



Javni štipendijski, razvojni,
invalidski in preživninski
sklad Republike Slovenije



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,
ZNANOST IN ŠPORT



EVROPSKA UNIJA
EVROPSKI
SOCIALNI SKLAD
NALOŽBA V VAŠO PRIHODNOST



Univerza v Mariboru
Fakulteta za gradbeništvo,
prometno inženirstvo in arhitekturo

Zaključno poročilo o izvajanju projekta

**JAVNI RAZPIS PROJEKTNO DELO Z GOSPODARSTVOM IN NEGOSPODARSTVOM V
LOKALNEM IN REGIONALNEM OKOLJU -
PO KREATIVNI POTI DO ZNANJA 2017 - 2020
2. odpiranje**

Motivacijski ukrepi za dvig bivalnega ugodja v delovnem okolju: DELOUM

Maribor, julij 2019

Naziv projekta	Motivacijski ukrepi za dvig bivalnega ugodja v delovnem okolju
Akronim projekta	DELOUM
Izvajalec/nosilec projekta	Fakulteta za gradbeništvo, prometno inženirstvo in arhitekturo
Trajanje projekta	od 01.03.2019 do 31.07.2019
Partner 1	ENERGETIKA MAUČEC, Projektiranje in svetovanje d.o.o.
Partner 2	IKEMA inštitut za kemijo, ekologijo, meritve in analitiko d.o.o.
Avtorji	Izr.prof.dr. Vesna Žegarac Leskovar (UM FGPA) Red.prof.dr. Miroslav Premrov (UM FGPA) Maja Lešnik (UM FGPA) Doc.dr. Danijela Urbancl (UM FKKT) Damjan Mauček (ENERGETIKA MAUČEC, Projektiranje in svetovanje d.o.o.) Matjaž Cenčič (IKEMA inštitut za kemijo, ekologijo, meritve in analitiko d.o.o.)
Sodelujoči študenti	Gaja Karo (UM FGPA) Eva Gašperšič (UM FGPA) Vladimir Lutovac (UM FGPA) Malika Pavić (UM FGPA) Matic Reberčnik (UM FGPA) Aleš Šegula (UM FGPA) Eva Gider (UM FKKT) Neža Hozjan (UM FKKT)

VSEBINA

1	UVOD	1
1.1	OPREDELITEV PROBLEMA	1
1.1.1	ARHITEKTURNI VIDIK	1
1.1.2	VIZUALNO IN AKUSTIČNO UGODJE NA DELOVNEM MESTU	1
1.1.3	TOPLOTNO UGODJE	4
1.1.4	PITNA VODA	5
1.1.5	KAKOVOST NOTRANJEGA ZRAKA	5
1.1.6	FORMALDEHID	5
1.2	POVZETEK IN CILJ PROJEKTA	7
2	POTEK PROJEKTA	8
3	REZULTATI PROJEKTA	16
3.1	PREDAVALNICA A-105	16
3.1.1	ARHITEKTURNA ZASNOVA	16
3.1.2	VIZUALNO UGODJE	19
3.1.3	TOPLOTNO UGODJE	24
3.1.3.1	TEMPERATURA ZRAKA	24
3.1.3.2	POVRŠINSKE TEMPERATURE	28
3.1.3.3	RELATIVNA VLAGA	31
3.1.3.4	INTEGRALNO OCENJEVANJE TOPLOTNEGA UGODJA (PMV-PPD)	34
3.1.3.5	SUBJEKTIVNI INDOKATORJI TOPLOTNEGA UGODJA	35
3.1.4	AKUSTIČNO UGODJE	36
3.1.5	KAKOVOST NOTRANJEGA ZRAKA	36
3.1.5.1	KISIK	37
3.1.5.2	OGLJIKOV DIOKSID	37
3.1.5.3	FORMALDEHID	40
3.1.6	KAKOVOST PITNE VODE	40
3.2	PREDAVALNICA A-202	42
3.2.1	ARHITEKTURNA ZASNOVA	42
3.2.2	VIZUALNO UGODJE	46
3.2.3	TOPLOTNO UGODJE	51
3.2.3.1	TEMPERATURA ZRAKA	51
3.2.3.2	POVRŠINSKE TEMPERATURE	55
3.2.3.3	RELATIVNA VLAGA	58
3.2.3.4	INTEGRALNO OCENJEVANJE TOPLOTNEGA UGODJA (PMV-PPD)	61
3.2.3.5	SUBJEKTIVNI INDOKATORJI TOPLOTNEGA UGODJA	62
3.2.4	AKUSTIČNO UGODJE	63
3.2.5	KAKOVOST NOTRANJEGA ZRAKA	64
3.2.5.1	KISIK	64
3.2.5.2	OGLJIKOV DIOKSID	64
3.2.5.3	FORMALDEHID	67
3.2.6	KAKOVOST PITNE VODE	67
3.3	PISARNA B-419	69
3.3.1	ARHITEKTURNA ZASNOVA	69
3.3.2	VIZUALNO UGODJE	71

3.3.3	TOPLOTNO UGODJE	76
3.3.3.1	TEMPERATURA ZRAKA	76
3.3.3.2	POVRŠINSKE TEMPERATURE	80
3.3.3.3	RELATIVNA VLAGA	83
3.3.3.4	INTEGRALNO OCENJEVANJE TOPLOTNEGA UGODJA (PMV-PPD)	86
3.3.3.5	SUBJEKTIVNI INDOKATORJI TOPLOTNEGA UGODJA	87
3.3.4	AKUSTIČNO UGODJE	88
3.3.5	KAKOVOST NOTRANJEGA ZRAKA	88
3.3.5.1	KISIK	88
3.3.5.2	OGLJIKOV DIOKSID	89
3.3.5.3	FORMALDEHID	90
3.3.6	KAKOVOST PITNE VODE	91
3.4	PISARNA D1-408	92
3.4.1	ARHITEKTURNA ZASNOVA	92
3.4.2	VIZUALNO UGODJE	94
3.4.3	TOPLOTNO UGODJE	98
3.4.3.1	TEMPERATURA ZRAKA	98
3.4.3.2	POVRŠINSKE TEMPERATURE	101
3.4.3.3	RELATIVNA VLAGA	105
3.4.3.4	INTEGRALNO OCENJEVANJE TOPLOTNEGA UGODJA (PMV-PPD)	108
3.4.3.5	SUBJEKTIVNI INDOKATORJI TOPLOTNEGA UGODJA	109
3.4.4	AKUSTIČNO UGODJE	109
3.4.5	KAKOVOST NOTRANJEGA ZRAKA	110
3.4.5.1	KISIK	110
3.4.5.2	OGLJIKOV DIOKSID	110
3.4.5.3	FORMALDEHID	113
3.4.6	KAKOVOST PITNE VODE	113
4	PREDLOG UKREPOV	115
4.1	MEHKI UKREPI	115
4.2	TEHNIČNI UKREPI	115
5	ZAKLJUČEK	117
6	VIRI IN LITERATURA	120
7	PRILOGE	121
7.1	PRILOGA 1	121
7.2	PRILOGA 2	122
7.3	PRILOGA 3 – ANKETA	123

1 UVOD

1.1 OPREDELITEV PROBLEMA

1.1.1 ARHITEKTURNI VIDIK

Družba se močno spreminja pod vplivom tehnologije in digitalizacije sveta. Vse informacije in vsa znanja so dostopna v sekundi, sistemi in naprave lajšajo delo, zamenjujejo človeka na določenih področjih in veliko stvari brez tehnologije ni več mogočih. Po drugi strani pa je družba vedno bolj ozaveščena o skrbi za okolje in klimatski spremembi ter posledično vračanje k osnovnim, naravnim konceptom bivanja.

Slednje se vedno pogosteje opazi pri oblikovanju prostorov za izobraževanje. Učilnica ni samo prostor z mizami in stoli, katedrom in tablo, temveč prostor, ki nudi razvoj posameznika in sistema izobraževanja. Koncept oblikovanja učilnice se spreminja tudi zaradi spremembe v odnosu med študentom-profesorjem, ki postaja manj formalen in bolj kooperativen. S tem se izgublja pomen hierarhičnega katedra. Nove oblike so tudi učilnice na prostem, ki omogočajo drugačen način učenja in predaje znanja. Predvsem pomembni dejavniki pri zasnovi delovnega prostora, bodisi predavalnice, kot tudi pisarne, so:

- akustika;
- svetloba;
- prezračevanje;
- pohištvo.

1.1.2 VIZUALNO IN AKUSTIČNO UGODJE NA DELOVNEM MESTU

Med osnovna načela ergonomije, ki jih je potrebno upoštevati pri zasnovi delovnega mesta spada tudi osvetlitev. Več kot 80 % našega dojetja okolja prihaja skozi oči. Nepravilno, premalo pa tudi preveč osvetljeni delovni prostori vplivajo negativno na zdravje zaposlenih. Slaba osvetlitev povzroča utrujenost, glavobole in slabost. Pravilna izbira svetilke za posamezno delovno mesto in pravilna osvetlitev delovnega mesta sta ključnega pomena za doseganje zahtevane delovne učinkovitosti in kakovosti opravljenega dela. Za različna dela potrebujemo različno moč osvetlitve. Danes so delovna mesta zelo spreminjajoči se prostori in tako bo tudi v prihodnje. Osvetlitev mora biti:

- enakomerna;
- homogena;
- brez utripanja;
- brez bleščanja;
- ne sme biti moteča;
- nuditi mora svetlobno udobje in
- mora biti dovolj močna za dela, ki se opravljajo na posameznem delovnem mestu.

Zakonodajne osnove

- standard SIST EN 12464 - Razsvetljava na delovnem mestu
- Pravilnik o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih (Ur. list RS, št. 89/99 in 39/05)
- Pravilnik o varnosti in zdravju pri delu s slikovnim zaslonom (Ur. list RS, št. 30/00 in 73/05)

Delovni prostori morajo biti praviloma (razen v primeru izjem navedenih v 30. členu) osvetljeni z:

- naravno svetlobo, kar dosežemo z ustrezno površino in velikostjo oken (velikost površin za osvetljevanje vsaj 1/8 površine tal, površina posameznega prozornega okna najmanj 1 m² pri globini prostora do 4 m, oziroma 1,5 m² pri globini nad 4 m, višina in širina okna vsaj 1 m, višina spodnjega roba okna manj kot 1,5 m);
- opremljeni z umetno razsvetljavo, ki zagotavlja osvetljenost stalnih delovnih mest v skladu z veljavnimi slovenskimi standardi oziroma vsaj 200 lx (luks); v primeru večjih zahtev mora biti delovno mesto opremljeno tudi z dodatno lokalno razsvetljavo;
- opremljeni z zasilno razsvetljavo, če bi bila zaradi izpada ogrožena varnost in zdravje delavcev v takšnih prostorih, ki zagotavlja osvetljenost vsaj 1 % predpisane vrednosti oziroma vsaj 1 lx;
- v primeru mešane razsvetljave mora biti ta usklajena z naravno svetlobo (smer vpada, barva svetlobe).

Delovni prostori za delo z zaslonom morajo biti osvetljeni:

- mora biti naravna in/ali umetna osvetljenost prostora 400 ±100 lx (luks);
- če je le mogoče, razmerje svetlosti med zaslonom in okoljem v neposrednem vidnem polju ne sme presegati vrednosti 1:3, v ožjem vidnem polju 1:10 in v širšem vidnem polju 1:20;
- mora biti delovno okolje oblikovano tako, da viri svetlobe ne povzročajo motečega bleščanja oziroma zrcaljenja na zaslonu.

Kakovost osvetljenosti

- Pri načrtovanju razsvetljave delovnega okolja izhajamo iz znanih 7 lastnosti dobre razsvetljave;
- vzdrževanje osvetljenosti;
- pomembna tudi porazdelitev svetlosti in s tem tudi odsevnost posameznih površin;
- splošna razsvetljava;
- lokalizirana razsvetljava;
- lokalna razsvetljava;
- razsvetljava stavbe predstavlja 1 % do 2 % celotne investicije;
- razsvetljava zelo vpliva na počutje delavcev; 57 % ljudi je nezadovoljnih z razsvetljavo delovnega mesta; moteča razsvetljava je takoj za suhim zrakom in hrupom;
- investicija v moderno razsvetljavo (T5, EPN) se povrne v nekaj letih;
- pisarne, učilnice, predavalnice – predpisana vrednost 500 lx;
- razsvetljavno napravo običajno načrtujemo tako, da je osvetljenost v začetku približno 25% večja od potrebne ($E_{sr}=1,25 \times E_n$);
- toplo bela svetloba (<3300 K); nevtralnno bela svetloba (3300 K - 5300 K); hladno bela svetloba (>5300 K);
- meritve osvetljenosti izvajamo z merilnikom osvetljenosti (lux-meter).

Akustično ugodje na delovnem mestu

- Prostorska akustika obravnava obnašanje zvoka v prostoru.
- Od akustike v prostoru je odvisna kakovost prenosa informacij (govora, glasbe).
- Akustično ugodje ni pomembno le za gledališča in kulturne dvorane. Pomembno je tudi za učilnice, predavalnice, športne dvorane, večnamenske dvorane, sejne sobe, pisarne in tudi za stanovanjske prostore.
- Reguliranje obnašanja zvoka je potrebno, da se zagotovi nizko raven hrupa, da se prepreči odmevanje in donenje, da se zagotovi dobro ter enakomerno slišnost in razumljivost govora in glasbe.

Prostorska akustika je poleg drugih pogojev (osvetlitev, grejte-hlajenje, prezračevanje, ipd.) **pomemben dejavnik dobrega počutja, ugodnih bivalnih in delovnih pogojev ter tudi zdravja in varnosti** (prekomeren hrup lahko povzroča vznemirjenost, stres, okvare sluha, nezgode in nesreče).

Dobra prostorska akustika:

- ni prekomernega hrupa ozadja;
- ni prevelikega odmevanja;
- na vseh mestih v prostoru je zvok dovolj močan in jasen/razumljiv;
- ni neželenih resonanc.

Na splošno dobra akustika prostora pomeni uravnoteženost med odmevnim časom, hrupom ozadja in zvočno izolacijo prostora. V prostoru z dobro akustiko so zaželjeni zvoki poudarjeni, nezaželjeni pa odstranjeni ali zmanjšani na nemotečo raven.

Slaba prostorska akustika:

- močno odmevanje v prostoru, donenje;
- povišana raven hrupa;
- mešanje zvokov;
- slaba slišnost zvoka (govora/glasbe);
- slaba razumljivost in slaba jasnost govora/glasbe;
- splošno nelagodje, slabi delovno/učni pogoji (ob dalj časa trajajoči izpostavljenosti pa stres in motnje sluha).

Akustično slabi so prostori, ki imajo veliko trdih in gladkih površin od katerih se zvok odbija (gladke stene, gladki stropi in trda tla, velike steklene površine).

Nekoliko poenostavljeno bi lahko govorili o dveh nivojih akustike:

1. Osnovne akustične zahteve:

Ni prekomernega odmevanja in hrupa ozadja, te osnovne akustične pogoje je potrebno zagotoviti v vseh prostorih, v katerih se večje ali manjše število ljudi ukvarja z neko dejavnostjo (tudi pisarne in stanovanja).

2. Povečane akustične zahteve:

Poleg osnovnega pogoja, da ni odmevanja in hrupa ozadja, je potrebno zagotoviti tudi ustrezno kakovost zvoka (jasnost, čistost, razumljivost, enakomernost, odsotnost negativnih zvočnih pojavov,...).

Kdaj razmišljati o akustiki prostora?

- O akustiki prostora je potrebno razmišljati že v fazi idejne zasnove novega objekta. S pravilno prostorsko zasnovo, ki upošteva osnovne zakonitosti obnašanja zvoka, ustvarimo predpogoje za ustrezno akustičnost prostora.
- V fazi DGD se je potrebno posvetiti natančnemu projektiranju akustike predvsem večjih prostorov, v katerih se odvijajo govorne in/ali glasbene dejavnosti (gledališke, koncertne in večnamenske dvorane, športne dvorane, učilnice, predavalnice,...), prostorov, kjer se zadržuje veliko ljudi (letališke in druge avle, restavracije,..) oz. kjer je pomembna kakovost zvoka (studii, vadbene sobe, glasbene učilnice,...).
- Naknadne korekcije akustike so možne, vendar so praviloma zahtevnejše in dražje, nabor rešitev pa je večkrat omejen.

Skozi projekt se je ugotavljala mejna raven hrupa L_{AFmax} , ki je maksimalna raven hrupa L_{AF} (izmerjena vrednost ravni hrupa, izražena v dB(A) in izmerjena z merili, ki imajo frekvenčno ovrednoteno

karakteristiko tipa A in časovno uteženo karakteristiko tipa F (fast)) in ekvivalentna stalna raven hrupa v danem časovnem intervalu ali v času merjena L_{Aeq} (dB(A)).

1.1.3 TOPLOTNO UGODJE

MEHANIZMI PRENOSA TOPLOTE SKOZI STAVBNI ELEMENT:

KONDUKCIJA ali PREVAJANJE: prenos toplote s pomočjo delcev, pri čemer delci ne morejo potovati (trdna snov), lahko pa nihajo, med seboj trkajo in tako prenašajo toploto

Primer: prenos toplote skozi steno (toplota se prenaša iz mesta z višjo T proti mestu z nižjo T)

Toplotni izolatorji: snovi, ki ovirajo prenos toplote in imajo majhno toplotno prevodnost λ (glavna sestavina je zrak, ki miruje in ima nizek λ – ni prestopa)

KONVEKCIJA ali PRESTOP: prenos toplote s pomočjo delcev, pri čemer lahko delci potujejo oz. se prosto gibljejo (kapljevine, plini)

Primer: centralno ogrevanje, kjer delce v gibanje poženejo bojler, črpalka in radiator (voda) in nato do segretja zrak kroži.

