INVESTITORJU
	Priporočilo	Avtomatsko odpiranje vrat dvigala.	Vrata se odpirajo avtomatsko. – POGOJ IZPOLNJEN
	Priporočilo	Vrata morajo ostati odprta dovolj dolgo, da oseba s hitrostjo 0,5m/s varno vstopi preden se vrata pričnejo zapirati.	Vrata ostanejo odprta dovolj dolgo. – POGOJ IZPOLNJEN
	Priporočilo	Tlaki morajo biti izvedeni horizontalno (natančnost +/- 1cm).	Tla se izvedejo brez višinskih preskokov ob vstopu v dvigalo. – OPOZORILO IZVAJALCU
	Priporočilo	Kabina mora biti velika vsaj 1,1m x 1,4m, kar zadostuje za osebo na invalidskem vozičku in spremljevalca.	Kabina je velika 1,1m x 1,4m. – POGOJ IZPOLNJEN



Slika 26: Prikaz dimenzij dvigala na obravnavanem objektu [76]

Med primerjavo predpisov in priporočil s projektnim stanjem s področja uporabe dvigal namenjenih osebam na invalidskem vozičku, sem ugotovil, da v projektu predvidena dvigala zagotavljajo vsem parametrom (podatke katere sem imel na voljo).

Na prvi pogled nepomembni detajli, kateri še niso znani so izjemno pomembni, da osebam na invalidskem vozičku z ustreznimi detajli olajšamo oz. omogočimo nemoteno uporabo dvigal, zato je potrebno na njih opozoriti investitorja in izvajalce.

Hodniki in stopnišča

Spodnja Preglednica55 prikazuje predpise in priporočila glede horizontalnih in vertikalnih komunikacijskih poti za motorično ovirane osebe iz Pravilnika o zahtevah za zagotavljanje neoviranega dostopa, vstopa in uporabe objektov v javni rabi ter večstanovanjskih stavb (Ur.l.RS, št.97/2003, 77/2009) in programskega paketa AWARD in dejansko oz. projektno stanje na obravnavanem objektu.

Pregled stopnišč in hodnikov je pokazal, da je še kar nekaj detajlov nedorečenih oz. mi niso znani. Zato je v spodnji preglednici navedeno, da se o teh detajlih obvesti investitorja in da jih v fazi izvedbe obrtniških del upošteva v dobro motorično oviranih oseb.

Preglednica 55: Predpisi in priporočila glede horizontalnih in vertikalnih komunikacijskih poti za motorično ovirane osebe

Vir	Predpis/priporočilo	Zahteva	Projektno stanje
Pravilnik o zahtevah za zagotavljanje neoviranega dostopa, vstopa in uporabe objektov v javni rabi ter večstanovanjskih stavb (Ur.l.RS, št. 97/2003, 77/2009) [75]	Predpis (13. člen)	Notranje horizontalne in vertikalne komunikacije morajo biti jasno označene, dovolj široke in osvetljene.	→ Širina stopnišča je 140cm. → Širina hodnika je min. 165cm. → Kombinacija naravne in umetne osvetljenosti. – POGOJ IZPOLNJEN
	Predpis (13. člen)	Stopnice morajo biti oblikovane tako, da jih lahko uporabljajo tudi ljudje s težavami pri hoji in starejši ljudje.	→ Višina/globina stopnice je 16,5/30,0cm. – POGOJ IZPOLNJEN
	Predpis (13. člen)	Stopnice morajo biti opremljene z ograjo ali z oprijemali za roke, ki zagotavljajo varnost.	→ Stopnice opremljene z oprijemali za roke. – POGOJ IZPOLNJEN
	Predpis (13. člen)	Prosti robovi stopnišč s pet ali več stopnicami morajo biti zavarovani z varnostno ograjo višine vsaj 100cm, pri čemer odprtine v ograji ne smejo presegati 12cm; stopnišča s pet in več stopnicami, ki imajo nastopno ploskev širine več kot 4m, morajo biti na razdalji manjši od 4m opremljena tudi z vmesnimi oprijemali za roke.	→ Ni prostih robov stopnišč. → Stopnice opremljene z oprijemali za roke. – POGOJ IZPOLNJEN

»Se nadaljuje...«

»...nadaljevanje«			
Programski paket AWARD [76]	Stopnišče		
	Priporočilo	Čelo stopnic mora biti ravno, da se stopalo ne zatakne ob previsni del.	Ni podatka o načinu izvedbe stopnic. – PRIPOROČILO INVESTITORJU
	Priporočilo	Dimenzije vseh stopnic morajo biti enake.	→ Dimenzije vseh stopnic so enake. – POGOJ IZPOLNJEN
	Priporočilo	Stopniščna rama mora biti ravna.	→ Stopniščne rame so ravne. – POGOJ IZPOLNJEN
	Priporočilo	Dimenzija stopnic mora biti: $2v + g = 63$ (60 – 65)	→ višina : 16,5cm → globina : 30,0cm → $2 \times 16,5 + 30,0 = 63,0\text{cm}$ – POGOJ IZPOLNJEN
	Ročaji		
	Priporočilo	Ročaj mora biti izveden kontinuirano tudi v območju podesta in barvno označen. Opazimo lahko oznako prve in zadnje stopnice, sedež na podestu, luči ki kažejo pot po hodniku in stopnicah.	Ni podatka o načinu izvedbe. – PRIPOROČILO INVESTITORJU
	Priporočilo	Ročaj mora imeti dober oprijem – pritrdila ne smejo ovirati drsenja z roko po ročaju, kar je posebej pomembno za vizualno ovirane osebe, osebe z oteženo hojo in osebe z motnjami ravnotežja.	Ni podatka o načinu izvedbe. – PRIPOROČILO INVESTITORJU
	Hodniki		
	Priporočilo	Izogibati se je potrebno kakršnim koli spremembam v nivoju tal, predvsem pri različnih debelinah finalnih obdelav.	Ni podatka o načinu izvedbe. – PRIPOROČILO INVESTITORJU

6 ZAKLJUČEK

V magistrskem delu sem obravnaval objekt nove upravne stavbe podjetja Krka d.d. Stavbo sem poizkušal analizirati celovito, da bi dobil najboljšo končno rešitev v obliki energetsko učinkovite, dobre in uporabnikom prijazne stavbe. Pri tem sem upošteval področja bioklimatskega načrtovanja, konstrukcijske gradbene fizike in ergonomskega načrtovanja. Na podlagi analiz, sem podal tudi nekaj predlogov za izboljšavo stavbe.

Cilji magistrskega dela so bili:

- ugotoviti ali projektirane rešitve iz vidika konstruktivne gradbene fizike izpolnjujejo zakonske zahteve in/ali priporočila, ter v primeru neustreznosti podati priporočila za izboljšanje stanja,
- ugotoviti ali ima stavba potencial za izrabo alternativnih virov energije na fasadnih in strešnih površinah in podati predloge za izrabo le teh potencialov,
- izdelati analizo osvetljenosti referenčnih delavnih prostorov na delavni ravnini,
- izdelati analizo hrupa za pisarno oceanskega tipa, katera je izpostavljena hrupu manj hrupne strojnice, hrupu iz zunanosti in izračun odmevnega hrupa ter
- pregledati komunikacijske poti od parkirišča do delavnega mesta in referenčnega pisarniškega prostora glede na načela ergonomskega oblikovanja.