SEVANJE ali RADIACIJA: prenos toplote brez sodelovanja delcev – toploto prenaša elektro magnetno valovanje (krajše EMV)

Predmeti pri višji T sevajo s kratkimi valovi in sevajo močnejše. Steklo ima veliko transmisijo za kratkovalovno sevanje in majhno za dolgovalovno sevanje. Ker sonce seva s kratkimi valovi se sevanje transmisira skozi steklo. Predmeti v stavbi absorbirajo sevanje, zato se jim poveča temperatura. Ker je temperatura teh predmetov nizka, sevajo z dolgimi valovi, ki jih absorbira steklo. Absorbirano sevanje se nato delno odda nazaj v prostor, delno pa v okolico. Torej lahko toplota vstopi neovirano, iz zgradbe pa gre le delno in posredno.

KAKO POVEČAMO TOPLOTNO UGODJE?

ČIM MANJŠE IZGUBE: dobra izolacija, čim manj toplotnih mostov, trojna zasteklitev (povečamo toplotni upor), tudi dvojna zasteklitev s polnili (Ar, Xe) - zmanjšamo prestop in kovinskimi nanosi na notranji strani – zmanjšamo sevanje (ne izgubimo toplote skozi okna, neoviran pa ostane prehod sončnega sevanja)

ČIM BOLJ UČINKOVITO PREZRAČEVANJE: zrakotesnost, rekuperator (notranji zrak, ki gre ven, odda toploto zunanjemu zraku, ki pride noter)

UČINKOVITO GRETJE: velike zasteklitve proti jugu, toplotna črpalka

TOPLOTNI MOSTOVI

Toplotni most je mesto na toplotnem ovoju stavbe, kjer pride do bistvene spremembe toplotne prepustnosti U ali bistvene spremembe smeri gostote toplotnega toka. Delitev glede na vzrok: strukturni (spremeni se sestava stene – npr. balkon) ali geometrijski (zunanja in notranja površina toplotnega ovoja sta različni – npr. rob stavbe)

Delitev glede na tip: linijski ali točkovni

TOPLOTNI OVOJ STAVBE

Toplotni ovoj stavbe: meja med klimatiziranimi prostori (prostori, ki se hladijo in grejejo) in neklimatiziranimi prostori in okolico:

1) DIREKTNE TOPLOTNE IZGUBE (skozi stene in toplotne mostove)

2) TOPLOTNE IZGUBE SKOZI ZEMLJO (največje na robu)

3) TOPLOTNE IZGUBE SKOZI NEKLIMATIZIRANE PROSTORE

*1, 2 in 3 imenujemo TRANSMISIJSKE TOPLOTNE IZGUBE

4) PREZRAČEVALNE IZGUBE (meritve zrakotesnosti)

TOPLOTNI DOBITKI

SOLARNI TOPLOTNI DOBITEK: solarna radiacija, ki jo absorbira gradbeni element (ali transmitira steklo) in se prenese v notranjost.

TOPLOTNI DOBITKI NOTRANJIH VIROV: naprave, razsvetljava, ljudje...

DOVEDENA TOPLOTA ZA OGREVANJE STAVBE = TOPLOTNE IZGUBE – TOPLOTNI DOBITKI

TEMPERATURA NA NOTRANJI POVRŠINI GRADBENE KONSTRUKCIJE

Če je temperatura notranjih površin prenizka lahko pride do kondenzacije in nastanka plesni. Problem nastane predvsem pozimi, ko je temperatura notranjih površin nižja od temperature v prostoru - takrat je relativna vlaga na notranji površini večja.

Rešitev: Temperaturo notranjih površin povišamo z dodatno izolacijo. Zmanjšamo relativno vlažnost s prezračevanjem (zrak zunaj je bolj suh kot znotraj).

TEMPERATURA V PROSTORU

Temperatura v prostoru je odvisna od vsakega posameznika in njegovih navad, vlage, zunanje klime, letnih časov ter od namembnosti prostora. Temperatura v zimskem času bi se naj čez dan gibala od 20-22 °C ponoči med 16-18 °C sicer spanec ni udoben, v poletnem času pa se priporoča čez dan temperatura okrog 25 °C, čez noč pa nekoliko manj. Optimalna temperaturna razlika med tlemi in glavou človeka je 4 K.

HITROST ZRAKA

Gibanje zraka v prostoru ne sme biti premočno dolgo časa, preprih lahko napravimo toliko časa, da se prostor prezračí. Prav tako ni prijetno nenehno pihanje zraka iz klimatskih naprav.

VLAGA

Optimalna relativna vlažnost v prostoru je 40–60 %. Merimo z napravo imenovano higrometer. Če je v prostoru premalo vlage to začutimo kot draženje sluznice, saj nas sili h kašlju.

1.1.4 PITNA VODA

Glede na določbe Pravilnika o pitni vodi (<http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV3713>) določamo: mikrobiološke parametre kemijske parametre in indikatorske parametre. V sklopu projekta smo preverjali kakovost pitne vode z indikatorskimi parametri: električna prevodnost, pH vrednost, motnost, ter kemijskimi parametri: določanje kovin (baker, kadmij, krom, nikelj, svinec, mangan, železo, cink). Mejne vrednosti kovin v vodi predstavljajo: baker= 2mg/L, kadmij=5µg/L, krom=50µg/L, nikelj=20µg/L, svinec=10-25µg/L, mangan=50-400µg/L, železo=200-2000µg/L in cink=3mg/L. pH vrednost se lahko giblje med 6,5 in 9,5.

1.1.5 KAKOVOST NOTRANJEGA ZRAKA

V notranjem zraku najpogosteje merimo plina kisik in ogljikov dioksid. Praviloma vsebuje zrak 21% kisika. Če pade vrednost kisika pod 18% postane prostor nevaren za človeka. Koncentracijo ogljikovega dioksida merimo v ppm (parts per million= število delcev na milijon). Zunanji zrak vsebuje okrog 350 ppm ogljikovega dioksida, mestni zrak 700 ppm. Meja ugodja za človeka predstavlja 1000 ppm. Ker se v izdihanem zraku nahaja približno 50000 ppm ogljikovega dioksida, je zelo pomembno zračenje, saj na ta način zagotovimo dotok kisika, ter znižamo koncentracijo ogljikovega dioksida. Visoka koncentracija ogljikovega dioksida v zraku namreč za človeka predstavlja slabo počutje, glavobole, v ekstremnih količinah ppm celo zastrupitev in smrt.

1.1.6 FORMALDEHID

Koncentracijo formaldehida prav tako podajamo v enoti ppm. Če je ta koncentracija med 0 in 0,05 ppm, to ne predstavlja škodljivosti za človeka. Med 0,05 in 1,05 ppm zaznamo prve nefrofiziološke učinke, ter plin zaznamo z vohom. Formaldehid draži zgornja dihala (nos) pri koncentracijah 0,1-25

ppm. Kadar so te koncentracije visoke, ter izpostavljenost dolga (5-30ppm) se poznajo posledice na pljučih. Pri koncentracijah nad 100 ppm je vdihavanje usodno za človeka, povzroča smrt.

1.2 POVZETEK IN CILJ PROJEKTA

V stavbah preživimo v povprečju 90 % časa, zato se pomen notranjega okolja uvršča med najvplivnejše faktorje za doseganje visoke stopnje bivalnega ugodja. Obstoječe študije dokazujejo, da ima kakovost notranjega okolja neposreden vpliv na počutje in zdravje uporabnikov. V stavbah, ki so namenjene delu in izobraževanju, pa je ta vpliv povezan še z delovno učinkovitostjo. Ob problemih obstoječih stavb povezanih s staranjem, slabo energijsko učinkovitostjo, funkcionalno neustreznostjo, potresno in požarno varnostjo, pa se vse bolj pojavlja problem s t.i. »sindrom bolnih stavb«, pri daljši izpostavljenosti dejavnikom tveganja zaradi neustrezne kakovosti notranjega okolja se lahko namreč pojavljajo tudi zdravstvene težave.

V sklopu projekta je bila obravnavana problematika kakovosti notranjega bivalnega okolja na primeru prostorov, pisarn za zaposlene in predavalnic, Univerze v Mariboru Fakultete za gradbeništvo, prometno inženirstvo in arhitekturo (UM FGPA), kjer obstajajo indici neustrezne kakovosti in s tem povezanih negativnih vplivov na uporabnike. Problematika obravnava interdisciplinarno, z implementacijo različnih arhitekturnih, gradbenih in kemijsko-bioloških pristopov ter z medsebojno izmenjava znanj, izkušenj in dobrih praks med podgoškimi, delovnimi mentorjema in študenti. Izvedena je bila identifikacija kakovosti notranjega okolja skozi analizo termalnega, vizualnega in akustičnega ugodja ter kakovosti zraka, ki je bila izvedena z meritvami z merilnimi inštrumenti in vodena iz strani dveh partnerjev oz. podjetij ENMA d.o.o. in IKEMA d.o.o. Analizirali so se tudi objektivni in subjektivni indikatorji kakovosti povezani z arhitekturno zasnovo prostorov.

Na podlagi analiz je bila izvedena identifikacija vplivnih dejavnikov tveganja za zdravje, slabo počutje in delovno učinkovitost. Ključni del projekta je bila priprava predlogov ukrepov izboljšanja kakovosti notranjega okolja, pri čemer so bili ukrepi razdeljeni v dve kategoriji ukrepov: »tehnični« in "mehki". Prva kategorija zajema predloge ukrepov prenove, ki so pogojeni z investicijskimi stroški, kot so avtomatsko senčenje in ugašanje luči, zamenjava termostатов, aktivno prezračevanje prostorov itd.. Rešitev za ustrezno kakovost notranjega okolja pa lahko dosežemo tudi z različnimi ukrepi prenove, znatno izboljšanje pa je moč doseči že z ustreznim načinom uporabe stavbe (ustreznim prezračevanjem, senčenjem), torej s t. i. "mehkimi ukrepi", ki ne zahtevajo investicijskih vložkov in jih lahko oba partnerja dodatno vključita v svoje storitve. Poseben poudarek je bil na ukrepih za razvoj mehanizmov osveščanja in motivacije uporabnikov, ki o pravilni uporabi stavbe niso osveščeni in posledično vplivajo na slabe navade uporabnikov stavbe in tako s pridobljenimi smernicami iz rezultatov projekta predstavlja visoko uporabno vrednost predvsem za oba partnerja, ki se ukvarjata s svetovanjem in meritvami indikatorjev kakovosti notranjega okolja, ter se v praksi srečujeta tudi z naročniki, ki zaradi finančnih omejitev ne morejo izvajati visokoinvesticijskih prenov. Prav poznavanje konceptov mehkih ukrepov, to je mehanizmov, s katerimi bi lahko uporabniki sami bistveno prispevali k izboljšanju kakovosti notranjega okolja je bila glavna prednost projekta, ki sta ju oba partnerja, študentje in pedagoški mentorji uporabili pri reševanju izpostavljenega problema. Posredno bi imela izvedba projekta velik pomen tudi za vse uporabnike UM (študente, zaposlene), drugega partnerja ter širšo družbo.

2 POTEK PROJEKTA

Aktivnost 1: Preučevanje indikatorjev kakovosti notranjega okolja s tematike toplotnega, vizualnega in akustičnega ugodja, arhitekturne zasnove, kakovost notranjega zraka in pitne vode. Določeni so bili parametri, kateri so se ugotavljali s pomočjo meritev, opazovanja in analiz v dveh predavalnicah in dveh pisarnah v prostorih Tehničnih fakultet. Priprava terminskega plana izvajanja meritev ter izvedba grafičnih opozoril in priporočil o uporabi prostorov v času izvajanja meritev.

Aktivnost 2: Seznanitev s tehnološkimi možnostmi podjetja, osnovnimi merilnimi napravami in procesi ter praktičen prikaz meritev.

Aktivnost 3: Meritve notranjega ugodja z merilnimi instrumenti: temperatura zraka, relativne vlažnosti, površinskih temperatur, koncentracij kisika in ogljikovega dioksida glede na 4 različne režime prezračevanja, osvetlitev prostorov in zvoka.

Aktivnost 4: Izvedba kemijske analize vzorcev gradbenih materialov. Vzorci so bili vzeti iz sten, stropov in pohištva. Izvedla se je analiza formaldehida v laboratoriju: formaldehid je prisoten v vseh vzorcih.

Aktivnost 5: Analiza indikatorjev povezanih z arhitekturno zasnovo. Kemijska analiza odvzetih vzorcev vode, ki se je izvedla v laboratoriju: voda je pitna, priporoča pa se vsaj 10 sekundni iztok vode preden jo zaužijemo.

Aktivnost 6: Analiza rezultatov vseh meritev, kjer ugotovimo, da z ustreznim prezračevanjem, regulacijo temperature in senčil, ugašanjem luči, zamenjavo pohištva, iztokom vode za nekaj časa itd. bistveno vplivamo na izboljšanje kakovosti notranjega bivalnega ugodja.

Aktivnost 7: Priprava nabora "tehničnih" ukrepov prenove za izboljšanje kakovosti prostorov. Za ta nabor so potrebni investicijski vložki: termostati, avtomatsko senčenje in prezračevaje, filtri za pitno vodo, zamenjava miz, klopi in luči, itd.

Aktivnost 8: Priprava nabora "mehkih" ukrepov osveščanja in motivacije uporabnikov za izboljšanje kakovosti prostorov brez investicijskih vložkov: obvestila, plakati, videi,...

Aktivnost 9: Ciljno usmerjeni načrt osveščanja in motivacije s plakati, obvestili uporabnikov, študentov in zaposlenih, o ustreznem načinu rabe stavbe z namenom dviga kakovosti notranjega okolja in bivalnega ugodja v delovnih prostorih: ugašanje luči, 10 sekundni iztok vode, ustrezno prezračevanje prostorov.

Tabela 1: Terminski plan izvajanja projekta

teden	datum	dan	prostor	ura	indikatorji	režim uporabe prostorov	študenti
1	21.3.	ČETRTEK	B-419	8:00 (četrtek)- 7:30 (torek)	T prostora, T zunanja, RH notranja, RH zunanja,	neprežračevano	G
				7:30-8:00, 14:00- 15:00	Površinske temperature (tla,stena - notranja, zunanja, okno, strop), sevalna temepratura, gibanje zraka		G
				8:00 (četrtek)- 7:30 (torek)	Kakovost notranjega zraka: O2, CO2		K
				14:00- 15:00	Arhitekturna zasnova prostorov		A
2	26.3.	TOREK	A-202	7:30 (torek)- 7:30 (četrtek)	T prostora, T zunanja, RH notranja, RH zunanja,	neprežračevano	GING
				7:30-8:00, 14:00- 15:00	Površinske temperature (tla,stena - notranja, zunanja, okno, strop), sevalna temepratura, gibanje zraka		GING
				7:30 (torek)- 7:30 (četrtek)	Kakovost notranjega zraka: O2, CO2		K
				14:00- 15:00	Arhitekturna zasnova prostorov		A
3	2.4.	TOREK	A-105	7:30 (torek)- 7:30 (četrtek)	T prostora, T zunanja, RH notranja, RH zunanja,	neprežračevano	GING
				7:30-8:00, 14:00- 15:00	Površinske temperature (tla,stena - notranja, zunanja, okno, strop), sevalna temepratura, gibanje zraka		GING
				7:30 (torek)- 7:30 (četrtek)	Kakovost notranjega zraka: O2, CO2		K
				14:00- 15:00	Arhitekturna zasnova prostorov		A

teden	datum	dan	prostor	ura	indikatorji	režim uporabe prostorov	študenti
				7:30 (četrtek)- 7:30 (torek)	T prostora, T zunanja, RH notranja, RH zunanja,		G
				7:30-8:00, 14:00- 15:00	Površinske temperature (tla,stena - notranja, zunanja, okno, strop), sevalna temepratura, gibanje zraka	nepreзраčevano	G
4.4.		ČETRTEK	D1-408	7:30 (torek)- 7:30 (četrtek)	Kakovost notranjega zraka: O2, CO2		K
				14:00- 15:00	Arhitekturna zasnova prostorov		A
				7:30 (torek)- 7:30 (četrtek)	T prostora, T zunanja, RH notranja, RH zunanja,		GING
				7:30-8:00, 14:00- 15:00	Površinske temperature (tla,stena - notranja, zunanja, okno, strop), sevalna temepratura, gibanje zraka		GING
9.4.		TOREK	A-202	7:30 (torek)- 7:30 (četrtek)	Kakovost notranjega zraka: O2, CO2		K
				7:30-8:00, 14:00- 15:00	osvetlitev	ves čas odprta okna na kip	A
				10:00- 11:00, 14:00- 15:00	osvetlitev		A
				7:30 (četrtek)- 7:30 (torek)	T prostora, T zunanja, RH notranja, RH zunanja,		G
				7:30-8:00, 14:00- 15:00	Površinske temperature (tla,stena - notranja, zunanja, okno, strop), sevalna temepratura, gibanje zraka		G
11.4.		ČETRTEK	B-419	7:30 (torek)- 7:30 (četrtek)	Kakovost notranjega zraka: O2, CO2	ves čas odprta okna na kip	K