Na podlagi analiz sem ugotovil da:

- je stavba v celoti projektirana tako, da so izpolnjene zakonske zahteve glede konstruktivne gradbene fizike, vendar bi se dalo izboljšati še nekatera področja,
- ima stavba dober potencial za koriščenje naravnih virov energije kot je npr. sonce. Najboljša rešitev bi bila namestitev fotovoltaičnih panelov ali sončnih kolektorjev na strehi,
- osvetljenost prostorov z naravno svetlobo v referenčnih prostorih ni zadostna za delo,
- pisarna oceanskega tipa le delno izpolnjuje zakonskim zahtevam glede hrupa. Dobro je načrtovana le za hrupu iz zunanosti, medtem ko notranji elementi prostora ne ščitijo dovolj pred odmevnim hrupom in hrupom strojnice,
- komunikacijska pot od parkirišča do delavnega mesta ustreza zakonskim zahtevam, podana pa so bila še nekatera priporočila investitorju.

Stavba je oblikovana tako, da kar v najboljši meri izkorišča bioklimatske potenciale lokacije za doseg udobnega notranjega bivalnega okolja. Upoštevani načrtovalski ukrepi na stavbi, ki izkoriščajo bioklimatski potencial so: ustrezna zaščita pred transmisijskimi toplotnimi izgubami (zadostna toplotna izoliranost stavbe, zrakotesnost, ugoden gabarit stavbe,...), koriščenje notranjih toplotni virov, zajem direktnega sončnega sevanja (transparentne površine, masiven objekt,...), zagotovljeno senčenje odprtih v poletnem času in izkoriščenje velike termalne mase stavbe.

Primerna osončenost stavbe je izjemnega pomena za dobro toplotno bilanco stavbe in tudi za dobro počutje uporabnikov. Vse fasadne površine so dobro osončene skozi vse leto. To velja zlasti za JV in JZ fasadi ter streho. Izpolnjeni so vsi kriteriji iz TSG4 za vse kritične dni v letu. Stavba ima zaradi dobre osončenosti, dobre predpogoje za kvalitetno notranjo osvetljenost z dnevno svetlobo ter za pasivno in aktivno izkoriščanje sončnega sevanja. Še posebej streha ima zelo dober potencial za izkoriščanje sončnega sevanja kot vira OVE, ker je dobro osončena in nič senčena od drugih sosednjih objektov. Zelo smiselno bi bilo izkoristili vsaj del strehe in nanjo namestiti fotovoltaične panele (PV) ali sončne kolektorje, saj bi te naprave močno izboljšale energetska bilanco stavbe. Če bi izkoristili na primer samo 100m² površin na strehi in bi upoštevali 30% izkoristek naprav, bi s tem pridobili kar 10% celoletne potrebne energije za delovanje stavbe.

Analizo osvetljenosti sem opravljal za 4 prostore z različno orientacijo v treh kritičnih dneh leta (21.12., 21.3. oz. 21.9. in 21.6.) za tri različne tipe neba. Ne glede na njihovo orientacijo sem ugotovil da je povprečna osvetljenost z dnevno svetlobo zadostna (400lux) v glavnem le pri jasnem nebu v poletnem in pomladanskem/jesenskem mesecu, drugače pa je neustrezna. Razmerje med povprečno in minimalno osvetljenostjo prostorov ni ustrezno v nobenem primeru. Tudi vrednosti KDS ne ustrezajo priporočljivim vrednostim. Kvantitativno so prostori osvetljeni zadovoljivo le v ozkem pasu ob oknu, kvalitativno pa prostori niso najbolj primerno osvetljeni, saj je osvetljenost po prostorih razporejena preveč neenakomerno. To je posledica načrtovalskih odločitev pri čemer so prostori globoki ter relativno nizki. Kljub vsem ugotovitvam mislim, da je naravna osvetljenost v obravnavanih prostorih zadovoljiva in bi težko dosegel boljše rezultate brez večjih posegov. Načeloma v prostor dobimo dovolj svetlobe, ki pa ni najboljše razporejena. Če upoštevamo, da se delovni procesi odvijajo bližje oknu in zadnji del pisarn praktično ni namenjen aktivnemu delu se tako »popravi" tudi kvaliteta naravne osvetljenosti.

Prostori so načrtovani tako da so zaščiteni pred: zunanjim hrupom, udarnim hrupom in odmevnim hrupom. Izpolnjeni so skoraj vsi zahtevani predpisi. Zaznal pa sem nekaj težav z hrupom, ki po zraku prihaja iz drugih prostorov in hrupom, ki ga povzroča obratovalna oprema. Hrup lahko zmanjšam z primarnimi (znižanje ravni hrupa pri viru – naprave), sekundarnimi (pot razširjanja hrupa- materiali v prostoru, absorberji) in terciarnimi ukrepi. Rešitev problema bi bila zamenjava steklene stene za masivno ali lahko predelno steno, vendar bi s tem izgubili boljše vizualno komunikacijo prostora.

Obravnavana stavba je zasnovana tako, da se toplotni mostovi ne pojavljajo oz. so minimalnih vrednosti. Z opravljenimi analizami sem se prepričal o ustreznih rešitvah izvedbe fasadnega ovoja. Morebiti bi bilo smiselno nekoliko popraviti le detajl plošče nad parkirno hišo in tako zmanjšati vpliv linijskega toplotnega mostu.

Ena izmed ključnih zahtev novih stavb je njihova energetska učinkovitost. To je bil tudi eden izmed glavnih ciljev magistrskega dela. Dokazal sem, da je objekt projektiran oz. zgrajen v skladu s pravilnikom o učinkoviti rabi v Sloveniji PURES 2010 upoštevajoč TSG4 in SIST EN ISO 13790. Za obratovanje objekta (ogrevanje in hlajenje) potrebujemo na letnem nivoju

356.975kWh oz. 31,51kWh/m³. potrebne energije. Za ogrevanje objekta potrebujemo okoli 45% celotne potrebne energije in kar 55% energije za ohlajevanje. Iz rezultatov energetske bilance sem ugotovi tudi, da je potrebno stavbo ohlajevati skoraj 70% časa. Opozoriti je potrebno še na velik delež energije potrebne za razsvetljavo in prezračevanje. Celotna potrebna energija za obratovanje, ki zajema ogrevanje, hlajenje, prezračevanje in razsvetljavo je ocenjena na 375.000kWh oz. 37,51kWh/m³potrebne energije. Za še boljšo energetsko učinkovitost stavbe bi bilo zelo smiselno izkoristiti OVE.

V fazi izdelave magistrskega dela nisem uspel pridobiti podatkov glede dejanske ureditve pisarniških prostorov, saj so še v fazi projektiranja. Iz tega razloga sem se odločil, da na osnovi podatkov in zahtev, predlagam ustrezno ergonomsko ureditev pisarne v skladu s Pravilnikom o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih (Uradni list RS št. 89/1999s spr.) Ergonomska ureditev zajema ustrezno postavitve pisarniške opreme in njenega ustreznega izbora (pisarniška miza, stol, računalniški zaslon, ergonomska tipkovnica in miška, osvetljenost pisarne, možnost senčenja).

Pri ergonomskem načrtovanju sem ugotavljal še ali je pot od parkirnega mesta do pisarniškega prostora, uporabna z vidika funkcionalno ovirane osebe. Pozornost sem posvetil ustreznosti parkirnega mesta, dvigal, stopnišč in hodnika. Dejansko stanje sem primerjal z zakonskimi zahtevami Pravilnika o zahtevah za zagotavljanje neoviranega dostopa, vstopa in uporabe objektov v javni rabi ter večstanovanjskih stavb (Ur.l.RS, št.97/2003, 77/2009) in priporočili iz programskega paketa AWARD. Ugotovil sem, da so skoraj vse zahteve oz. priporočila izpolnjena. Predlagal bi le nekoliko širša parkirna mesta, za lažje manevriranje funkcionalno oviranih oseb.

Nova upravna stavba KRKA je zgrajena v skladu z vsemi najnovejšimi zahtevami in predlogi, ki zagotavljajo učinkovito energetsko učinkovitost stavbe in dobre delovne pogoje za uporabnike stavbe. Vesel sem, da sem lahko aktivno sodeloval s svojimi predlogi v fazi projektiranja stavbe predvsem z vidika uporabnikom prijaznih prostorov. Prepričan sem, da sem z mojimi predlogi pripomogel k temu, da obravnavana stavba ne spada med množico številnih stavb, katere imajo tako imenovani sindrom bolnih stavb.

Ko gradimo nove stavbe, jih moramo načrtovati celovito in upoštevati številna različna področja. Ne smemo oblikovati stavbe, ki bo samo zelo energetsko učinkovita ali pa čim bolj ekonomsko ugodna, na vse ostalo pa pozabiti. Stavba mora uporabnikom zagotoviti najprej zdravo, udobno in produktivno/ergonomsko učinkovito delovno okolje. To dosežemo tako, da zagotovimo ustrezno toplotno, svetlobno in zvočno udobje, zagotovimo kvaliteten zrak in poskrbimo za ustrezno ergonomijo prostorov in opreme. Le tako oblikovane nove stavbe bodo tudi sodobne in napredne. Da izpolnimo vse to, nam zelo pomaga tudi konstrukcijska gradbena fizika s pomočjo katere lahko razumemo in rešujemo številne probleme v stavbah.

VIRI

- [1] Dovjak, M. 2012. Fiziologija človeka. Skripta pri predmetu Bivalno okolje. KSKE. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba KSKE).
- [2] Dovjak, M. 2012. Individualization of personal space in hospital environment. Dissertation, Nova Gorica, University of Nova gorica (samozaložba Dovjak, M.): 184 str.
- [3] Grynning, S., Čas, B., Matusiak, B. 2014. Solar shading control strategies in cold climates – Heating, cooling demand and daylight availability in office spaces. Solar Energy , Volume 107: 182-194
- [4] Huang, L., Cao, B., Ouyang, Q., Zhu, Y. 2012. A study on the effects of thermal, luminous, and acoustic environments on indoor environmental comfort in offices.
- [5] ASHRAE Guideline 10P. 2010. Proposed New Guideline 10, Interactions Affecting the Achievement of Acceptable Indoor Environments.
- [6] Faulkner, D., Fisk, W. J., Seppänen, O. 2003. Cost benefit analysis of the night-time ventilative cooling in office building. Ernest Orlando Lawrence Berkley national laboratory. http://eaei.lbl.gov/sites/all/files/lbnl-53191_0.pdf (Pridobljeno 04.06.2014.)
- [7] Bilban, M., Dovjak, M., Krainer, A., Košir, M., Kuček, A., Kristl, Ž., Shukuya, M. 2012. Integral control of health hazards in hospital environment, Indoor and built environment.
- [8] Dovjak, M., Krainer, A., Shukuya, M. 2013. Building efficiency: A cross-section of comfort, system performance and energy use. Clima, Praha: Society of Environmental Engineering: 1-11.
- [9] Dovjak, M., Krainer, A., Shukuya, M. 2012. Exergy analysis of conventional and low exergy systems for heating and cooling of near zero energy buildings. Strojniški vestnik, številka 58: stran 7-8.
- [10] Dovjak, M., Krainer, A., Shukuya, M. 2013. Individual climate in future buildings. Fact or fiction?. V: MAHDAVI, A. (ur.). Contributions to building physics. Vienna: Department of building physics and building ecology: 109-115.
- [11] Velux Daylight Visualizer 2 (2014)

[12] SketchUp z dodatkom Shading II-G

[13] THERM6

[14] URSA FRAGMAT - Akustika (2013)

[15] Učinkovita raba energije. Tehnična smernica TSG-1-004:2010. 2010. Ministrstvo za okolje in prostor.

[16] SIST EN 12464 - standard

[17] Zaščita pred hrupom v stavbah. Tehnična smernica TSG-1-005:2012. 2012. Ministrstvo za okolje in prostor.

[18] Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah. Uradni list RS, št. 52/2010 z dopolnitvami.

[19] Spletni portal Vreme-Slo.si, vremenkopedija, Toplotni pasovi in podnebni tipi.
<http://www.vreme-slo.si/vremenkopedija/toplotni-pasovi-in-podnebni-tipi-2/> (26.5.2014)

[20] Wikimedia Commons. EuropeKoppen Map.
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Europe_Koppen_Map.png

[21] ARSO. Meteo. Pravilnik o učinkoviti rabi energije.
<http://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/tables/pravilnik-ucinkoviti-rabi-energije/>
(Pridobljeno 26.5.2014.)

[22] Ugodna gradnja. Letni temperaturni primanjkljaj v kurilni sezoni.
<http://www.ugodnagradnja.com/index.php/izracuni/temperaturni-primanjkljaj/>
(Pridobljeno 04.6.2014.)

[23] Energetika Celje. Poraba toplote.
<http://www.energetika-ce.si/r.content/81-Poraba-toplote.html> (Pridobljeni 04.6.2014.)

[24] M., M. 2010. Med kandidati za poslovno nagrado tudi Krka in Adria Mobil. Dolenjski list (22. jul. 2010).
http://www.dolenjskolist.si/2010/07/22/31192/novice/clanek/Med_kandidati_za_poslovno_nagrad_o_tudi_Krka_in_Adria_Mobil/ (Pridobljeni 04.6.2014.)

- [25] URSA. Arhitekti. Program URSA FRAGMAT - Akustika 2.1.
<http://www.ursa.si/sl-si/arhitekti/strani/program-akustika.aspx> (Pridobljeno 25.4.2014.)
- [26] Tratnik, E. 2009. Prenehajte s tem hrupom – priročnik z osnovnimi informacijami in Navodili, Ministrstvo za delo, družino in socialne zadeve, Ljubljana.
<http://www.osha.mddsz.gov.si/resources/files/pdf/prenehajte-s-hrupom-2009.pdf>
(Pridobljeno 26.4.2014.)
- [27] Žel, C. 2010. Zvok, hrup in ljudje na delovnih mestih. Diplomsko delo. Višja strokovna šola Academia, Maribor.
- [28] Reich Marcon Passero, C., TrombettaZannin, P. H. 2012. Acoustic evaluation and adjustment of a open-plan office through architectural design and noise control. Applied Ergonomics.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S000368701200035X> (Pridobljeno 26.4.2014.)
- [29] Kaarlela-Tuomaala , Helenius R , Keskinen E , Hongisto V. 2009. Effects of acoustic environment on work in private office rooms and open-plan offices – longitudinal study during relocation. Ergonomija 52:11 2009: 1423-1444
- [30] Kacjan Žgajnar K. 2012. Vpliv hrupa in vibracij na zdravje, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.
- [31] Čili za delo. Za zdravo delovno okolje. Dejavniki tveganja.
<http://www.cilizadelo.si/default-63100.html> (Pridobljeno 26.4.2014.)
- [32] UKC Ljubljana, Klinični inštitut za medicino dela, prometa in športa. 2007. Hrup.
<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Fy561fhQgo8J:www.cilizadelo.si/default-63100.html+&cd=1&hl=sl&ct=clnk&gl=si> (Pridobljeno 26.4.2014.)
- [33] Pravilnik o zaščiti pred hrupom v stavbah. Uradni list RS št. 10/2012 z dne 10. 02. 2012.<http://www.uradni-list.si/1/content?id=107408>
- [34] Direktiva Sveta 89/391/EEC o predstavitvi ukrepov za vzpodbujanje izboljšav za varnost in zdravje delavcev pri delu.
- [35] Zakon o varnosti in zdravju pri delu (ZVZD-1). Uradni list RS št. 43/2011 z dne 03.06.2011.