teden	datum	dan	prostor	ura	indikatorji	režim uporabe prostorov	študenti
5	16.4.	TOREK	A-105	7:30 (torek)- 7:30 (četrtek)	T prostora, T zunanja, RH notranja, RH zunanja,	ves čas odprta okna na kip	GING
				7:30-8:00, 14:00- 15:00	Površinske temperature (tla,stena - notranja, zunanja, okno, strop), sevalna temepratura, gibanje zraka		GING
				7:30 (torek)- 7:30 (četrtek)	Kakovost notranjega zraka: O2, CO2		K
	18.4.	ČETRTEK	D1-408	7:30 (četrtek)- 7:30 (torek)	T prostora, T zunanja, RH notranja, RH zunanja,	ves čas odprta okna na kip	G
				7:30-8:00, 14:00- 15:00	Površinske temperature (tla,stena - notranja, zunanja, okno, strop), sevalna temepratura, gibanje zraka		G
				7:30 (torek)- 7:30 (četrtek)	Kakovost notranjega zraka: O2, CO2		K
6	23.4.	TOREK	A-202	7:30 (torek)- 7:30 (četrtek)	T prostora, T zunanja, RH notranja, RH zunanja,	zračenje med odmori (ob cca 8:00, 10:00, 12:00, 14:00, 2 okni po 10 minut)	GING
				7:30-8:00, 14:00- 15:00	Površinske temperature (tla,stena - notranja, zunanja, okno, strop), sevalna temepratura, gibanje zraka		GING
				7:30 (torek)- 7:30 (četrtek)	Kakovost notranjega zraka: O2, CO2		K
	25.4.	ČETRTEK	B-419	7:30 (četrtek)- 7:30 (torek)	T prostora, T zunanja, RH notranja, RH zunanja,	zračenje med odmori (ob cca 8:00, 10:00, 12:00, 14:00, 2 okni po 10 minut)	G
				7:30-8:00, 14:00- 15:00	Površinske temperature (tla,stena - notranja, zunanja, okno, strop), sevalna temepratura, gibanje zraka		G

teden	datum	dan	prostor	ura	indikatorji	režim uporabe prostorov	študenti
				7:30 (torek)- 7:30 (četrtek)	Kakovost notranjega zraka: O2, CO2		K
7.5.		TOREK	A-105	7:00 in 14:00	Osvetlitev	zračenje med odmori (ob cca 8:00, 10:00, 12:00, 14:00, 2 okni po 10 minut)	A
				7:30 (torek)- 7:30 (četrtek)	Kakovost notranjega zraka: O2, CO2		K
8.5.		SREDA	A-105	7:30 (torek)- 7:30 (četrtek)	T prostora, T zunanja, RH notranja, RH zunanja,	zračenje med odmori (ob cca 8:00, 10:00, 12:00, 14:00, 2 okni po 10 minut)	GING
				7:30-8:00, 14:00- 15:00	Površinske temperature (tla, stena - notranja, zunanja, okno, strop), sevalna temperatura, gibanje zraka		GING
				7:30 (torek)- 7:30 (četrtek)	Kakovost notranjega zraka: O2, CO2		K
9.5.		ČETRTEK	D1-408	7:30 (četrtek)- 7:30 (torek)	T prostora, T zunanja, RH notranja, RH zunanja,	zračenje med odmori (ob cca 8:00, 10:00, 12:00, 14:00, 2 okni po 10 minut)	G
				7:30-8:00, 14:00- 15:00	Površinske temperature (tla, stena - notranja, zunanja, okno, strop), sevalna temperatura, gibanje zraka		G
				7:30 (torek)- 7:30 (četrtek)	Kakovost notranjega zraka: O2, CO2		K
9.5.		ČETRTEK	A-202	7:00 in 14:00	Osvetlitev		A
8	14.5.	TOREK	A-202	7:30 (torek)- 7:30 (četrtek)	T prostora, T zunanja, RH notranja, RH zunanja,	nekontrolirano (beleženje aktivnosti)	GING

teden	datum	dan	prostor	ura	indikatorji	režim uporabe prostorov	študenti
				7:30-8:00, 14:00- 15:00	Površinske temperature (tla, stena - notranja, zunanja, okno, strop), sevalna temperatura, gibanje zraka		GING
				7:30 (torek)- 7:30 (četrtek)	Kakovost notranjega zraka: O ₂ , CO ₂		K
				7:30 (četrtek)- 7:30 (torek)	T prostora, T zunanja, RH notranja, RH zunanja,	nekontrolirano (beleženje aktivnosti)	G
16.5.	ČETRTEK	D1-408	7:30-8:00, 14:00- 15:00	Površinske temperature (tla, stena - notranja, zunanja, okno, strop), sevalna temperatura, gibanje zraka	G		
		B-419	7:30 (torek)- 7:30 (četrtek)	Kakovost notranjega zraka: O ₂ , CO ₂	K		
			7:30 (torek)- 7:30 (četrtek)	T prostora, T zunanja, RH notranja, RH zunanja,	GING		
21.5.	TOREK	A-202	7:30-8:00, 14:00- 15:00	Površinske temperature (tla, stena - notranja, zunanja, okno, strop), sevalna temperatura, gibanje zraka	nekontrolirano (beleženje aktivnosti)	GING	
			7:30 (torek)- 7:30 (četrtek)	Kakovost notranjega zraka: O ₂ , CO ₂			
			7:30 (četrtek)- 7:30 (torek)	T prostora, T zunanja, RH notranja, RH zunanja,		G	
23.5.	ČETRTEK	A-202	7:30-8:00, 14:00- 15:00	Površinske temperature (tla, stena - notranja, zunanja, okno, strop), sevalna temperatura, gibanje zraka	nekontrolirano (beleženje aktivnosti)	G	
			7:30 (torek)- 7:30 (četrtek)	Kakovost notranjega zraka: O ₂ , CO ₂		K	
			8:00-15:00	AKUSTIKA		G	

9

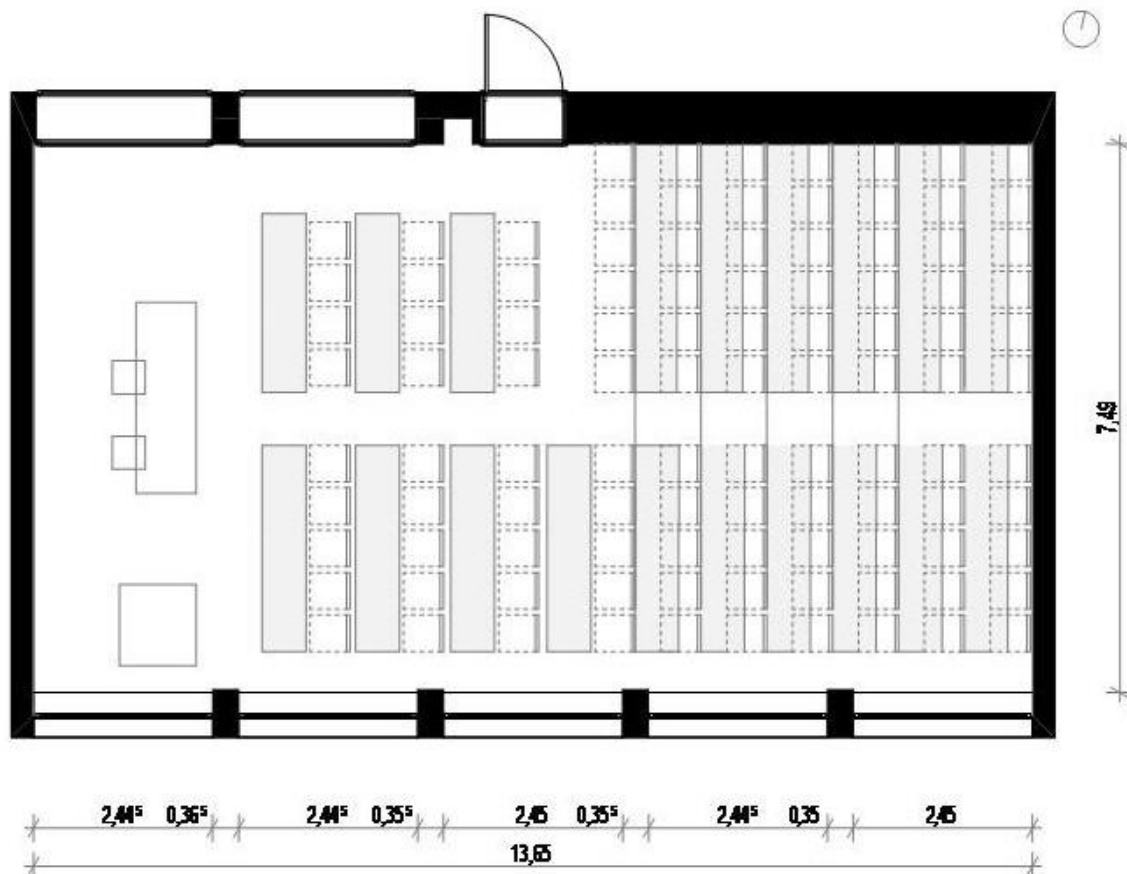
teden	datum	dan	prostor	ura	indikatorji	režim uporabe prostorov	študenti
			A-105		Kakovost pitne vode		K
	24.5	PETEK	D1-408		Kakovost pitne vode		K
			B-419		Kakovost pitne vode		K
			A-202		Kakovost pitne vode		K
				7:30 (torek)-7:30 (četrtek)	T prostora, T zunanja, RH notranja, RH zunanja,	nekontrolirano (beleženje aktivnosti)	GING
	28.5.	TOREK	B-419	7:30-8:00, 14:00-15:00	Površinske temperature (tla, stena - notranja, zunanja, okno, strop), sevalna temperatura, gibanje zraka		GING
				7:30 (torek)-7:30 (četrtek)	Kakovost notranjega zraka: O ₂ , CO ₂		K
				8:00 - 15:00	Akustika		G
				7:20 in 14:00	Osvetlitev		A
			D1-408	7:20 in 15:00	Osvetlitev		A
10				8:00 - 17:00	T prostora, T zunanja, RH notranja, RH zunanja, Površinske temperature (tla, stena - notranja, zunanja, okno, strop), sevalna temperatura, gibanje zraka		GING
	29.5.	SREDA	A-105	8:00 - 17:00			GING
				8:00 - 15:00	Akustika		GING
				8:00 - 17:00	Kakovost notranjega zraka: O ₂ , CO ₂		K
				7:30 (četrtek)-7:30 (torek)	T prostora, T zunanja, RH notranja, RH zunanja,	nekontrolirano (beleženje aktivnosti)	G
	30.5.	ČETRTEK	D1-408	7:30-8:00, 14:00-15:00	Površinske temperature (tla, stena - notranja, zunanja, okno, strop), sevalna temperatura, gibanje zraka		G
				7:30 (torek)-7:30 (četrtek)	Kakovost notranjega zraka: O ₂ , CO ₂		K

teden	datum	dan	prostor	ura	indikatorji	režim uporabe prostorov	študenti
				8:00 - 15:00	Akustika		G, GING

3 REZULTATI PROJEKTA

3.1 PREDAVALNICA A-105

3.1.1 ARHITEKTURNA ZASNOVA



Slika 1: Predavalnica A-105, obstoječe stanje

Predavalnica A-105 je dobro izkoriščen prostor z veliko delovne površine. Kot je razvidno iz Slika 1, prostor v dolžino in širino meri 13,65 m x 7,49 m. Višina prostora pa je 3,78 m. Neto površina predavalnice je 102,24 m². Volumen prostora je 386,46 m³. Skozi podatke smo ugotovili, da razmerje med dolžino in širino velja kot $\frac{1}{2}$, kar omogoča dobro razporejanje pohištva v prostoru. Na južni strani je 5 oken, višina parapeta je 1 m, ki omogočajo dobro osvetljenost prostora. Postavitev predavalnice, glede na lokacijo je primerna, saj skozi dan prejme veliko naravne svetlobe, ki pripomore k kvalitetnejšemu delu. V prostoru je 102 sedišč, od tega je bilo 32 dodanih naknadno. Glede na velikost prostora je število sedišč primerno. Mize in stoli so skupni element, zato je premikanje po prostoru onemogočeno. Prav tako so mize preozke in prenizke. Glede na trenutno predavanje v tej predavalnici, potrebe po premikajočem pohištvu ni. Lahko pa predvidevamo, da se bodo predavanja v prihodnje spreminjala in zahtevala več dela v skupinah. Za skupinska delo je primernejšo premikajoče pohištvo, ki omogoča razporejanje le-teh. Kljub temu pa je razporeditev prehodna in še vedno dovolj in primerno oddaljena od table in omogoča vsakemu uporabniku prostora dobro preglednost. Na zunanji strani oken so starejša senčila, katera je težje premikat, zaradi njihove teže. Večino časa so spuščena in priprta. So pa v prostoru zavese, katere v vsakodnevni uporabi in jih je lažje premikat ter prilagajat predavanjem. V prihodnje bi se lahko zavese zamenjale za modernejše.



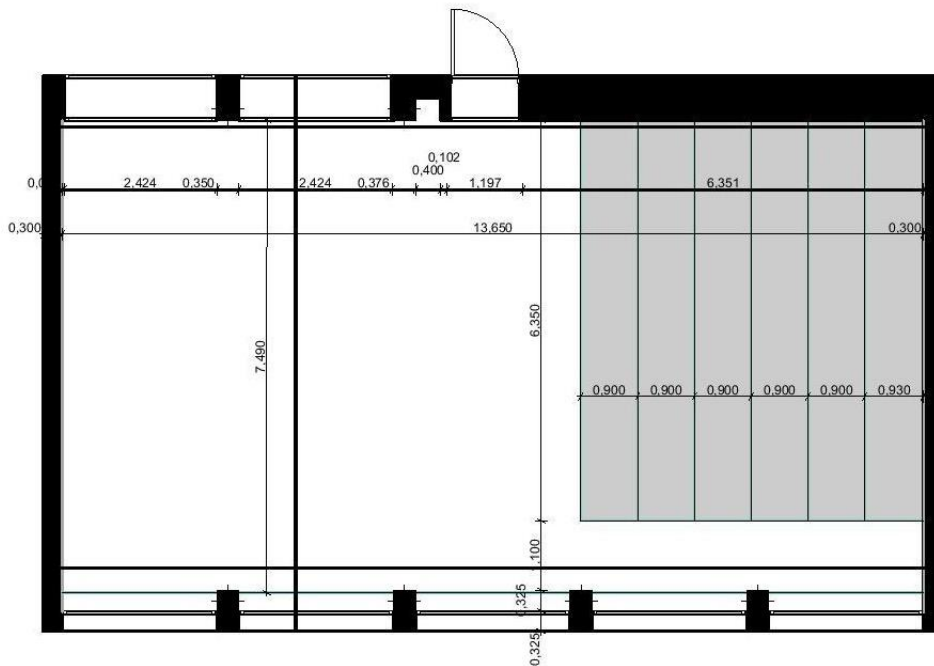
Slika 2: Fotografija predavalnice iz najvišje višine



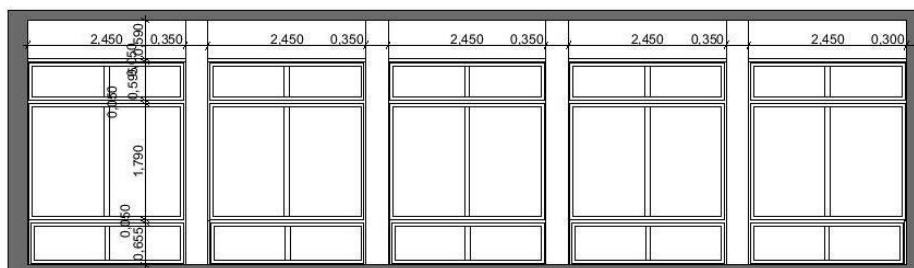
Slika 3: Fotografija predavalnice iz strani okna

Tlorisi in prerezi obstoječega stanja

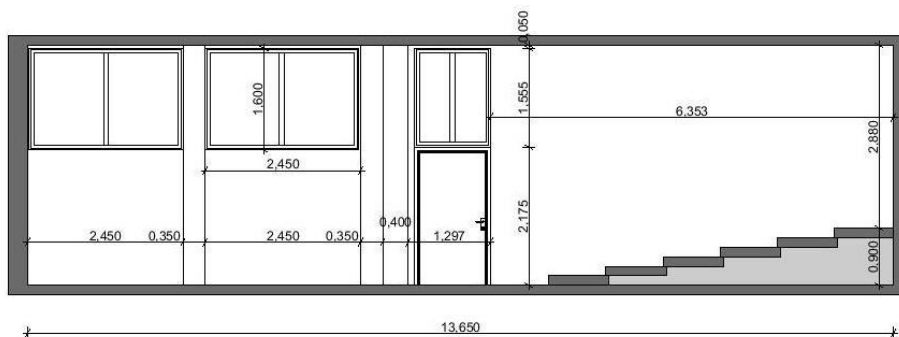
Na spodnjih slikah so prikazani vzdolžni in prečni prerezi čez predavalnico, s prikazom amfietralne postavitve miz. Na prerezih je označena višina prostora, prav tako so označene širina in dolžina oken.



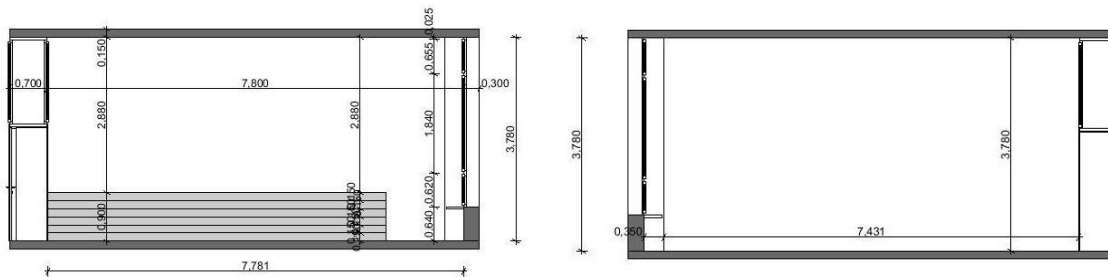
Slika 4: Tloris predavalnice



Slika 5: Prerez na južno stran- prikaz zunanjih oken



Slika 6: Prerez na severno stran- prikaz vhodnih vrat in oken, skozi katera pride svetloba iz notranjega hodnika



Slika 7: Prerezna vzhodno stran (levo) in Slika 8: Prerez na zahodno stran (desno)

3.1.2 VIZUALNO UGODJE

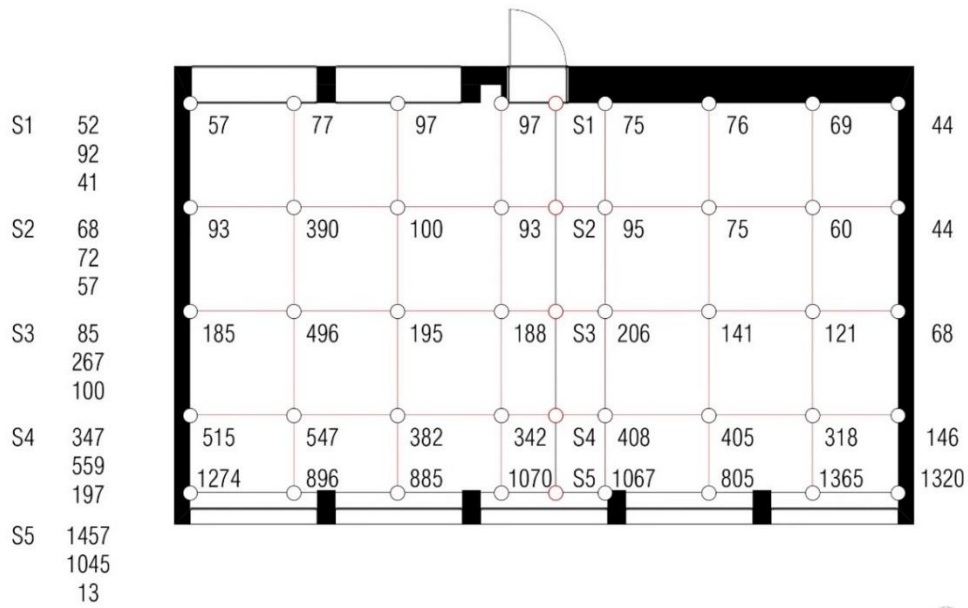
Prostori, ki jih osvetljujemo z umetnimi viri svetlobe, morajo biti osvetljeni tako, da svetloba omogoča uspešno upravljanje vseh vidnih nalog in ne utruja uči, da bi bila za oko neprijetna. Je pa tudi pomembno, da je umetni vir zgolj nadomestilo, saj je naravna svetloba tista, ki je najpomembnejša. Prav tako je omembe vredno to, da se ob projektiranju prostora ve, kakšen namen in kakšna predavanja bodo potekala, saj se k temu prilagodi svetloba - kot naravna in kot tudi umetna. Umetna svetloba mora bit takšna, da se harmonično vklopi v celoten prostor.

Za prostore, kot je predavalnica, je priporočena minimalna osvetlitev 300 lux - v skladu s standardom SIST EN 12464-1:2011 Svetloba in razsvetljava - Razsvetljava na delovnem mestu - 1. del: Notranji delovni prostori. To so minimalni pogoji, katere se mora upoštevati in izpolniti za kakovostno in učinkovito delo v prostoru. Na to vplivajo različni dejavniki, med njimi zunanji pogoji (geografska širina, vreme, ovire, ki senčijo stavbo) in lastnosti stavbe (lastnosti in velikost oken, senčil, orientacije, ipd.)

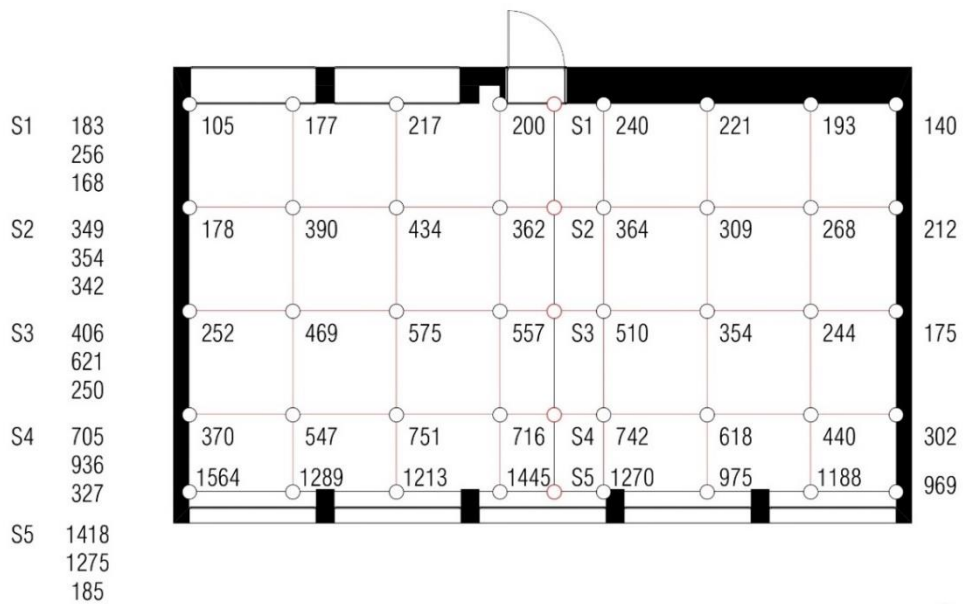
Meritve (vir: lasten); Luxmeter – merilnik osvetljenosti DELTA OHM

Meritve osvetljenosti predavalnice A-105 so se izvajale 07.05.2019, dvakrat isti dan. Prva meritev je bila ob 7.00 zjutraj, najprej z lučmi in nato brez. Meritev se je ponovila ob 14.00 popoldne, prav tako z in brez luči. Po standardu (SIST EN 17037:2019 Dnevna svetloba v stavbah) se meritev naredi ob oblačnem vremenu, saj se podajo realnejši podatki kot ob sončnem dnevu.

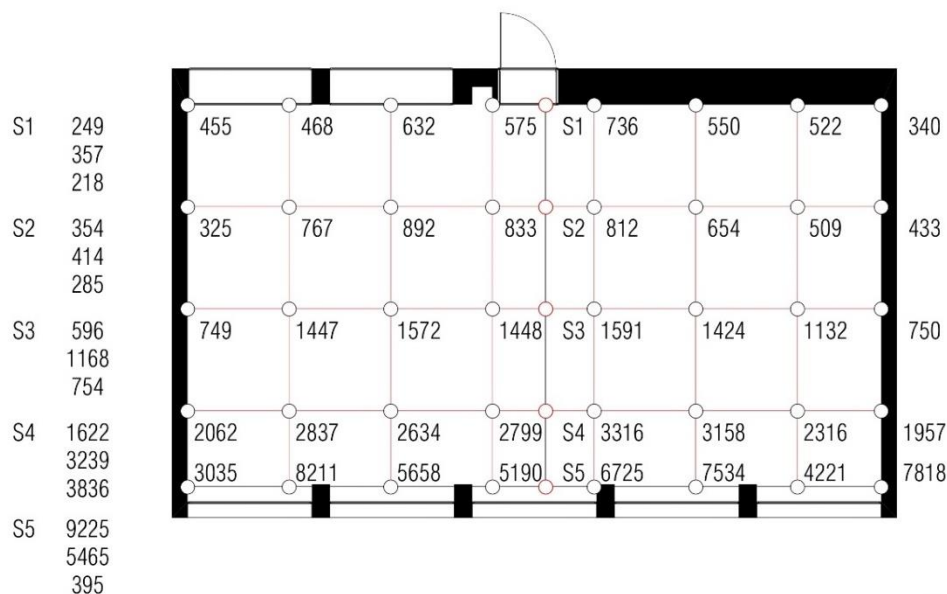
Na prehodno izrisan tloris predavalnice smo v rastru 2x2 m izrisali mrežo točk, na poziciji katerih so bile opravljene meritve osvetlitve na višini 0,85 m, kar predstavlja delovno površino mize. Dodatno smo na sredini predavalnice opravili meritve na treh različnih višinah: na tleh (0,1 m), na višini 0,85 m in 1,80 m od tal. Rezultati meritev so prikazani na spodnjih slikah (od Slika 9 do Slika 12), kjer oznake S1-S5 predstavljajo merilna mesta po sredini prostora, glede na oddaljenost od okna (S1 pomeni oddaljenost od okna za 1 raster, itd.)



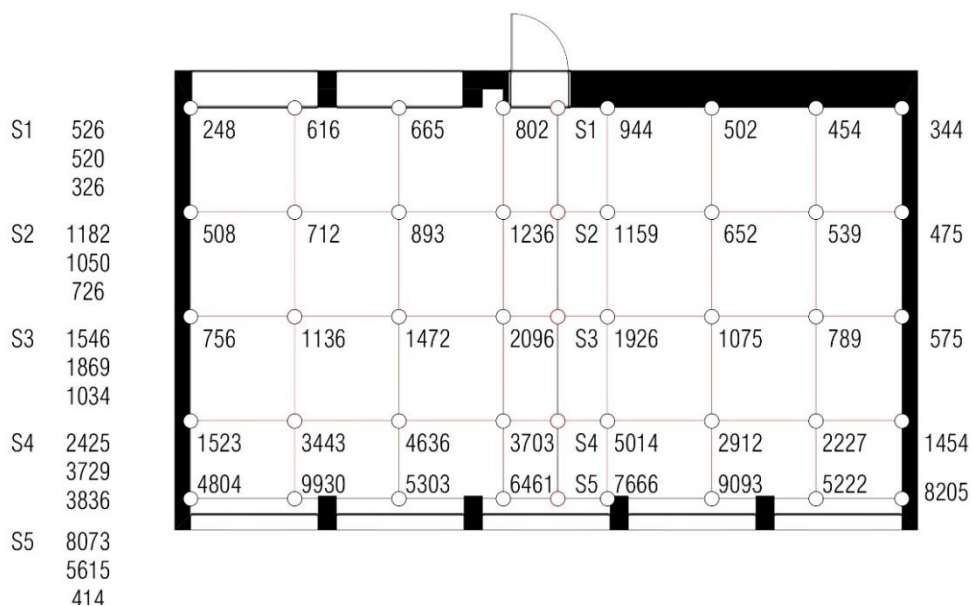
Slika 9: Meritev osvetljenosti zjutraj, 7:00, ob oblačnem vremenu, brez luči; povprečna osvetljenost brez vrednosti ob oknih in stenah je 253,44 lux



Slika 10: Meritev osvetljenosti zjutraj, 7:40, ob oblačnem vremenu, z luči; povprečna osvetljenost brez vrednosti ob oknih in stenah je 481,55 lux



Slika 11: Meritev osvetljenosti popoldne, 14:00, ob oblačnem vremenu, brez luči; povprečni lux brez vrednosti ob oknih in stenah 1674,33 lux



Slika 12: Meritev osvetljenosti popoldne, 14:40, ob oblačnem vremenu, z lučmi; povprečna osvetljenost brez vrednosti ob oknih in stenah 1857,44 lux

Tabela 2: Prikaz povprečne vrednosti osvetljenosti prostora in KDS- količnik dnevne svetlobe

	Zunanja osvetlitev (Lux)	Povprečna notranja osvetlitev na višini 0,8 m od tal brez luči (brez senčil) (lux)	Povprečna notranja osvetlitev na višini 0,8 m od tal z lučmi (brez senčil) (lux)	Povprečen KDS (brez senčil) (%)
Zjutraj	6011	253,44	1674,33	4,21
Popoldne	10.227	481,55	1851,44	4,71

Enačba za izračun:

$$KDS = \frac{E_{i,average}}{E_{v,d,med}} \cdot 100\%$$

kjer je:

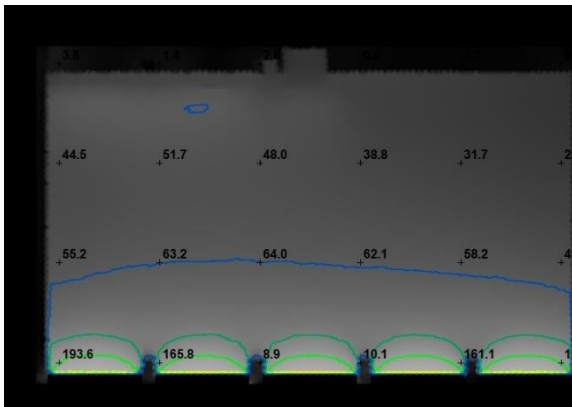
$E_{i,average}$ notranja povprečna srednja vrednost osvetlitve (lux)
 $E_{v,d,med}$ zunanja srednja osvetljenost neba (lux)

Ugotovitve

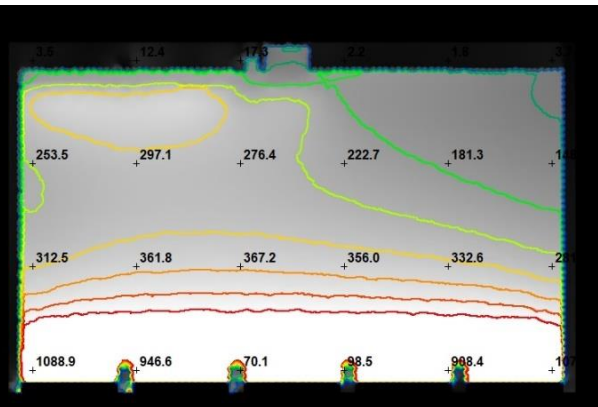
Glede na podane meritve ugotavljamo, da prostor prejme zadostno količino dnevne svetlobe za normalno delovanje in učenje. Po standardu SIST EN 12464-1:2011 Svetloba in razsvetljava - Razsvetljava na delovnem mestu - 1. del: Notranji delovni prostori je napisano, da je potrebna osvetljenost 300 lux. Glede na meritev zjutraj je povprečna vrednost manjša, vendar še vedno dovolj za normalno delovanje. Prav tako je uporabljena metoda postavitve oken na levo stran predavalnice, saj je večina ljudi desničarjev ter s tem ne pade senca na papir. Delno naravne svetlobe pride iz hodnika na severni strani, saj ima stena, kjer je vhod v predavalnico, okna. Med merjenjem osvetljenosti se upoštevajo prav tako nastali negativni učinki: nekatera umetna svetila so v okvari, veliko pohištva je v prostoru, zato se tudi svetloba odbija in povzroča bleščanje. Priporočljivo je prižiganje luči predvsem zjutraj, ko naravna svetloba ne zagotovi zadostne osvetljenosti, to je 300 lux, popoldne pa jo je dovolj, za normalno upravljanje šolskih obveznosti.

Simulacije

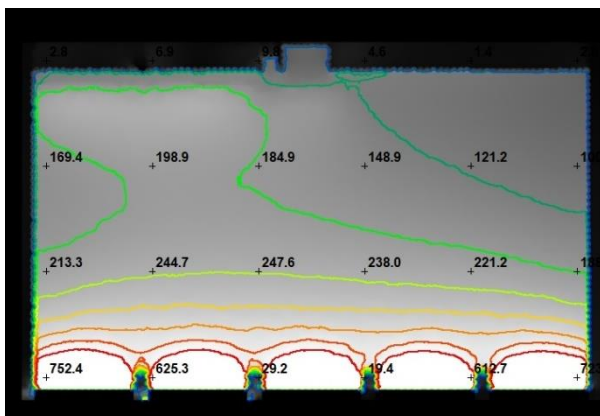
Z namenom validacije rezultatov meritev smo opravili tudi simulacije osvetlitev v programu Daylight Visualizer. V programu se je nastavil čas merjenja maja, vreme pa oblačno. Višina je nastavljeno enako, kot so potekale meritve, na 0,85 m. Rezultati simulacij so prikazani na spodnjih (od Slika 13 do Slika 16).



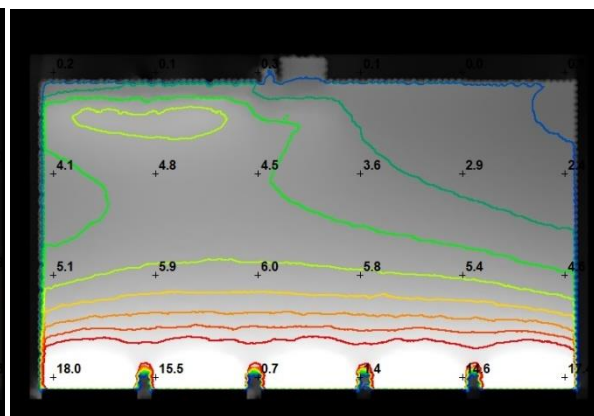
Slika 13: Osvetljenost zjutraj ob 7:00; mesec maj
(vir: Daylight Visualizer)



Slika 14: Osvetljenost opoldne ob 12:00; mesec maj
(vir: Daylight Visualizer)



Slika 15: Osvetlitev popoldne ob 14:00; mesec maj (vir: Daylight Visualizer)



Slika 16: Osvetlitev: daylight factor; mesec maj; povprečni daylight= 5,8 (vir: Daylight Visualizer)

Ugotovitve

Po narejenih simulacijah s pomočjo programa Daylight Visualizer smo ugotovili, da so lastnoročne meritve precej podobne simulacijam, saj ima merilec merilna odstopanja 15-20%, zaradi napake v meritvah in merilnem inštrumentu. Na notranji strani predavalnice, kjer je naravne svetlobe manj, so rezultati podobni, proti oknu pa so razlike med rezultati meritev in simulacije večje.