[36] Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu. Uradni list RS št. 17/2006 z dne 17.02.2006.

[37] SIST EN 12354. Akustika v stavbah.

[38] Kristl, Ž. 2011. Skripta pri predmetu Dnevna svetloba, KSKE, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba KSKE).

[39] Cvirn, M. 2014. Naravna osvetljenost prostora.
<http://www.casnik.si/index.php/2014/01/04/naravna-osvetljenost-prostora/>
(Pridobljeno 23.05.2014.)

[40] Močnik, N. 2010. Načrtovanje naravne osvetlitve pri energijsko učinkovitih objektih.

[41] Dovjak, M., Košir, M., Krainer, A., Kristl, Ž. 2011. Študija dnevne osvetljenosti pisarniškega prostora glede na vizualne in biološke vplive. Gradbeni vestnik, številka 60.

[42] Bues, M. 2012. Den Himmelins Büroholen. Fraunhofer.
<http://www.fraunhofer.de/de/presse/presseinformationen/2012/januar/himmel-ins-buero.html>
(Pridobljeno 25. 05. 2014.)

[43] SIST EN 12464. Razsvetljava delovnega okolja.

[44] Košir M., Krainer A., Kristl Ž. 2012. Analiza osončenosti stavb v skladu z zahtevami PURES 2010. Gradbeni vestnik, številka 40.

[45] Pravilnik o učinkoviti rabi energije PURES 2010. Uradni list RS št. 93/08, 47/09 in 52/10.

[46] Košir M. 2012. Skripta pri predmetu Učinkovita raba energije, Stavbni ovoj, KSKE, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba KSKE).

[47] Gradbeni inštitut ZRMK - Gradbeni center Slovenije. 2011. Učinkovita raba energije, Toplotni mostovi.

[48] Hajdinjak, R. 2009. Gradimo s steklom, REFLEX d.o.o..

[49] Centar za ekologiju i energiju, Toplotni mostovi i vlaga.
<http://www.ekologija.ba/index.php?w=c&id=43> (Pridobljeno 04. 07. 2014.)

[50] 9/2009 GRADBENIK

http://www.fragmat.si/download/clanki/Gradbenik%20Prehod%20toplote_1.pdf

[51] Polajnar, A., Verhovnik, V. 2000. Oblikovanje dela in delovnih mest, Fakulteta za strojništvo, Maribor.

[52] Balantič, Z. 2001. Ergonomski principi urejanja delovnih okolij sodobnih pisarn, Management in globalizacija, Kranj.

[53] Brejc, M. 2004. Ljudje in organizacija v javni upravi, Fakulteta za upravo, Ljubljana.

[54] Bilban, M. 1999. Ergonomija v medicini dela, Zavod za varstvo pri delu, Ljubljana.

[55] Dovjak, M. 2012. Skripta pri predmetu Bivalno okolje, KSKE, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba KSKE).

[56] Evropska agencija za varnost in zdravje pri delu. E-FACTS 13. Ergonomsko urejena pisarna.

http://www.osha.mddsz.gov.si/resources/files/pdf/13_office_ergonomics_sl.pdf

(Pridobljeno 12.04.2014.)

[57] Pravilnik o varnosti in zdravju pri delu s slikovnim zaslonom. Uradni list RS št. 30/2000.

[58] Microsof. SculptErgonomicDesktop.

<http://www.microsoft.com/hardware/sl-si/support/sculpted-for-your-comfort>

(Pridobljeno 15.4.2014.)

[59] Belič M., Korošec E., Železnik J. 2010. Ergonomija in varstvo pri delu, Republika Slovenija, Ministrstvo za šolstvo in šport, Ljubljana.

<http://ebookbrowse.net/gdoc.php?id=91794537&url=df18741aa359326698d4d4331ac231c8>

(Pridobljeno 12.04.2014.)

[60] SLONEP. Ergonomija pisarniškega pohištva.

<http://www.slonep.net/dom-in-oprema/poslovni-prostori/ergonomija> (Pridobljeno 12.04.2014.)

[61] Biomorph. Desk.

<http://www.biomorphdesk.com/multi> (Pridobljeno 11.04.2014.)

[62] Nobis. Pisarniški stoli.

<http://www.nobis.si/pisarniski-stoli> (Pridobljeno 11.04.2014.)

[63] Nobis. Pisarniški stoli. Pravilna drža telesa pri delu z računalnikom.

<http://www.nobis.si/pisarniski-stoli> (Pridobljeno 11.04.2014.)

[64] Sušnik J. 1992. Ergonomska fiziologija, Didakta, Radovljica.

[65] Stalno predstavništvo Republike Slovenije pri Uradu Združenih narodov, Mednarodna organizacija dela.

<http://zeneva.predstavnistvo.si/index.php?id=2487> (Pridobljeno 09.04.2014.)

[66] International Labour Organization.

<http://www.ilo.org/global/lang--en/index.htm> (Pridobljeno 09.04.2014.)

[67] ZVD Zavod za varstvo pri delu. Predpisi.

<http://www.zvd.si/zvd/predpisi/> (Pridobljeno 10.04.2014.)

[68] Evropska agencija za varnost in zdravje pri delu.

<https://osha.europa.eu/sl/about> (Pridobljeno 10.04.2014.)

[69] Evropska agencija za varnost in zdravje pri delu

<https://osha.europa.eu/s> (Pridobljeno 10.04.2014.)

[70] A.B.S. Okna Schuco AWS 75.si.

[<http://www.abs-okna.si/okna/alu-okna/okna-schuco-aws-75si>] (Pridobljeno 10.7.2014.)

[71] Archi products. Schuco AWS 75.si.

<http://www.archiproducts.com/en/products/33986/aluminium-pocket-sliding-window-schuco-aws-75-si-schuco-international-italia.html> (Pridobljeno 10.7.2014.)

[72] BE Fenster + Turen.

<http://www.be-bauelemente.com/startseite/privatkunden/fenster/aluminium/>
(Pridobljeno 10.7.2014.)

[73] Košir, M. 2012. 5. Vaja pri predmetu Dnevna svetloba, KSKE, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (Samozaložba KSKE).

[74] Pravilnik o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih. Uradni list RS št. 89/1999, 39/2005, 43/2011.

[75] Pravilnik o zahtevah za zagotavljanje neoviranega dostopa, vstopa in uporabe objektov v javni rabi ter večstanovanjskih stavb Uradni list RS št. 97/2003, 77/2009.

[76] Programski paket AWARD. 2009.

[77] Zveza paraplegikov Slovenije, Varnost v prometu. 2009.
http://www.zveza-paraplegikov.si/varnost_v_prometu/zveza_paraplegikov_slovenije/
(Pridobljeno 13.05.2014.)

[78] Nacionalni svet invalidskih organizacij Slovenije.

[79] Grobovšek, B. 2006. Izračun toplotnih mostov pri masivni gradnji, Katalog toplotnih mostov.

[80] SIST EN 13790. Toplotne karakteristike stavb - izračun potrebne energije za ogrevanje prostora.