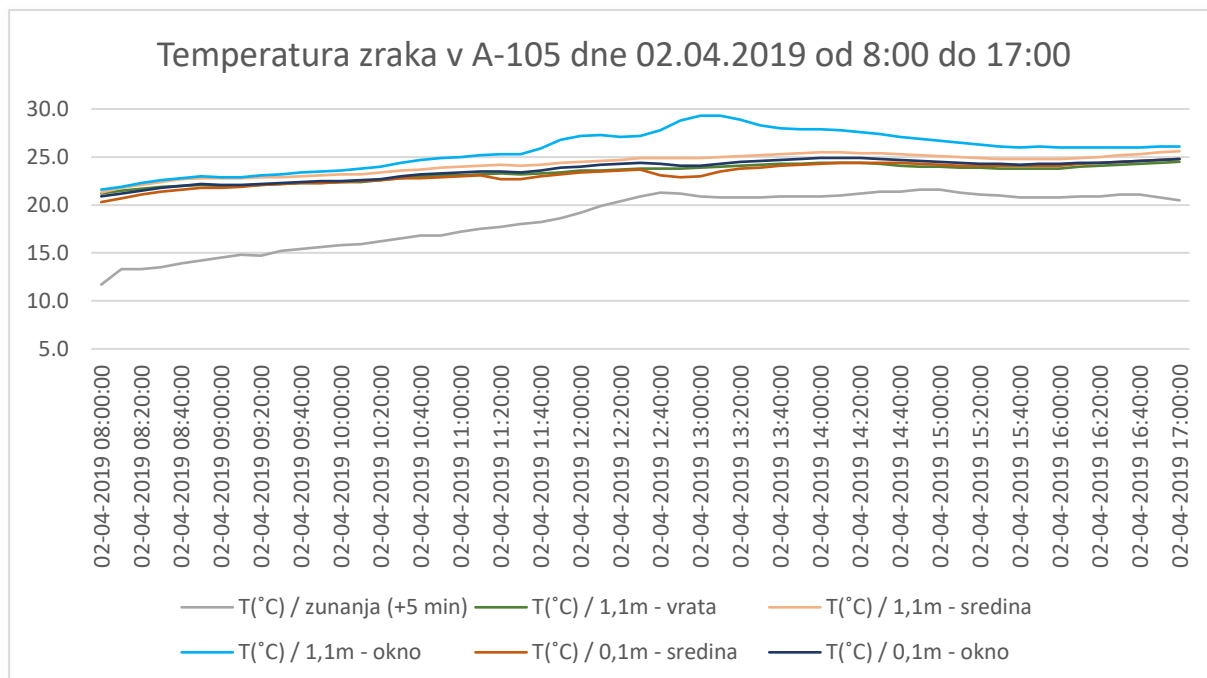


Slika 17: Pogled bleščanja v predavalnici A-105

3.1.3 TOPLOTNO UGODJE

3.1.3.1 TEMPERATURA ZRAKA

- **Režim prezračevanja: neprezračevano**



Graf 1

Dne 02.04.2019 smo izvajali meritve temperatur zraka v predavalnici A-105. Na dan meritev je bila ob 8:00 izmerjena zunanja temperatura zraka 11,7 °C ob jasnem vremenu, ob 15:00 pa je znašala 21,6 °C ob sončnem vremenu.

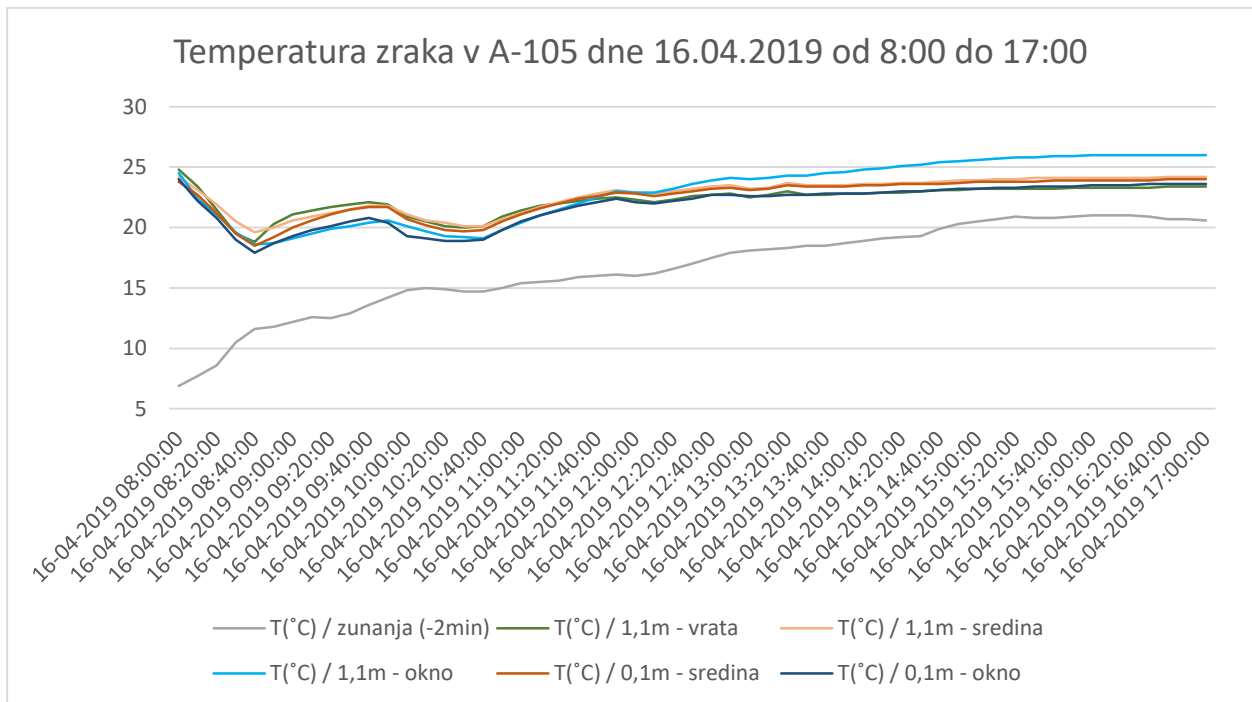
V predavalnici smo na dan meritev predvideli neprezračevan režim, kar pomeni, da so okna bila cel dan zaprta. Ogrevanje prostora poteka daljinsko preko radiatorjev. Ponoči se moč ogrevanja zmanjša, ponovno pa se poveča ob 6:00 uri zjutraj.

Kot je razvidno iz Graf 1 se je temperatura zraka v predavalnici A-105 s pričetkom predavanj pričela dvigovati, saj so bila okna zaprta, v prostoru pa je bilo konstantno prisotnih približno 30 študentov. Maksimalna temperatura zraka je bila izmerjena ob 13:00, pri oknu na višini 1,1 m in sicer je ta znašala 29,3 °C. Razlog visoke temperature je posledica ogrevanja z radiatorjem, ki se nahaja pod oknom in zaradi direktnega vpada sončnih žarkov. Temperatura zraka na ostalih merilnih mestih se je tekom predavanj počasi zviševala. Tako kot smo predvideli je bila temperatura na merilnih mestih na višini 1,1 m v povprečju višja za 1,5 °C od merilnih mest na višini 0,1 m. Največja razlika med temperaturama na merilnih mestih na višinah 0,1 m in 1,1 m je bila izmerjena ob 13:00 in je znašala 5,2 K. Po 14:30 oziroma po koncu predavanj je začela temperatura zraka v prostoru padati kot je razvidno iz Graf 1. Zunanji pogoji so pri neprezračevanem režimu imeli največji vpliv na temperature izmerjene na merilnem mestu 1,1 m ob oknu zaradi vpada sončnih žarkov. Na druga merilna mesta so zunanji pogoji imeli minimalni vpliv.

Ugotovitev:

S pomočjo analize smo ugotovili, da ni priporočljivo sedeti neposredno ob oknu, saj prihaja do pregrevanja in prevelikih temperaturnih razlik med višinama 0,1 m in 1,1 m, ki znaša maksimalno 5,2 K. Temperaturne razlike večje od 4 K namreč občutimo kot toplotno neugodje.

- **Režim prezračevanja: okna na kip**



Graf 2

Dne 16.04.2019 smo izvajali meritve temperatur zraka v predavalnici A-105. Na dan meritev je bila ob 8:00 izmerjena zunanja temperatura zraka 7,7 °C ob jasnem vremenu, ob 15:00 pa je znašala 20,7 °C ob sončnem vremenu.

V predavalnici A-105 smo na dan meritev predvideli režim prezračevanja, kjer so bila okna ves čas odprta na »kip«. Ogrevanje prostora poteka daljinsko. Ponoči se moč ogrevanja zmanjša, ponovno pa se poveča ob 6:00 uri zjutraj.

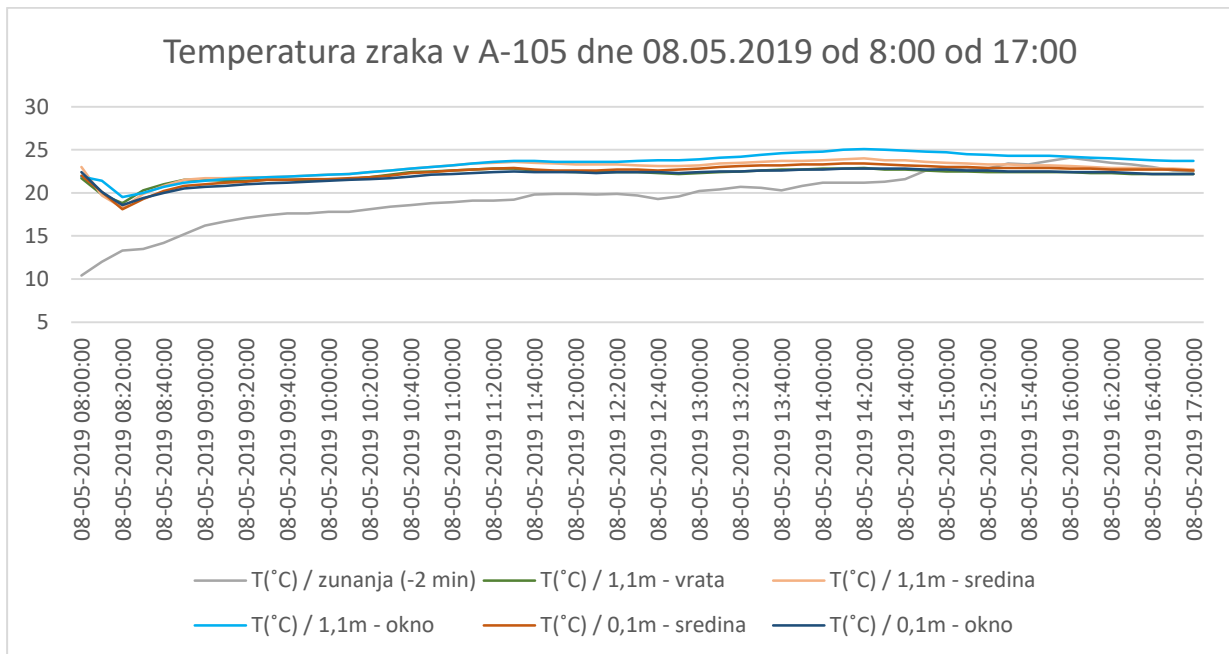
Kot je razvidno iz Graf 2 je temperatura zraka ob začetku prezračevanja padla, saj smo okna odprli na »kip«. V prostoru je bilo konstantno prisotnih približno 35 študentov. Maksimalna temperatura zraka je bila izmerjena ob 16:00, pri oknu na višini 1,1 m, in sicer je ta znašala 26,0 °C. Razlog najvišje temperature je posledica ogrevanja z radiatorjem, ki se nahaja pod oknom in zaradi direktnega vpada sončnih žarkov. Iz Graf 2 je razvidno, da se je predavalnica po 8:00 ohladila na 17 °C zaradi odprtja oken. Temperatura se je na vseh merilnih mestih pričela dvigovati ob 8:40 do 10:00, ko so študentje po vsej verjetnosti zaradi nizke temperature zaprli okna. Ob 9:50 so študentje najverjetneje okna ponovno oprli na »kip«, kar se odraža v manjšem padcu temperatur, ki so se začele po 11:00 konstantno dvigovati zaradi zunanjih vplivov temperature in sonca. Največja razlika med temperaturama na merilnih mestih na višinah 0,1 m in 1,1 m ob oknu je bila izmerjena ob 16:00 in je znašala 2,5 K.

Zunanji pogoji so pri režimu prezračevanja, kjer so bila okna ves čas odprta na »kip« imeli največji vpliv na temperature izmerjene na merilnih mestih ob oknu do opoldneva in vpada sončnih žarkov v popoldanskem času.

Ugotovitev:

S pomočjo analize smo ugotovili, da režim prezračevanja, kjer so bila okna ves čas odprta na »kip«, ni ugoden za uporabnike prostora, saj prihaja do velikih temperaturnih nihanj zaradi zunanjih vplivov. Prav tako pa prezračevanje z okni na »kip« ni ustrezno iz energetskega oz. trajnostnega vidika zaradi prevelikih toplotnih izgub.

- **Režim prezračevanja: poljubno prezračevanje**



Graf 3

Dne 08.05.2019 smo izvajali meritve temperatur zraka v predavalnici A-105. Na dan meritev je bila ob 8:00 izmerjena zunanja temperatura zraka 10,4 °C ob jasnem vremenu, ob 15:00 pa je znašala 22,8 °C ob sončnem vremenu.

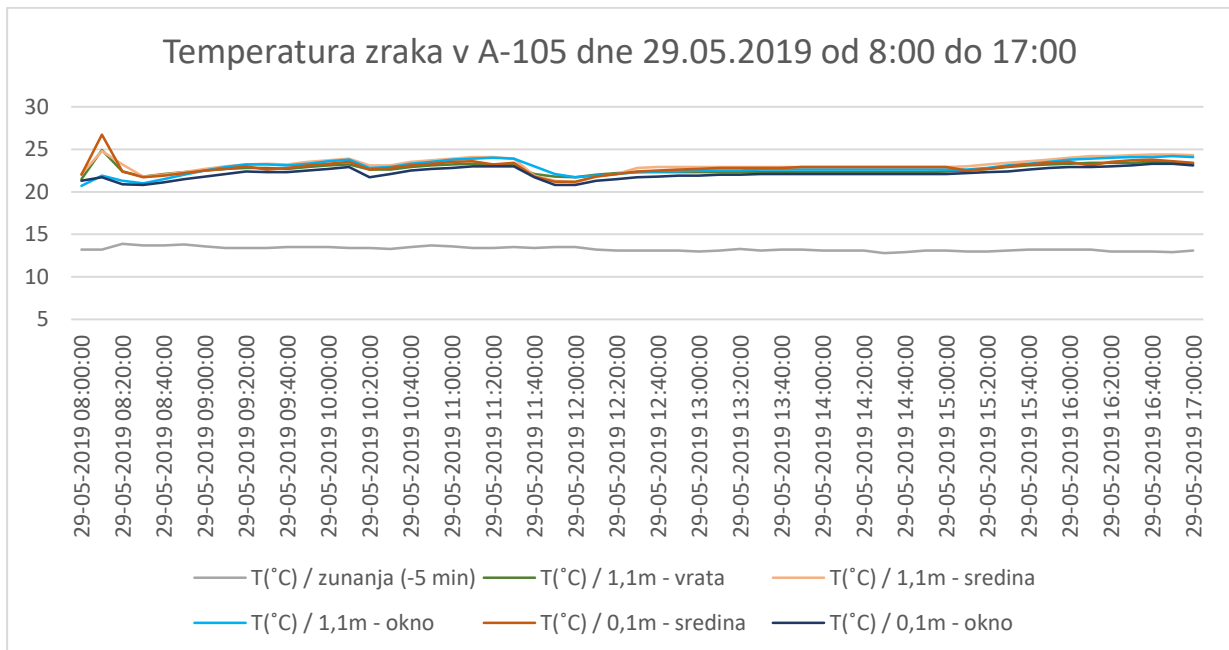
V predavalnici A-105 smo na dan meritev predvideli režim poljubnega prezračevanja. Ogrevanje prostora poteka daljinsko. Ponoči se moč ogrevanja zmanjša, ponovno pa se poveča ob 6:00 uri zjutraj. Kot je razvidno iz Graf 3 je temperatura zraka po 8:00 padla zaradi odprtja oken. V prostoru je bilo konstantno prisotnih približno 30 študentov. Maksimalna temperatura zraka je bila izmerjena ob 14:20, pri oknu na višini 1,1 m, in sicer je ta znašala 25,1 °C. Razlog najvišje temperature je posledica ogrevanja z radiatorjem, ki se nahaja pod oknom in zaradi direktnega vpada sončnih žarkov. Iz Graf 3 je razvidno, da so študentje ob 8:20 v predavalnici zaprli okna in jih kasneje niso več odpirali. Temperatura se je kasneje na vseh merilnih mestih pričela konstantno dvigovati. Vidimo lahko zgolj manjša nihanja, ki so najverjetneje posledica odmorov in s tem povezanega nihanja števila prisotnih. Največja razlika med temperaturama na merilnih mestih na višinah 0,1 m in 1,1 m ob oknu je bila izmerjena ob 14:20 in je znašala 2,3 K.

Zunanji pogoji so pri režimu poljubnega prezračevanja imeli minimalni vpliv, saj se razen ob 8:00 prezračevanje kasneje ni izvajalo.

Ugotovitev:

S pomočjo analize smo ugotovili, da ob režimu poljubnega prezračevanja, prisotni v prostoru niso začutili potrebe po prezračevanju, saj temperature v povprečju niso presegle 23°C.

- **Režim prezračevanja: prezračevanje med odmori (10 min)**



Graf 4

Dne 29.05.2019 smo izvajali meritve temperatur zraka v predavalnici A-105. Na dan meritev je bila ob 8:00 izmerjena zunanja temperatura zraka 13,2 °C ob deževnem vremenu, ob 15:00 pa je znašala 13,1 °C ob deževnem vremenu.

V predavalnici A-105 smo na dan meritev predvideli režim prezračevanja med odmori, in sicer smo vsak odmor prezračili za 10 minut. Ogrevanje prostora poteka daljinsko. Ponoči se moč ogrevanja zmanjša, ponovno pa se poveča ob 6:00 uri zjutraj.