[81] ARSO. Meteo. Odklon povprečne mesečne temperatura zraka.
<http://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/current/last-12-months/description/>
(Pridobljeno 26.5.2014.)

[82] ANSI/ASHRAE/IES Standard 90.1-2013. Energijski standard za stavbe razen za nižje stanovanjske.

[83] Climate Consultant 5.5 (2014)

[84] Infomind Sarl, Office federal de lenergie. 2003. Catalogue des ponts thermiques. Atlas toplotnih mostov.

[85] Ministrstvo za gospodarske dejavnosti, Agencija RS za učinkovito rabo. Gradbeni inštitut ZRMK - Gradbeni center Slovenije. Zbirka informativnih listov "ZA UČINKOVITO RABO ENERGIJE". Informativni list 2/11: Toplotni mostovi.

[86] TOST

[87] HIDRIA. Air handling unit CompAIR RW 10000.
<https://www.hidria.com/en/climate/programs/ahu> (Pridobljeno 22.01.2015.)

SEZNAM PRILOG

Priloga A: Izpis izračuna akustičnih lastnosti prostora iz računalniškega programa URSA FRAGMAT - Akustika.

Priloga B: Izpis izračuna energijske bilance stavbe iz računalniškega programa TOST 2012.

IZKAZ O ZAŠČITI PRED HRUPOM

Podatki o stavbi

Naziv stavbe: **Upravna stavba KRKA US3**
 Lokacija stavbe: **Šmarješka cesta 6, 8501 Novo mesto**
 Investitor: **KRKA d.d., Šmarješka cesta 6, 8501 Novo mesto**
 Odgovorni vodja projekta: **Dejan Kastelec**
 Izdelovalec elaborata: **Dejan Kastelec**
 Datum izdelave projektne dokumentacije: **07.10.2014**
 Elaborat izdelan (ustrezno obkroži): **a)** po smernici,
 b) po zadnjem stanju tehnike.

Zaščita pred hrupom v okolju

Izračun, izveden na podlagi (ustrezno obkroži):

- a) mejnih ravni hrupa v okolju (preglednica 1 v tehnički smernici),
 b) izmernih ali izračunanih ravni hrupa v okolju.

Merodajni kazalci hrupa v okolju, uporabljeni v izračunu zvočne izolirnosti ovoja stavbe:

L _{dan} [dB(A)] = 60		
-------------------------------	--	--

Zvočna izolacija ovoja stavbe

Ločilni element ali prostor		Projektne vrednosti		Načrtovani ukrepi	Izvedeni ukrepi
Oznaka/ pozicija	Oznaka veličine (enota)			Izračunane vrednosti	Izmerjene vrednosti
ZUNANJI POKONČNI LOČILNI ELEMENTI					
1	Izračun 1	D _{2m,nT,Atr} (dB)	min 25	30	



Zaščita pred hrupom v stavbi

Zvočna izolacija notranjih ločilnih elementov

				Načrtovani ukrepi	Izvedeni ukrepi	
Ločilni element ali prostor			Projektne vrednosti	Izračunane vrednosti	Izmerjene vrednosti	
Oznaka/ pozicija		Oznaka veličine (enota)				Ustreza (da/ne)
NOTRANJI POKONČNI LOČILNI ELEMENTI (stene, stene z vrati ipd.)						
1	Stena med deli stavb različne namembnosti in prostori različnih uporabnikov	R'_w (dB)	min 52	30		
2	Stena proti manj hrupni strojnici	R'_w (dB)	min 57	54		

Opombe merilca

Podpis izdelovalca elaborata:

Podpis pooblaščenca akreditirane (pravne ali fizične) osebe:

Datum opravljanja meritev:

Podpis osebe, ki je opravljala meritve:

Podpis odgovornega nadzornika:



ELABORAT ZAŠČITE PRED HRUPOM V STAVBAH

Oznaka elaborata:

Hrup

Naziv stavbe:

Upravna stavba KRKA US3

Lokacija stavbe:

Šmarješka cesta 6, 8501 Novo mesto

Investitor:

KRKA d.d., Šmarješka cesta 6, 8501 Novo mesto

Odgovorni vodja projekta:

Dejan Kastelec

Izdellovalec elaborata:

Dejan Kastelec

Datum izdelave elaborata:

07.10.2014

Podpis in žig izdelovalca elaborata:

KAZALO VSEBINE

- 1.0 SPLOŠNI PODATKI
- 2.0 OPIS RABE STAVBE
- 3.0 PODATKI O ZUNANJEM HRUPU
- 4.0 PODATKI O PROJEKTNIH VREDNOSTIH ZVOČNE IZOLACIJE ALI RAVNI HRUPA V STAVBAH
- 5.0 OSTALE PRILOGE



1.0. SPLOŠNI PODATKI

Elaborat je izdelan na osnovi 8. člena Pravilnika o zaščiti pred hrupom v stavbah (Uradni list RS, št. 10/12) ter Tehnične smernice TSG-1-005:2012 Zaščita pred hrupom v stavbah.

2.0. OPIS RABE STAVBE

Stavba je nova upravna stavba US3 podjetja Krka d.d., iz Novega mesta. Stavba je zasnovana v sedmih nivojih. Objekt je ortogonalne oblike, tlorisnih dimenzij 42,20m x 23,50m, parkirna hiša, ki se nahaja v kleti, pa je tlorisno večjih dimenzij in sicer 45,70m x 51,20m.

(tu se piše vse o namenu stavbe (več stanovanjska stavba, šola, ...) o velikosti stavbe (širina, dolžina in višina stavbe – število etaž))

3.0. PODATKI O ZUNANJENM HRUPU

Stavba se nahaja v III. območju ravni zunanjega hrupa.

(tu se navede podatke o vrednosti zunanjega hrupa ali se opredeli območje hrupa v katerem se nahaja stavba)

4.0. PODATKI O PROJEKTHNIH VREDNOSTIH ZVOČNE IZOLACIJE ALI RAVNI HRUPA V STAVBAH

4.0.1. ZAŠČITA STAVBE PRED ZUNANJIM ZVOKOM

Zunanja stena - fasada s kerrock oblogo

- fasadna kerrock, na utrditveni podlogi iz alu profilov	1,0cm
- prezračevan zračni sloj	9 - 31cm
- toplotnaizolacija: kamena volna	18,0cm
- AB stena	25,0cm

Okna

- Oznaka stekla: RX WARM 1,1WE; Ug=1,10 W/m ² K; LT=78%;g=59%
- Sestava stekla: 6 float(steklo)+16 tgi argon (medstekelni prostor)+6 low-e (steklo)
- Okvir: Alu - Schüco AWS 75.SI; Uf = 1,3 W/m ² K
- Distančnik: Alu

Streha

- zaščita HI s prodcem	6,0cm
- filtrski sloj- poliestrski filc	
- toplotna izolacija: ekstrudirani polistiren	5,0cm
- hidroizolacija: visokopolimerna tesnilna sintetična folija	
- toplotna izolacija: kamena volna	8,0cm
ekstrudirani polistiren	10,0cm
- naklon izveden z naklonsko ploščo iz XPS	1,0-17,0cm
- parna zapora: večplastna samolepilna bitumenska folija	
- AB plošča	25,0cm
- zračni sloj	17,0cm
- obloga-spuščen stop	3,0cm

(opišemo sestavo pregrade, tehnične karakteristike uporabljenih materialov, predvidene vrst stavbnega pohištva – okna vrata, razne prezračevalne odprtine, ...)

PRILOGA ŠT. 1,... (tukaj vstavljanje izračunov)

4.0.2. IZOLACIJA NOTRANJNH LOČILNIH KONSTRUKCIJ PRED HRUPOM V ZRAKU

Tla

- tekstilna talna obloga	1,0cm
- armiran betonski estrih	6,0cm
- ločilni sloj PE folija	
- akustična in toplotna izolacija: kamena volna	3,0cm
- AB plošča	25,0cm

Notranja stena proti hodniku

- lepljeno steklo	1,2cm
Notranja stena proti ostalim prostorom	
- AB stena	25,0cm

(opišemo sestavo pregrade, tehnične karakteristike uporabljenih materialov, predvidene površine stavbnega pohištva – okna vrata, površine raznih prezračevalnih odprtih, ...)

PRILOGA ŠT. 3,... (tukaj vstavljanje izračunov)

4.0.3. IZOLACIJA KONSTRUKCIJ PRED UDARNIM HRUPOM

Opis sestave konstrukcije, kakšni so spoji,...

(opišemo sestavo pregrade, tehnične karakteristike uporabljenih materialov, opredelitev finalne talne površine, opredelitev materialov, ki so pod horizontalno pregrado npr. spuščeni strop, ...)

PRILOGA ŠT. 3,... (tukaj vstavljanje izračunov)

4.0.4. IZOLACIJA PRED HRUPOM OBRATOVALNE OPREME

Kakšen absorber se predvidi, moč izvora hrupa v prostoru,...

(opišemo velikost prostora, opredelimo kje se nahajajo absorpcijske površine, vrednost absorpcije material in površine le-teh, opredelimo moč izvora hrupa npr. agregata, klimata,... Pri tem je potrebno izdelati preimarno zaščito na izvoru hrupa npr. fleksibilne cevi, fleksibilne pritrditve elementov, vzmeti pod napravami,...) TU JE OBVEZNO POTREBNO SODELOVANJE S PROJEKTANTOM STROJNIH INŠTALACIJ!

PRILOGA ŠT. 4,... (tukaj vstavljanje izračunov)

4.0.5. OBVLADOVANJE ODMEVNEGA HRUPA

Velikost prostora, absorpcijske površine,...

(opišemo velikost prostora, opredelimo kje se nahajajo absorpcijske površine, vrednost absorpcije material in površine le-teh,...)

PRILOGA ŠT. 5,... (tukaj vstavljanje izračunov)

5.0 OSTALE PRILOGE

(Tukaj vstaviti druge možnosti za akustiko, meritve različnih elementov, npr. vrata in okna, ki se priporoča za uporabo ...)

- Tehnični list za okna
- Tehnični list za vrata ...
- Tehnički list za opeku,...

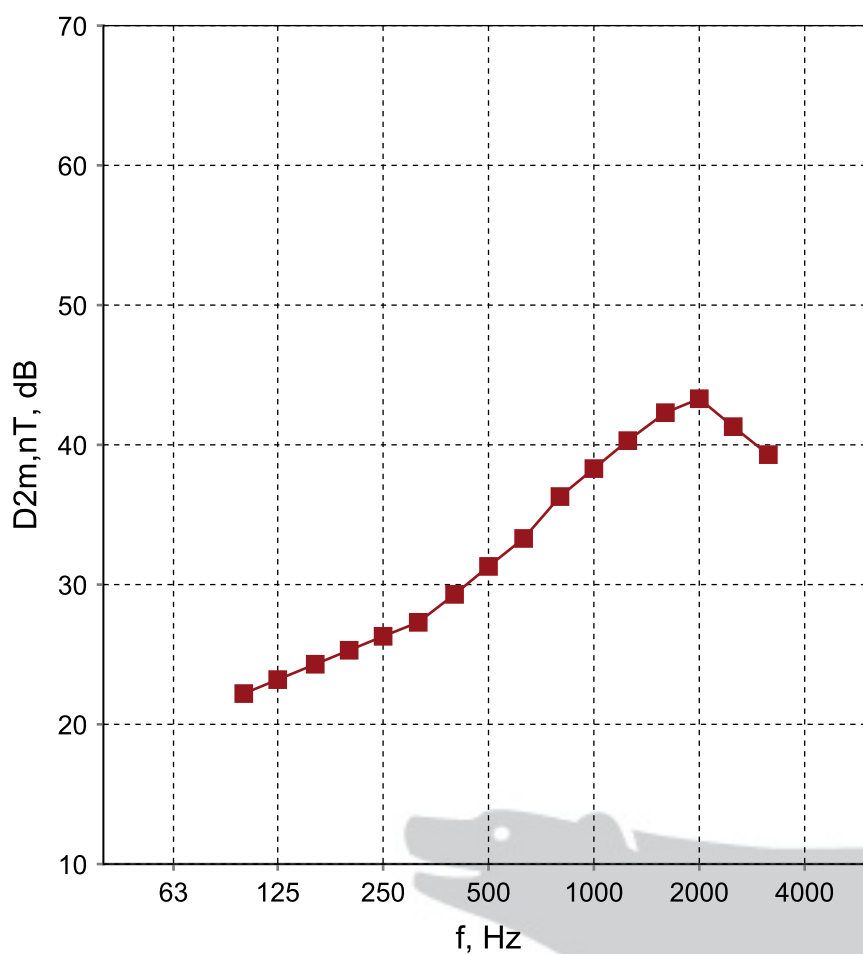


NAZIV OBJEKTA: Upravna stavba KRKA US3
 LOKACIJA: Šmarješka cesta 6, 8501 Novo mesto
 LEGA V OBJEKTU: Izračun 1
 Dimenzije prostora: 2.7 m x 6.4 m x 16.3 m
 Fasadni zid 0: betonska stena 24 cm
 Okna in vrata: Okno ALU (4/16/4)

Skupaj: 28.0 m²

Fasadni zid 1: medetažna konstrukcija 24 cm
 Okna in vrata: -

f, Hz	D _{2m,nT} , dB
50	-
63	-
80	-
100	22.2
125	23.2
160	24.3
200	25.3
250	26.3
315	27.3
400	29.3
500	31.3
630	33.3
800	36.3
1000	38.3
1250	40.3
1600	42.3
2000	43.3
2500	41.3
3150	39.3
4000	-
5000	-



IZRAČUNANA VREDNOST $D_{2m,nT,Atr} = 30$ dB, USTREZA
PREDPISANA MIN. VREDNOST $D_{2m,nT,Atr} = 25$ dB

Upoštevana varnost = 2 dB

Datum izdelave izračuna: 07.10.2014

Izračun izdelal: Dejan Kastelec

NAZIV OBJEKTA: Upravna stavba KRKA US3
 LOKACIJA: Šmarješka cesta 6, 8501 Novo mesto
 LEGA V OBJEKTU: Izračun 2
 LOČILNI ELEMENT: Stena med deli stavb različne namembnosti in prostori različnih uporabnikov