Kot je razvidno iz Graf 4 je temperatura zraka ob 8:20 padla, saj smo prostor prezračili. V prostoru je bilo konstantno prisotnih približno 35 študentov. Maksimalna temperatura zraka je bila izmerjena ob 11:20, pri oknu na višini 1,1 m, in sicer je ta znašala 24,0 °C. Začetne meritve med 8:00 in 8:20 zaradi velikih odstopanj niso bile upoštevane. Razlog najvišje temperature je posledica ogrevanja z radiatorjem, ki se nahaja pod oknom. Iz Graf 4 je razvidno, da je temperatura v prostoru padla ob vsakem prezračevanju, in sicer ob 8:20, 10:10 in 11.20. Največja razlika med temperaturama na merilnih mestih na višinah 0,1 m in 1,1 m je v povprečju znašala 1 K.

Zunanji pogoji so pri režimu prezračevanja med odmori, ko smo predavalnico prezračili za 10 minut imeli vpliv samo med zračenjem oz. neposredno po zračenju.

Ugotovitev:

S pomočjo analize smo ugotovili, da je režim prezračevanja med odmori, ko smo predavalnico prezračili za 10 minut ugoden za uporabnike prostora, saj dovajamo svež zrak in uravnavamo ugodno temperaturo. Prezračevanje med odmori je od vseh režimov najbolj ustrezno iz energetskega oz. trajnostnega vidika in vidika uporabnika prostora.

SKUPNE UGOTOVITVE

Z analizo temperatur zraka različnih prezračevalnih režimov prostora smo ugotovili, da je za uporabnika najbolj ugoden režim prezračevanja med odmori, saj dovajamo svež zrak in uravnavamo ugodno temperaturo v predavalnici. Prezračevanje med odmori je od vseh režimov najbolj ustrezno tudi iz energetskega oz. trajnostnega vidika in ugodja uporabnika prostora.

3.1.3.2 POVRŠINSKE TEMPERATURE

- **Režim prezračevanja: neprezračevano**

Tabela 3: Površinske temperature v predavalnici A-105 dne 02.04.2019

POVRŠINSKE TEMPERATURE			
02.04.2019, predavalnica A-105			
		ob 08:00 [°C]	ob 15:00 [°C]
OKNO	M1	17,8	28,3
ZUNANJA STENA	M2	19,8	25,8
TLA PRI OKNU	M3	19,9	26,0
STROP PRI OKNU	M4	21,7	26,9
STROP SREDINA	M5	21,5	26,6
TLA SREDINA	M6	19,6	25,8
STENA NASPROTI TABLE	M7	20,6	26,0
STENA VRATA	M8	19,4	25,2
STENA TABLA	M9	20,1	26,1

Dne 02.04.2019 smo izvajali meritve površinskih temperatur na 9 vnaprej določenih mestih v predavalnici A-105. Na dan meritev je bila ob 8:00 izmerjena zunanja temperatura 11,7 °C ob jasnem vremenu, ob 15:00 pa 21,6 °C ob sončnem vremenu.

Ob 8:00 je bila izmerjena notranja temperatura zraka 21,7 °C, ob 15:00 pa je znašala 25,1 °C.

V predavalnici smo na dan meritev predvideli neprezračevan režim, kjer so bila okna cel dan zaprta.

V Tabela 3 lahko vidimo vrednosti površinskih temperatur ob 8:00 uri in 15:00 uri na dan merjenja. Iz podatkov lahko razberemo, da so se temperature na vseh merjenih mestih tekom delovnega dne povišale. Najvišja temperatura ob 8:00 je bila na merilnem mestu M4 – na stropu pri oknu, najverjetneje zaradi ogrevanja. Medtem ko je bila najnižja površinska temperatura na merilnem mestu M8 – na notranji steni v smeri proti hodniku, ki je hladnejši od predavalnice. Najvišja temperatura ob 15.00 je bila na merilnem mestu M1 – na oknu zaradi sončnega sevanja. Medtem ko je bila ponovno najnižja površinska temperatura na merilnem mestu M8 - na notranji steni proti hodniku.

- **Režim prezračevanja: okna na kip**

Tabela 4: Površinske temperature v predavalnici A-105 dne 16.04.2019

POVRŠINSKE TEMPERATURE			
16.04.2019, predavalnica A-105			
		ob 08:00 [°C]	ob 15:00 [°C]
OKNO	M1	22,1	27,8
ZUNANJA STENA	M2	20,3	23,9
TLA PRI OKNU	M3	23,3	25
STROP PRI OKNU	M4	24,5	25,6
STROP SREDINA	M5	24,6	25,9
TLA SREDINA	M6	24,7	25,8
STENA NASPROTI TABLE	M7	24,8	25,7
STENA VRATA	M8	24,8	24,9
STENA TABLA	M9	24,9	25,9

Dne 16.04.2019 smo izvajali meritve površinskih temperatur na 9 vnaprej določenih mestih v predavalnici A-105. Na dan meritev je bila ob 8:00 izmerjena zunanja temperatura 7,7 °C ob jasnem vremenu, ob 15:00 pa 20,7 °C ob sončnem vremenu.

Ob 8:00 je bila izmerjena notranja temperatura zraka 24,1 °C, ob 15:00 pa je znašala 23,4 °C.

V predavalnici smo na dan meritev predvideli režim prezračevanja z okni na kip.

V Tabela 4 lahko vidimo vrednosti površinskih temperatur ob 8:00 uri in 15:00 uri na dan merjenja. Iz podatkov lahko razberemo, da so se temperature na vseh merjenih mestih tekom delovnega dne povišale. Najvišja temperatura ob 8:00 je bila na merilnem mestu M9 – na notranji steni. Medtem ko je bila najnižja površinska temperatura na merilnem mestu M2 – na zunanji steni zaradi slabše izoliranosti. Najvišja temperatura ob 15.00 je bila na merilnem mestu M1 – na oknu zaradi sončnega sevanja. Medtem ko je bila najnižja površinska temperatura prav tako na merilnem mestu M2 – na zunanji steni zaradi slabše izoliranosti in vpliva prezračevanja.

- **Režim prezračevanja: poljubno prezračevanje**

Tabela 5: Površinske temperature v predavalnici A-105 dne 08.05.2019

POVRŠINSKE TEMPERATURE			
08.05.2019, predavalnica A-105			
		ob 08:00 [°C]	ob 15:00 [°C]
OKNO	M1	21,7	24,1
ZUNANJA STENA	M2	22,3	21,4
TLA PRI OKNU	M3	23,4	22,2
STROP PRI OKNU	M4	23,8	22,8
STROP SREDINA	M5	24,1	22,9
TLA SREDINA	M6	23,8	23
STENA NASPROTI TABLE	M7	24,5	22,9
STENA VRATA	M8	23,6	22,8
STENA TABLA	M9	24,6	22,7

Dne 08.05.2019 smo izvajali meritve površinskih temperatur na 9 vnaprej določenih mestih v predavalnici A-105. Na dan meritev je bila ob 8:00 izmerjena zunanja temperatura 10,4 °C ob jasnem vremenu, ob 15:00 pa 22,8 °C ob sončnem vremenu.

Ob 8:00 je bila izmerjena notranja temperatura zraka 22,8 °C, ob 15:00 pa je znašala 22,7 °C.

V predavalnici smo na dan meritev predvideli režim poljubnega prezračevanja.

V Tabela 7 lahko vidimo vrednosti površinskih temperatur ob 8:00 in 15:00 na dan merjenja. Iz podatkov lahko razberemo, da so se temperature na vseh merjenih mestih (razen na oknu) tekom delovnega dne povišale. Najvišja temperatura ob 8:00 je bila na merilnem mestu M9 – na notranji steni. Medtem ko je bila najnižja površinska temperatura na merilnem mestu M1 – na oknu zaradi zunanje temperature. Najvišja temperatura ob 15.00 je bila na merilnem mestu M1 – na oknu zaradi sončnega sevanja. Medtem ko je bila najnižja površinska temperatura na merilnem mestu M2 – na zunanji steni zaradi slabše izoliranosti.

- **Režim prezračevanja: prezračevanje med odmori (10 min)**

Tabela 6: Površinske temperature v predavalnici A-105 dne 29.05.2019

POVRŠINSKE TEMPERATURE			
29.05.2019, predavalnica A-105			
		ob 08:00 [°C]	ob 15:00 [°C]
OKNO	M1	21,5	23,4
ZUNANJA STENA	M2	21,6	23,6
TLA PRI OKNU	M3	21,7	23,5
STROP PRI OKNU	M4	22,2	24,8
STROP SREDINA	M5	22,4	25,3
TLA SREDINA	M6	22,4	24,4
STENA NASPROTI TABLE	M7	22,7	24,8
STENA VRATA	M8	22,6	24,2
STENA TABLA	M9	22,7	24,2

Dne 29.05.2019 smo izvajali meritve površinskih temperatur na 9 vnaprej določenih mestih v predavalnici A-105. Na dan meritev je bila ob 8:00 izmerjena zunanja temperatura 13,2 °C ob deževnem vremenu, ob 12:00 pa 13,0 °C ob deževnem vremenu.

Ob 8:00 je bila izmerjena notranja temperatura zraka 22,4 °C, ob 15:00 pa je znašala 22,9 °C.

V predavalnici smo na dan meritev predvideli režim prezračevanja med odmori (za 10 minut).

V Tabela 6 lahko vidimo vrednosti površinskih temperatur ob 8:00 uri in 12:00 uri na dan merjenja. Iz podatkov lahko razberemo, da so se temperature na vseh merjenih mestih tekom delovnega dne povešale. Najvišja temperatura ob 8:00 je bila na merilnih mestih M7 in M9 – na notranjih stenah. Medtem ko je bila najnižja površinska temperatura na merilnem mestu M1 – na oknu zaradi zunanje temperature. Najvišja temperatura ob 12.00 je bila na merilnem mestu M5 – na stropu na sredini prostora zaradi ogrevanja. Medtem ko je bila najnižja površinska temperatura na merilnem mestu M1 – na oknu zaradi zunanjih vplivov.

Ugotovitve

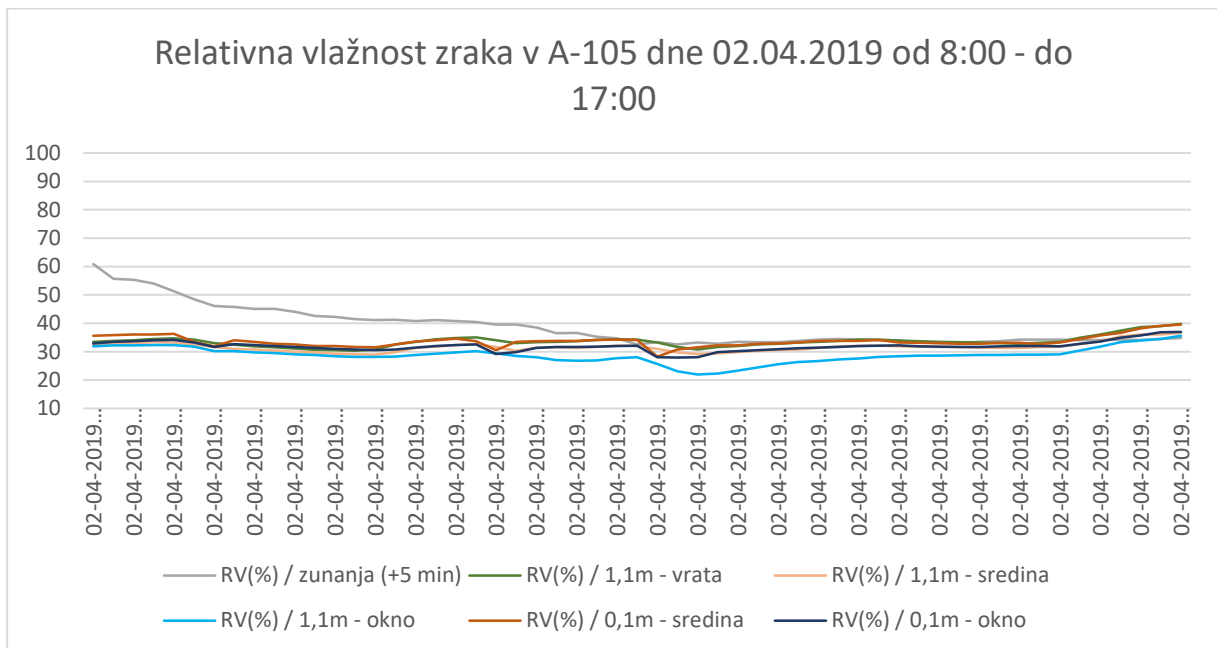
Z analizo površinskih temperatur različnih prezračevalnih režimov prostora smo ugotovili, da se površinska temperatura najbolj spreminja oz. povečuje tekom dneva pri režimu, ko ne prezračujemo ob predpostavki, da deluje ogrevanje z radiatorjem.

Najnižje površinske temperature so bile na merilnih mestih na zunanji steni zaradi slabše izoliranosti, kar ima lahko ob hladnejših dnevih negativen vpliv na uporabnika, ki sedi neposredno ob steni, saj stena oddaja hladno sevalno temperaturo. Najvišje temperature so bile izmerjene popoldan na merilnem mestu na oknu zaradi sončnega sevanja in na stropu zaradi ogrevanja.

Površinske temperature v merjenem prostoru na uporabnika nimajo velikega neugodnega vpliva, saj bistveno ne odstopajo od notranje temperature zraka in zaradi tega ne pride do neudobja.

3.1.3.3 RELATIVNA VLAGA

- Režim prezračevanja: neprezračevano



Graf 5

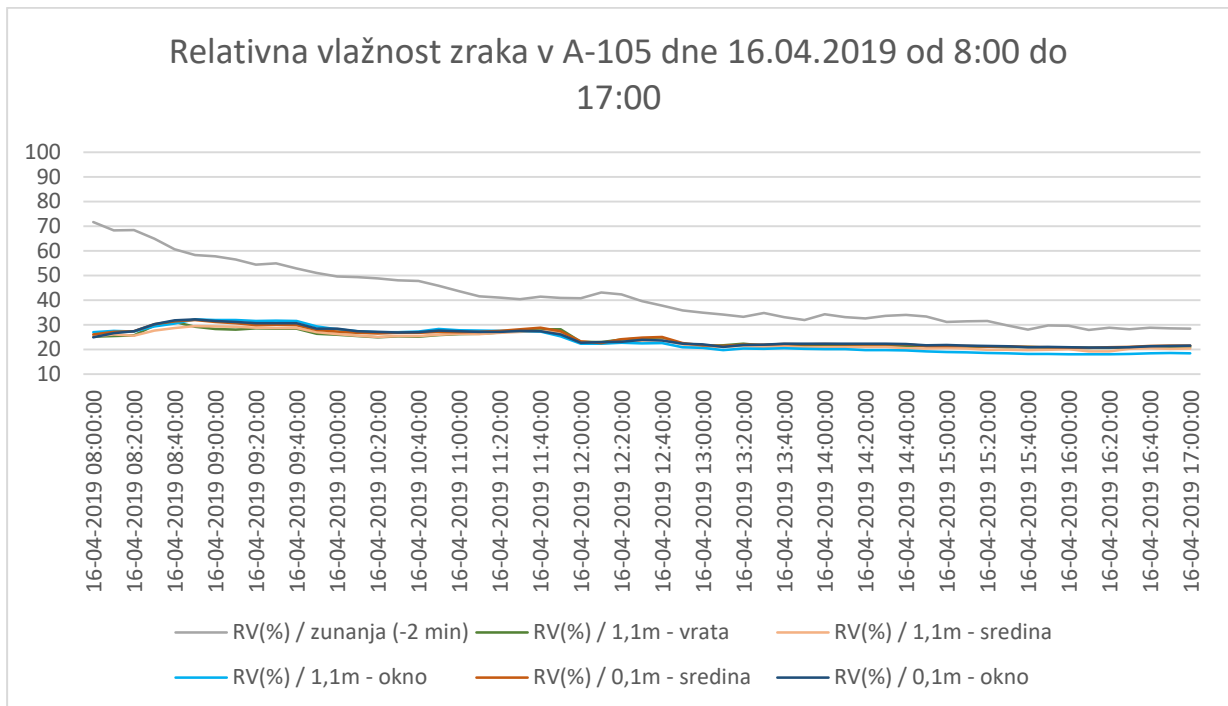
Dne 02.04.2019 smo izvajali meritve vlažnosti zraka v predavalnici A-105. Na dan meritev je ob 8:00 bila izmerjena zunanja relativna vlažnost zraka 60,9 % ob jasnem vremenu, ob 15:00 pa je znašala 31,8 % ob sončnem vremenu.

V predavalnici smo na dan meritev predvideli neprezračevan režim, kjer so bila okna cel dan zaprta. Ogrevanje poteka daljinsko, kjer se ponoči zmanjša moč ogrevanja, ponovno pa se poveča ob 6:00 uri zjutraj.

Relativna vlažnost zraka se je gibala v območju med 20 % in 40 %, v prostoru pa je bilo prisotnih približno 30 študentov. Minimalna relativna vlažnost zraka je bila ob 13:00 na merilnem mestu na višini 1,1 m ob oknu, in sicer je ta znašala 22 %. Ko je temperatura dosegla maksimum je relativna vlažnost zraka dosegla svoj minimum.

Relativna vlažnost v prostoru je bila tekom dneva prenizka glede zahtev bivalnega ugodja, ki so med 40 % in 60 %.