Predelni zid: votla opeka 5 cm

Dodatni sloj na predajni strani: -

Dodatni sloj prejemne strani: -

Predajni prostor: 16.3 m x 2.4 m x 4.94 m

Zid 1 medetažna konstrukcija 24 cm

Zid 2 betonska stena 24 cm

Zid 3 betonska stena 24 cm

Zid 4 medetažna konstrukcija 24 cm

Prejemni prostor: 16.3 m x 2.4 m x 7.45 m

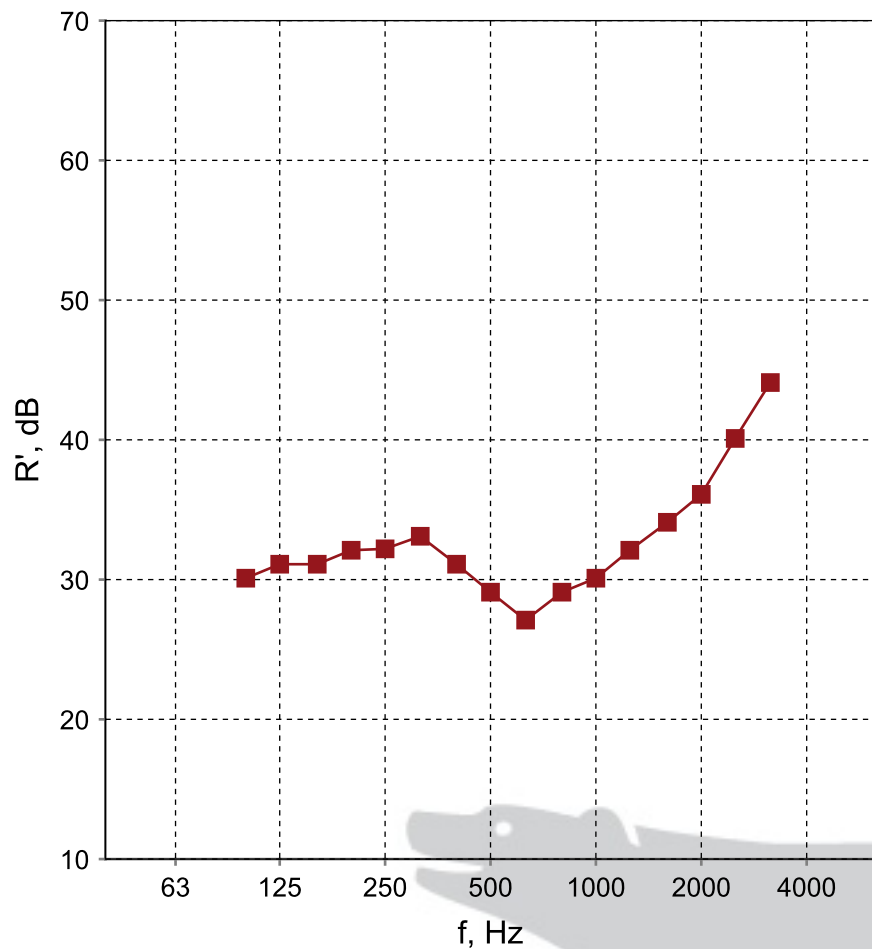
Zid 1 medetažna konstrukcija 24 cm

Zid 2 betonska stena 24 cm

Zid 3 betonska stena 24 cm

Zid 4 medetažna konstrukcija 24 cm

f, Hz	R', dB
50	-
63	-
80	-
100	30.1
125	31.1
160	31.1
200	32.1
250	32.2
315	33.1
400	31.1
500	29.1
630	27.1
800	29.1
1000	30.1
1250	32.1
1600	34.1
2000	36.1
2500	40.1
3150	44.1
4000	-
5000	-



IZRAČUNANA VREDNOST $R'_w = 30$ dB, NE USTREZA
PREDPISANA MIN. VREDNOST $R'_w = 52$ dB

Upoštevana varnost = 2 dB

Datum izdelave izračuna: 07.10.2014

Izračun izdelal: Dejan Kastelec

NAZIV OBJEKTA: Upravna stavba KRKA US3
 LOKACIJA: Šmarješka cesta 6, 8501 Novo mesto
 LEGA V OBJEKTU: Izračun 3
 LOČILNI ELEMENT: Stena proti manj hrupni strojnici

Predelni zid: betonska stena 24 cm

Dodatni sloj na predajni strani: -

Dodatni sloj prejemne strani: -

Predajni prostor: 3.7 m x 2.7 m x 18.55 m

Zid 1 medetažna konstrukcija 24 cm

Zid 2 betonska stena 24 cm

Zid 3 votla opeka 5 cm

Zid 4 medetažna konstrukcija 24 cm

Prejemni prostor: 3.7 m x 2.7 m x 27.85 m

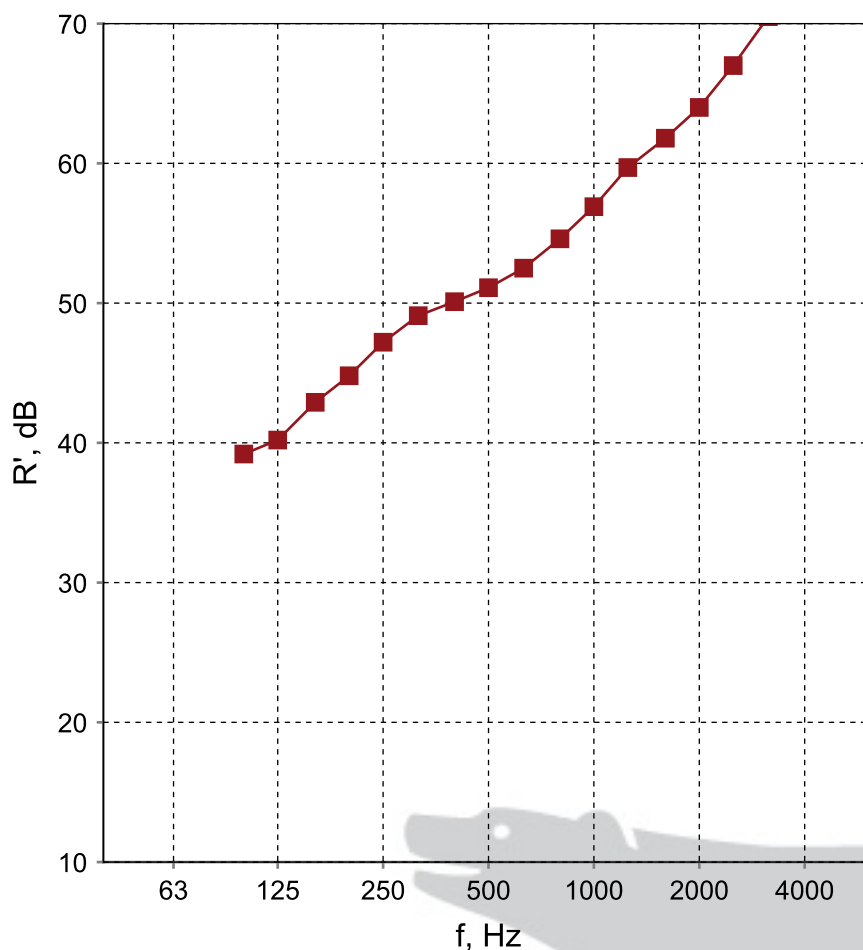
Zid 1 medetažna konstrukcija 24 cm

Zid 2 betonska stena 24 cm

Zid 3 betonska stena 24 cm

Zid 4 medetažna konstrukcija 24 cm

f, Hz	R', dB
50	-
63	-
80	-
100	39.2
125	40.2
160	42.9
200	44.8
250	47.2
315	49.1
400	50.1
500	51.1
630	52.5
800	54.6
1000	56.9
1250	59.7
1600	61.8
2000	64.0
2500	67.0
3150	70.5
4000	-
5000	-