- **Režim prezračevanja: okna na kip**



Graf 6

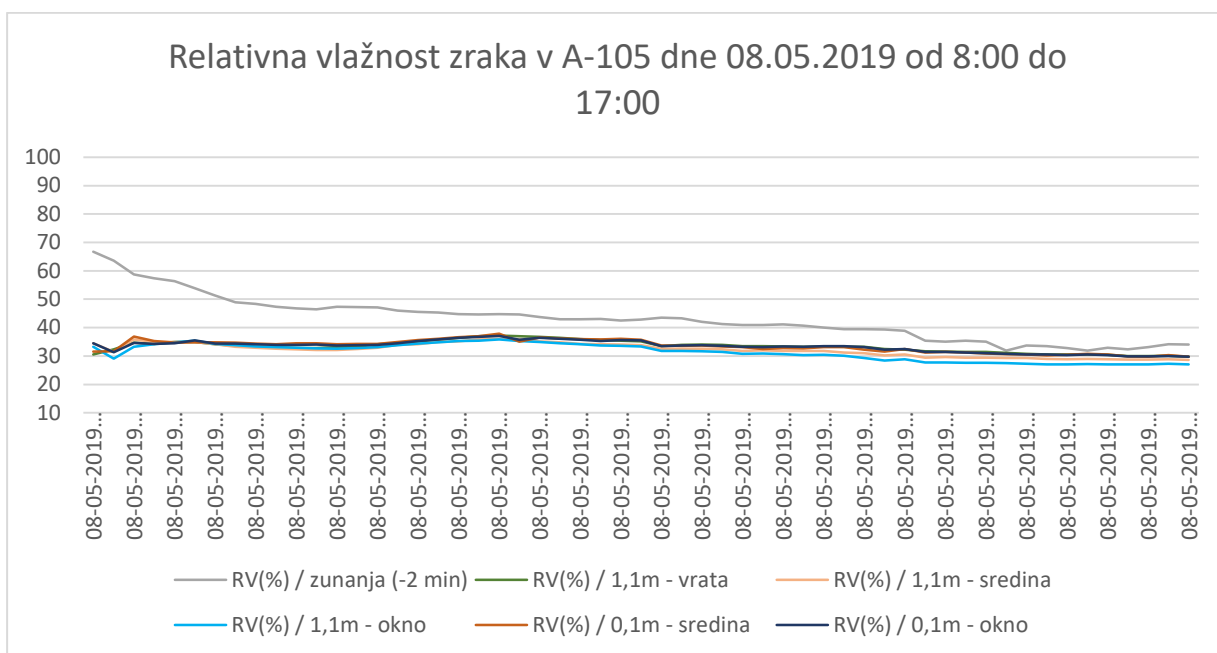
Dne 16. 4. 2019 smo izvajali meritve vlažnosti zraka v predavalnici A-105. Na dan meritev je ob 8:00 bila izmerjena zunanja relativna vlažnost zraka 71,7 % ob jasnem vremenu, ob 15:00 pa je znašala 31,2 % ob sončnem vremenu.

V predavalnici smo na dan meritev predvideli režim prezračevanja z okni na kip. Ogrevanje poteka daljinsko, kjer se ponoči zmanjša moč ogrevanja, ponovno pa se poveča ob 6:00 uri zjutraj.

Relativna vlažnost zraka se je gibala v območju med 20 % in 35 %, v prostoru pa je bilo konstantno prisotnih približno 35 študentov. Minimalna relativna vlažnost zraka je bila ob 15:00, in sicer je ta znašala 21,4 %. Ko je temperatura dosegla maksimum je relativna vlažnost zraka dosegla svoj minimum.

Relativna vlažnost v prostoru je bila tekom dneva prenizka glede zahtev bivalnega ugodja, ki so med 40 % in 60 %.

- **Režim prezračevanja: poljubno prezračevanje**



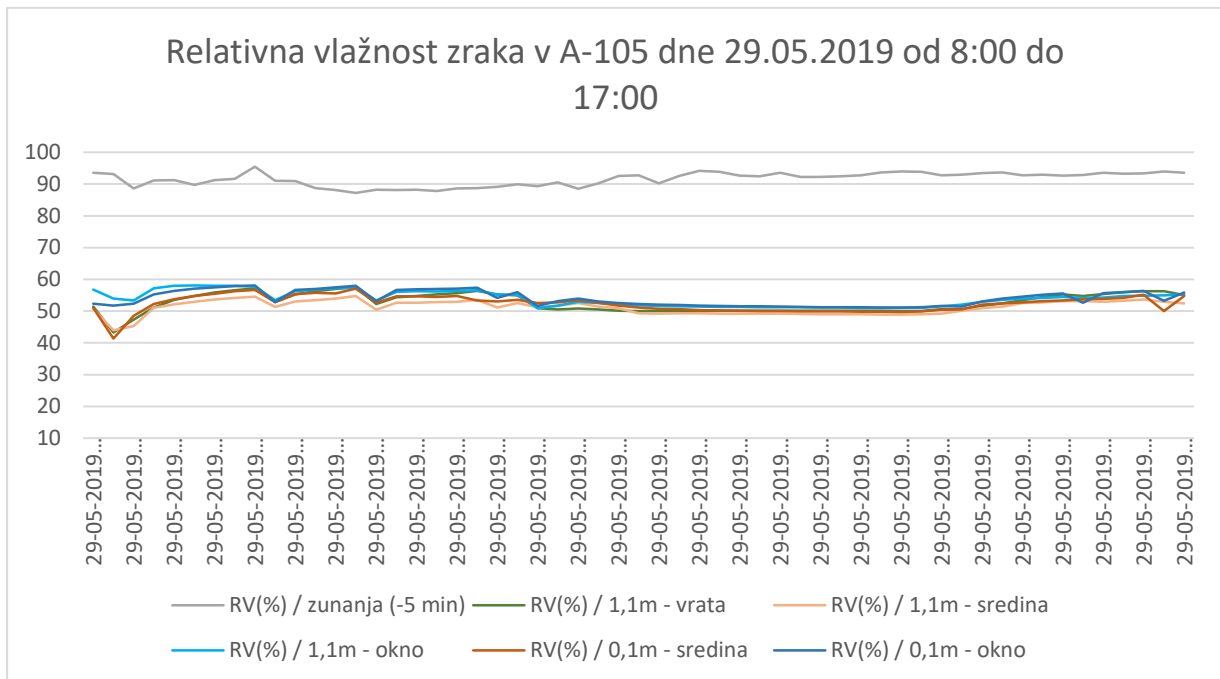
Graf 7

Dne 8. 5. 2019 smo izvajali meritve vlažnosti zraka v predavalnici A-105. Na dan meritev je ob 8:00 bila izmerjena zunanja relativna vlažnost zraka 66,8% ob jasnem vremenu, ob 15:00 pa je znašala 31,4% ob sončnem vremenu.

V predavalnici smo na dan meritev predvideli režim poljubnega prezračevanja. Ogrevanje poteka daljinsko, kjer se ponoči zmanjša moč ogrevanja, ponovno pa se poveča ob 6:00 uri zjutraj.

Relativna vlažnost zraka se je gibala v območju med 30 in 40 %, v prostoru pa je bilo konstantno prisotnih približno 30 študentov. Minimalna relativna vlažnost zraka je bila ob 14:20, in sicer je ta znašala 32,2%. Ko je temperatura dosegla maksimum je relativna vlažnost zraka dosegla svoj minimum. Relativna vlažnost v prostoru je bila tekom dneva prenizka glede zahtev bivalnega ugodja, ki so med 40% in 60%.

- **Režim prezračevanja: prezračevanje med odmori (10 min)**



Graf 8

Dne 29.05.2019 smo izvajali meritve vlažnosti zraka v predavalnici A-105. Na dan meritev je zjutraj ob 8:00 bila izmerjena zunanja relativna vlažnost zraka 93,6 % ob deževnem vremenu, ob 12:00 pa je znašala 88,5 % ob deževnem vremenu.

V predavalnici smo na dan meritev predvideli režim prezračevanja med odmori (za 10 minut). Ogrevanje poteka daljinsko, kjer se ponoči zmanjša moč ogrevanja, ponovno pa se poveča ob 6:00 uri zjutraj.

Relativna vlažnost zraka se je gibala v območju med 50 % in 60 %, v prostoru pa je bilo prisotnih 35 študentov. Minimalna relativna vlažnost zraka je bila ob 11:20, ko je narasla temperatura in sicer je ta znašala 53,1 %. Začetne meritve v analizi niso bile upoštevane zaradi prevelikih odstopanj.

Relativna vlažnost v prostoru je bila tekom dneva ustrezna glede zahtev bivalnega ugodja, ki so med 40 % in 60 %, saj je zunaj deževalo in je bila relativna vlažnost nad 90 %.

Ugotovitve

Z analizo relativne vlažnosti zraka različnih prezračevalnih režimov prostora smo ugotovili, da na relativno vlažnost v prostoru različni prezračevalni režimi niso imeli bistvenega vpliva pri vremenu, ko ni deževalo, saj je bila relativna vlažnost v prostoru tekom dneva vedno prenizka glede zahtev bivalnega ugodja, ki so med 40 % in 60 %. Relativna vlažnost v prostoru je bila tekom dneva ustrezna glede zahtev bivalnega ugodja le takrat, ko je zunaj deževalo in je bila relativna vlažnost zraka zunaj nad 90 %.

3.1.3.4 INTEGRALNO OCENJEVANJE TOPLOTNEGA UGODJA (PMV-PPD)

Toplotno okolje smo 29.05.2019 ocenjevali s pomočjo indeksa pričakovane presoje toplotnega občutja PMV. PMV indeks podaja pričakovano povprečno oceno toplotnega okolja večjega števila ljudi s pomočjo sedem stopenjske lestvice. PPD predstavlja pričakovan odstotek ljudi, ki izražajo nezadovoljstvo kot posledico toplotnega okolja. Ostali ljudje v skupini ocenjujejo toplotno okolje kot nevtralno, prijetno hladno ali prijetno toplo.

Spremljali smo število prisotnih oseb, uporabo senčil in razsvetljave, zunanje pogoje, kako so oblečeni prisotni v prostoru, metabolizem (dejavnosti uporabnikov prostora), uporabo elektronskih naprav in režim prezračevanja. Merili smo tudi temperaturo, relativno vlažnost, sevalno energijo in gibanje zraka.

Skladno s standardom SIST EN ISO 7730:2006 Ergonomija toplotnega okolja – Analitično ugotavljanje in interpretacija toplotnega udobja z izračunom indeksov PMV in PPD ter merili za lokalno toplotno ugodje, smo s pomočjo vnaprej izdelane tabele in vstavljanje vnaprej izmerjenih podatkov smo lahko določili kategorijo toplotnega okolja glede na PMV indeks in PPD vrednost.

Za nas so bile pomembne tri kategorije toplotnega okolja in sicer A, B in C, kjer kategorija A predstavlja najboljšo ugodje, kategorija C pa slabšo ugodje. Ugotovili smo, da so na ta dan bile zadovoljive vrednosti, kategorija C je bila le redko dosežena. Najbolj ugodno je za uporabnike, če je PMV vrednost 0.

Table A.1 — Categories of thermal environment

Category	Thermal state of the body as a whole		Local discomfort			
	PPD %	PMV	DR %	PD % caused by		
				vertical air temperature difference	warm or cool floor	radiant asymmetry
A	< 6	-0,2 < PMV < +0,2	< 10	< 3	< 10	< 5
B	< 10	-0,5 < PMV < +0,5	< 20	< 5	< 10	< 5
C	< 15	-0,7 < PMV < +0,7	< 30	< 10	< 15	< 10

Slika 18: Kategorije notranjega ugodja po SIST EN IS 7730

Ugotovitve

Podrobnejše meritve v predavalnici A-105 smo na dan 29.05.2019 izvajali od 7:50 do 12:30. Najbolj neugodne razmere so bile zjutraj, ko je bila dosežena kategorija 3 (kategorija 3 je še nad kategorijo C), saj je bila vrednost PMV nad 0,70. To je bila posledica zelo nizke temperature v prostoru do 8:10, ko se je ta gibala med 19,4 °C in 20,4 °C na višini 1,1 m. Kategorija C je bila dosežena ob 8:20, ko je bilo še vedno dokaj hladno in ob 11:50, ko se je izvedlo prezračevanje. Ob dobrem prezračevanju so temperature precej padle, saj se je zunanja temperatura na ta dan gibala med 13,1 °C in 13,8 °C. Pričakovan odstotek nezadovoljnih uporabnikov PPD se je na ta dan gibal med 5% in 18% soodvisno s indeksom pričakovane presoje toplotnega občutja PMV in posledično tudi kategorijo toplotnega okolja. Najvišji procent je bil zgodaj zjutraj ob pričetku merjenj.

3.1.3.5 SUBJEKTIVNI INDIKATORJI TOPLOTNEGA UGODJA

Za potrebe merjenja subjektivnih indikatorjev toplotnega ugodja smo natančno spremljali dogajanja aktivnosti v predavalnici, ko je potekal študijski proces. Spremljali smo število prisotnih oseb, uporabo senčil in razsvetljave, zunanje pogoje, kako so oblečeni prisotni v prostoru, uporabo elektronskih naprav in režim prezračevanja. Merili smo tudi sevalno energijo, gibanje zraka ter udeležencem razdelili anketne vprašalnike (PRILOGA 3 – ANKETA) za ocenjevanje subjektivnih meril z anketami po standardu SIST EN ISO 10551.

Na podlagi odgovorov na anketna vprašanja pri vzorcu 32 študentov, ko je bila zunanja temperatura 17 °C in oblačno vreme, smo dobili naslednje rezultate:

- največ študentov tj. 44% je odgovorilo, da jim je v predavalnici toplo (po PMV +1);
- 72% vprašanih je svoje počutje ocenilo kot udobno ali malo udobno;
- 60% jim je klima ugajala oz. bi želeli imeti malo hladnejše. Kljub temu je 53% vprašanih odgovorilo, da je klima malo otežena za dihanje;
- večini oz. 1/3 študentov je bilo toplo, 50% študentov je imelo zato oblečene kratke rokave;
- odgovorili so, da bi jim bilo najbolj neugodno zaradi vročine ob toplem vremenu in premrzlo ob hladnem vremenu;
- najpogosteje je problem s temperaturnimi odstopanji v času predavanj od 8:00 do 14:00 ure.
- vprašani ocenjujejo, da na neugodje v prostoru vplivajo visoka vlaga, vpadajoče sonce in prepih zaradi oken.

Ugotovitve

Iz odgovorov lahko ugotovimo, da imajo ljudje zelo različne poglede glede toplotnega ugodja v prostoru. Ker je predavalnica orientirana na jug je zato velikokrat problem pregrevanja zaradi vpada sončnih žarkov oz. solarnih pribitkov skozi velike steklene površine. Predavalnica se zato hitro pregreje, posledica pa je slab zrak zaradi pomankanja prezračevanja.

3.1.4 AKUSTIČNO UGODJE

Zvoki oblikujejo naše življenje. Oddajanje in sprejemanje zvokov nam omogočata, da se sporazumevamo, spoznavamo okolje, se orientiramo v prostoru in opravljamo različne dejavnosti, ki so potrebne za normalno življenje. Premikanje listov, ko zapiha veter, premakne molekule v zraku in molekule zanihajo. To nihanje imenujemo zvočno valovanje, naš sluh pa poskrbi, da nihanje tudi zaznamo.

Neprestano nas obkrožajo različni zvoki. Največ je prijetnih ali koristnih, mnogokrat pa je zvok premočan ali nezaželen in postane hrup. Hrup je zvok, ki lahko povzroči okvare sluha ali pa moti in škoduje zdravju in počutju človeka.

Večina ljudi je vsakodnevno izpostavljena hrupu pri delu, s tem pa tudi vsem tveganjem za zdravje. Največkrat si pod oznako hrup na delovnem mestu predstavljamo predvsem glasne dejavnosti, kot so gradbeništvo in industrija. Vendar tudi v »tihem« pisarniškem okolju obstaja hrup, ki zaznamuje počutje in zdravje prisotnih. Ne gre za hrup, ki bi z jakostjo povzročal poškodbe sluha, pač pa je moteč predvsem pri delu, kjer je potrebna visoka zbranost. Zato tudi hrup v pisarniških prostorih lahko vodi v vrste obolenj, zmanjšuje delovno učinkovitost in koncentracijo zaposlenih in je eden od dejavnikov, ki pripomorejo k nastanku stresa.

Ljudje zvok zaznavamo različno, saj smo posamezniki različno občutljivi. Tako je lahko isti zvok v določenem trenutku moteč ali pa ne. Človeško uho sicer vrednoti raven zvočnega tlaka sorazmerno glede na jakost hrupa. Raven zvočnega tlaka merimo v decibelih (dB). Najmanjši zvočni tlak, ki ga človeško uho zazna, imenujemo prag slišnosti in je ovrednoten z 0 dB. Zvočni tlak, pri katerem je moč hrupa nevzdržna in se pojavi bolečina, imenujemo prag bolečine in ima vrednost okrog 120 dB. Hrup povzroča škodljive učinke na človeški organizem, ki se lahko pojavijo že pri nižjih ravneh jakosti (30–70 dB).

V prostoru so se dne 29.05.2019 izvajale meritve hrupa. Izmerjeno je bilo, da je vrednost mejne ravni hrupa, ki ga v poslovnih prostorih stavbe povzroča obratovalna oprema ali hrup iz prostorov druge namembnosti LAFmax krepko presežena, saj se je gibala med 64 in 80 dB, za doseganje optimalnega akustičnega ugodja pa bi morala biti vrednost 40 dB. Mejna vrednost ekvivalentne ravni hrupa LAeq je po zahtevah iz pravilnika Zaščite pred hrupom v stavbah TSG-1-005:2012 v predavalnicah in poslovnih prostorih v dnevnem času 35 dB. Merjene vrednosti v predavalnici A-105 pa se gibljejo med 38 dB in 58 dB, kar presega predpisano vrednost. Ker nam ta vrednost predstavlja merjeno raven hrupa glede na zvočno izolacijo zunanjih in notranjih ločnih elementov, lahko iz presežene vrednosti sklepamo, da ta ni ustrezna. Vrednost dnevne izpostavljenosti hrupu v prostoru ob odprtih oknih je znašala 55,9dB, ob zaprtih oknih 55,6 dB in ob govorjenju 59,8 dB. Vse tri vrednosti so v skladu z dopustnimi ekvivalentnimi vrednostmi ravni hrupa dnevne izpostavljenosti na delovnem mestu.