IZRAČUNANA VREDNOST $R'_w = 54$ dB, NE USTREZA
PREDPISANA MIN. VREDNOST $R'_w = 57$ dB

Upoštevana varnost = 2 dB

Datum izdelave izračuna: 07.10.2014

Izračun izdelal: Dejan Kastelec

IZKAZ ENERGIJSKIH LASTNOSTI STAVBE

- za PGD
 izvedeno

Investitor (naziv oz. ime, naslov)	<i>KRKA d.d., Šmarješka cesta 6, 8501 Novo mesto</i>		
Stavba	<i>Upravna stavba KRKA US3</i>		
Lokacija stavbe (naselje, ulica, kraj)	<i>Novo mesto</i>		
Katastrska(e) občina(e)	<i>Bršljin</i>		
Parcelna(e) številka(e):	<i>1000/22</i>		
Koordinate lokacije stavbe (X, Y)	<i>X = 74549 km</i>		<i>Y = 514255 km</i>
Vrsta stavbe	<i>Šifra: 12203</i>	<i>Nestanovanjska stavba</i>	
Etažnost (št. kleti, pritličje, št. nadstropij, mansarda,...):	<i>K2+K1+P+4</i>		

Projektant	<i>Dejan Kastelec</i>		
Odgovorni vodja projekta (ime in priimek, strokovna izobrazba, osebni žig, podpis)	<i>Dejan Kastelec</i>		
Izdelovalec izkaza (naziv oz. ime, naslov)	<i>Dejan Kastelec</i>		
Izdelano na podlagi izkaza	-		
Datum izdelave izkaza	<i>4.10.2014</i>		
<p>Izjavljam, da iz izkaza energijskih lastnosti stavbe izhaja, da stavba dosega predpisano raven učinkovite rabe energije.</p> <p>Podpis izdelovalca izkaza:</p>			

Neto uporabna površina stavbe (za stanovanjske stavbe)	$A_u =$	-	m^2
Kondicionirana prostornina stavbe	$V_e =$	11.330,00	m^3
Površina toplotnega ovoja stavbe	$A =$	5.056,50	m^2
Oblikovni faktor	$f_0 = A/V_e =$	0,45	m^{-1}

Temperaturni primanjkljaj (za ogrevanje $DD_{20/12}$)	$DD =$	3100	K dni
Temperaturni presežek (za hlajenje)	$DH =$		K ur
Povprečna letna temperatura zunanjega zraka T_L	$T_L =$	10,1	$^{\circ}C$

TOPLOTNE PREHODNOSTI ELEMENTOV OVOJA STAVBE				
NEPROZORNI ELEMENTI				
Oznaka elementa (skladno s Prilogo 1 tabela 1)	Orientacija, naklon	Površina (m ²)	U _i (W/m ² K)	U _{max} (W/m ² K) (Pril.1 tab.1)
1. Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom, 1.OC	Vert	1437,20	0,173	0,280
8. Tla nad zunanjim zrakom, 1.OC	Horiz	1058,40	0,211	0,300
10. Strop proti neogrevanemu prostoru, ravne ali poševne streha, 1.OC	Horiz	1058,40	0,164	0,200
PROZORNI ELEMENTI				
Oznaka elementa	Orientacija, naklon	Površina (m ²)	U _{elementa} (W/m ² K)	Faktor prehoda celotnega sončnega sevanja; g
Zunanje okno 1.OC	Jug	440,60	1,170	0,59
Zunanje okno 1.OC	Sever	553,70	1,170	0,59
Zunanje okno 1.OC	Vzhod	258,20	1,170	0,59
Zunanje okno 1.OC	Zahod	250,00	1,170	0,59

Način upoštevanja vpliva toplotnih mostov	- EN SIST 13789 / SIST EN ISO 14683	<input type="checkbox"/>
	- EN SIST 13789 / EN ISO 10211	<input type="checkbox"/>
	- s katalogi, računalniškimi simulacijami	<input checked="" type="checkbox"/>
	- na poenostavljen način	<input type="checkbox"/>

	Izračunan	Največji dovoljen
Koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub stavbe	$H_T' = \mathbf{0,47}$ W/m ² K	$H_{T' \max} = \mathbf{0,48}$ W/m ² K
Letna raba primarne energije	$Q_p = \mathbf{577.786}$ kWh	$Q_{p \max} = \mathbf{-}$ kWh
Letna potrebna toplota za ogrevanje	$Q_{NH} = \mathbf{95.397}$ kWh	$Q_{NH \max} = \mathbf{135.335}$ kWh
Letni potrebni hlad za hlajenje	$Q_{NC} = \mathbf{115.678}$ kWh	$Q_{NC \max} = \mathbf{-}$ kWh
Letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine in kondicionirane prostornine	Izračunana	Največja dovoljena
1– stanovanjska stavba	$Q_{NH}/A_u =$ kWh/m ² a	$(Q_{NH}/A_u)_{\max} =$ kWh/m ² a
	$Q_{NH}/V_e =$ kWh/m ³ a	-
2– nestanovanjska stavba	$Q_{NH}/A_u = \mathbf{22,71}$ kWh/m ² a	-
	$Q_{NH}/V_e = \mathbf{8,42}$ kWh/m ³ a	$(Q_{NH}/V_e)_{\max} = \mathbf{11,94}$ kWh/m ³ a
3 – javne stavbe	$Q_{NH}/A_u =$ kWh/m ² a	-
	$Q_{NH}/V_e =$ kWh/m ³ a	$(Q_{NH}/V_e)_{\max} =$ kWh/m ³ a

Zagotavljanje obnovljivih virov energije		
	Doseženo (%)	Izpolnjeno (DA/NE)
Osnovni pogoj		
Najmanj 25% celotne končne energije je zagotovljeno z uporabo obnovljivih virov		
Vir:	%	
Vir:	%	
Vir:	%	
Vir:	%	
Skupaj	%	
Izjeme, ki nadomeščajo pogoj		
Delež končne energije za ogrevanje, hlajenje in pripravo tople vode pridobljen na enega od naslednjih načinov		
- najmanj 25 odstotkov iz sončnega obsevanja		
- najmanj 30 odstotkov iz plinaste biomase		
- najmanj 50 odstotkov iz trdne biomase		
- najmanj 70 odstotkov iz geotermalne energije		
- najmanj 50 odstotkov iz toplote okolja		
- najmanj 50 odstotkov iz naprav SPTE z visokim izkoristkom v skladu s predpisom, ki ureja podpore električni energiji, proizvedeni v soprodukciji toplote in električne energije z visokim izkoristkom		
- je stavba najmanj 50 odstotkov oskrbovana iz sistema energijsko učinkovitega daljinskega ogrevanja oziroma hlajenja		
Dovoljena letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe, preračunana na enoto kondicionirane površine/volumna stavbe za najmanj 30 odstotkov nižja od mejne vrednosti		
Pri enostanovanjski stavbi je vgrajenih najmanj 6 m ² (svetle površine) sprejemnikov sončne energije z letnim donosom najmanj 500 kWh/(m ² a)		

Kazalniki letne rabe primarne energije za delovanje sistemov		
Letna raba primarne energije na enoto uporabne površine stavbe (1 – stanovanjska stavba)	$Q_p/A_u =$	kWh/m ² a
Letna raba primarne energije na enoto kondicionirane prostornine stavbe (2 – nestanovanjska stavba; 3 – javna stavba)	$Q_p/V_e =$ 51,00	kWh/m ³ a

Kazalniki letnih izpustov CO₂ zaradi delovanja sistemov		
Letni izpusti CO ₂	117.402	kg
Letni izpusti CO ₂ na enoto uporabne površine stavbe (1 – stanovanjska stavba)		kg/m ² a
Letni izpusti CO ₂ na enoto kondicionirane prostornine stavbe (2 – nestanovanjska stavba; 3 – javna stavba)	10,36	kg/m ³ a