- **Ugotovitve**

Iz analize lahko ugotovimo, da je hrup, ki ga povzročajo zunanji dejavniki in oprema v prostorih moteč za uporabnika, ter, da stavba ni dovolj izolirana iz akustičnega vidika. Dnevne vrednosti hrupa pa kljub temu niso presežene in posledično nemoteče za uporabnike.

3.1.5 KAKOVOST NOTRANJEGA ZRAKA

V notranjem zraku najpogosteje merimo plina kisik in ogljikov dioksid. Praviloma vsebuje zrak 21% kisika. Če pade vrednost kisika pod 18% postane prostor nevaren za človeka. Koncentracijo ogljikovega dioksida merimo v ppm (parts per million= število delcev na milijon). Zunanji zrak vsebuje okrog 350 ppm ogljikovega dioksida, mestni zrak 700 ppm. Meja ugodja za človeka predstavlja 1000 ppm. Ker se

v izdihanem zraku nahaja približno 50000 ppm ogljikovega dioksida, je zelo pomembno zračenje, saj na ta način zagotovimo dotok kisika, ter znižamo koncentracijo ogljikovega dioksida. Visoka koncentracija ogljikovega dioksida v zraku namreč za človeka predstavlja slabo počutje, glavobole, v ekstremnih količinah ppm celo zastrupitev in smrt.

Kisik in ogljikov dioksid smo merili z dvema merilcema, ki sta bila povezana na računalnika. Meritve je beležil program SPARKvue. Koncentracija je bila izmerjena vsakih 10 minut. Kisik smo merili v procentih, ogljikov dioksid pa v ppm. Spodnja meja ugodja za koncentracijo kisika v prostoru je 20 %. Zgornja meja ugodja koncentracije ogljikovega dioksida pa je 1000 ppm.

3.1.5.1 KISIK

Meritve koncentracije kisika v A-105 so zbrane v nadaljevanju in sicer z grafičnim prikazom. Koncentracija kisika v predavalnici A-105 je bila merjena:

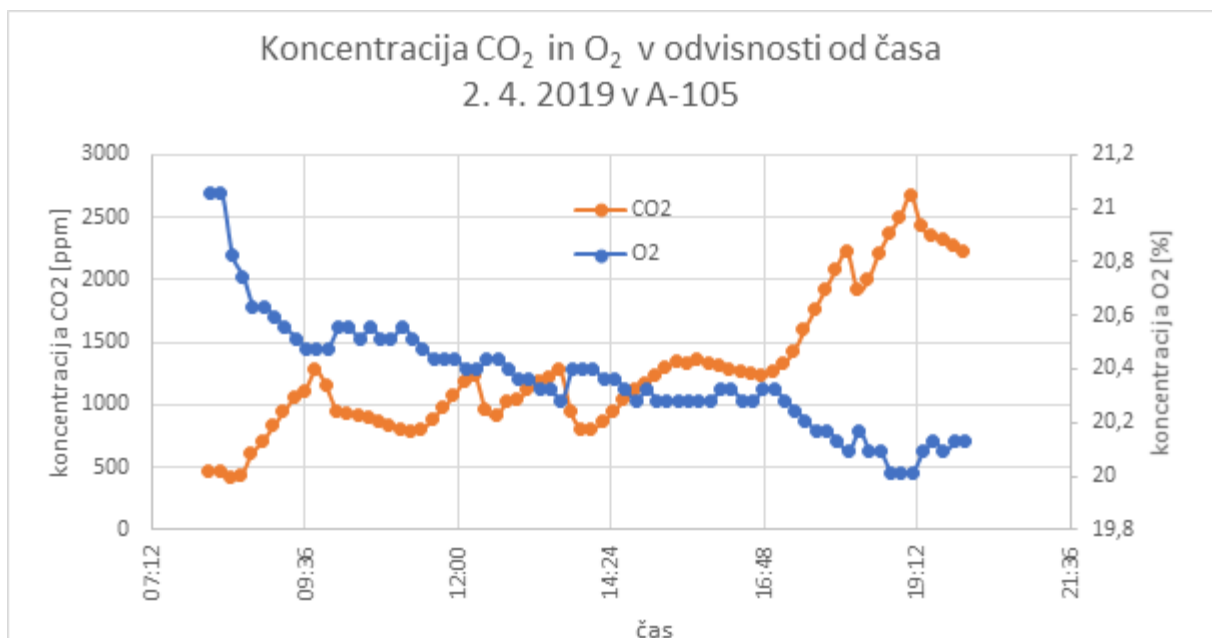
- 02.04.2019 (Graf 9)
- 16.04.2019 (Graf 10)
- 08.05.2019 (ni rezultatov)
- 29.05.2019 (ni rezultatov)

3.1.5.2 OGLJIKOV DIOKSID

Meritve koncentracije ogljikovega dioksida v A-105 so zbrane v nadaljevanju in sicer z grafičnim prikazom. Koncentracija ogljikovega dioksida v predavalnici A-105 je bila merjena:

- 02.04.2019 (Graf 9)
- 16.04.2019 (ni rezultatov)
- 08.05.2019 (Graf 11)
- 29.05.2019 (Graf 12)

- **Režim prezračevanja: neprezračevano**

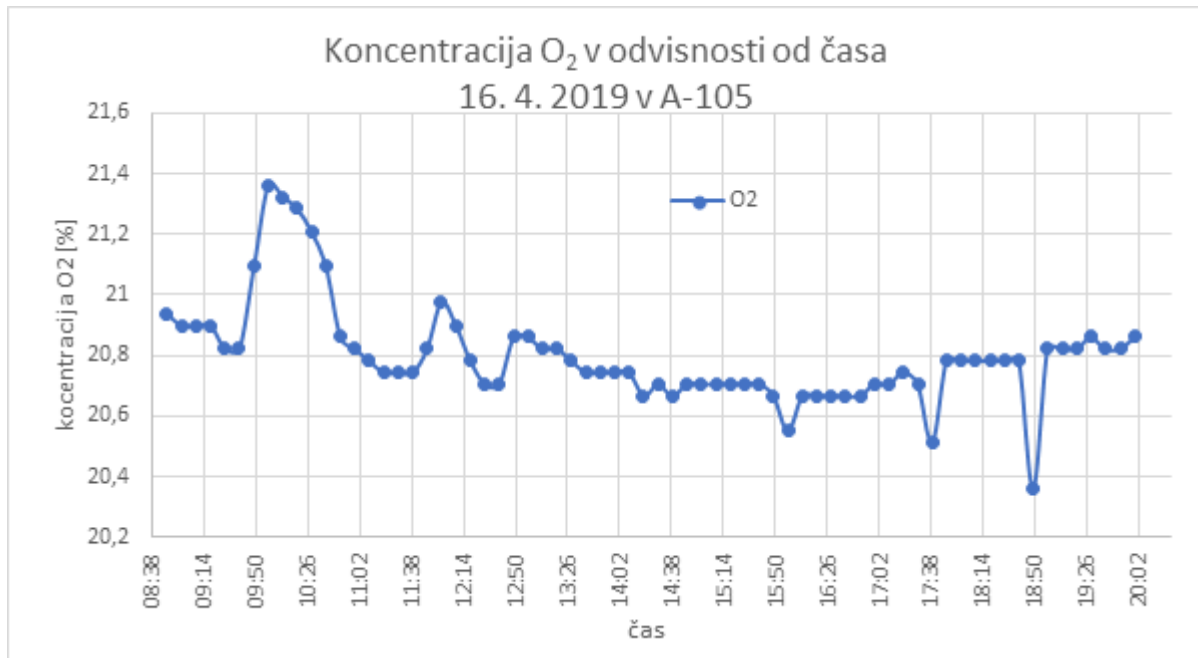


Graf 9: Koncentracija CO₂ in O₂ v odvisnosti od časa (02.04.2019)

Dne 2. 4. 2019 je bil v predavalnici A-105 režim neprezračevanja. Okna so bila ves čas zaprta. Iz Graf 9 lahko vidimo, da se vrednosti koncentracij obeh komponent zrcalita. Z manjšanjem koncentracije kisika (modra črta) se viša koncentracija ogljikovega dioksida (oranžna črta). Kisik je imel najvišjo vrednost zjutraj ob 08:05, saj je bil prostor pred začetkom meritev prezračen, najnižjo vrednost pa okrog 19:00.

Koncentracija kisika je zelo padla in obratno koncentracija ogljikovega dioksida močno narasla, zaradi velikega števila ljudi v prostoru. Koncentracija kisika je padla pod mejo bivalnega ugodja, pod 20 %. Podobno je koncentracija ogljikovega dioksida prekorala mejo bivalnega ugodja, saj je dvignila nad 2500 ppm. Meritve so potekale od 8:05 so 19:55.

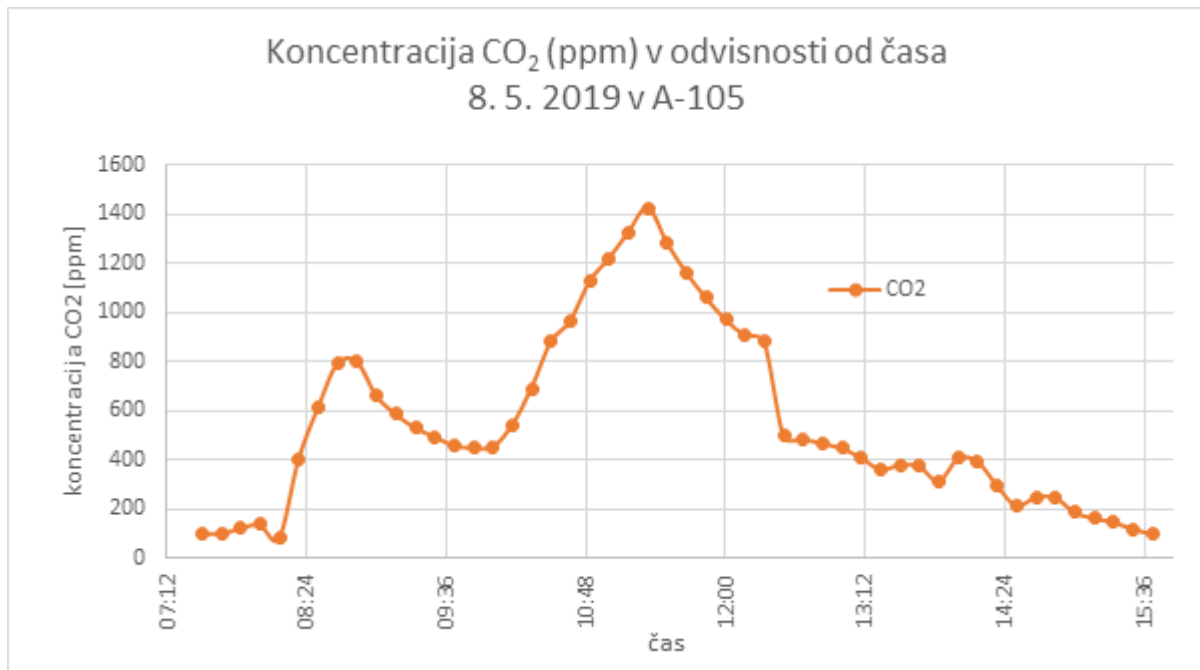
- **Režim prezračevanja: okna na kip**



Graf 10: Koncentracija O₂ v odvisnosti od časa (16.04.2019)

Dne 16.04.2019 so bila okna v predavalnici ves čas odprta na kip. Iz Graf 10 vidimo, da je koncentracija kisika približno konstanta. Vrednost kisika nikoli ne pade pod 20,3 %. Meritve so potekale od 8:49 do 19:59. Ta dan instrumenti za merjenje CO₂ niso delovali.

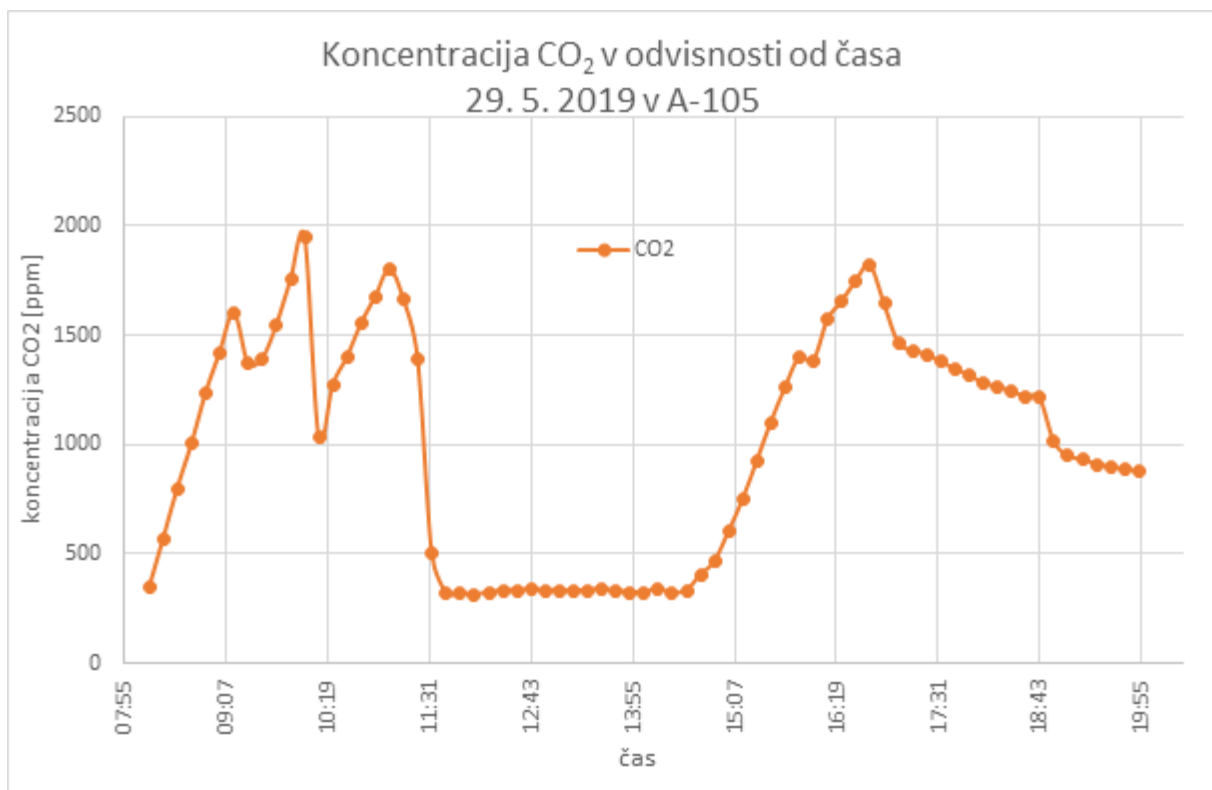
- **Režim prežračevanja: nekontrolirano zračenje**



Graf 11: Koncentracija CO₂ v odvisnosti od časa (08.05.2019)

Dne 08.05.2019 je bilo zračenje nekontrolirano, uporabniki so okna po želji odpirali in zapirali. V Graf 11 vidimo, da koncentracija CO₂ doseže 1426 ppm in je prekoračila mejo vrednosti bivalnega okolja. Meritve so potekale od 7:30 do 15:40. Ta dan instrumenti za merjenje O₂ niso delovali.

- **Režim prežračevanja: zračenje na dve uri med odmori**



Graf 12: Koncentracija CO₂ v odvisnosti od časa (29.05.2019)

Dne 29.05.2019 je bila predavalnica prezračevana med odmori-na vsaki dve uri. Iz Graf 12 vidimo, da je koncentracija CO₂ narašča in pada. Od 11:53 do 14:33 pa je koncentracija konstantna. Meritve so potekale od 8:13 do 19:53. Ta dan instrumenti za merjenje O₂ niso delovali.

3.1.5.3 FORMALDEHID

Meritve formaldehida se v tem prostoru niso izvajale.

3.1.6 KAKOVOST PITNE VODE

Kakovost pitne vode je bila določena z metodo induktivno sklopljene plazme z masno selektivnim detektorjem.

Narejena je bila umeritvena krivulja, ki je zajemala točke s koncentracijami 0,01 mg/L, 0,05 mg/L, 0,1 mg/L, 0,5 mg/L in 2,4 mg/L. Raztopine so bile pripravljene iz standardne raztopine 23 elementov koncentracije 1 g/L (ICP multi-element standard solution IV). Induktivno sklopljeno plazmo z masno selektivnim detektorjem določa več kovin naenkrat. Temperatura plazme je od 800 K do 1000 K, kar je bilo vidno kot bela svetloba oziroma močan plamen. Vsak element emitira svojo valovno dolžino, koncentracija elementa pa je odvisna od emitirane svetlobe. Pri določenih valovnih dolžinah lahko pride do interferenc, kar pomeni, da ima en element emitira več valovnih dolžin. Z induktivno sklopljeno plazmo z masno selektivnim detektorjem se lahko merijo srednje nizke koncentracije elementov. Koncentracija je bila določena na podlagi umeritvene krivulje.

Glede na določbe Pravilnika o pitni vodi (<http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV3713>) določamo: mikrobiološke parametre kemijske parametre in indikatorske parametre. V sklopu projekta smo preverjali kakovost pitne vode z indikatorskimi parametri: električna prevodnost, pH vrednost, motnost, ter kemijskimi parametri: določanje kovin (baker, kadmij, krom, nikelj, svinec, mangan, železo, cink). Mejne vrednosti kovin v vodi predstavljajo: baker= 2mg/L, kadmij=5µg/L, krom=50µg/L, nikelj=20µg/L, svinec=10-25µg/L, mangan=50-400µg/L, železo=200-2000µg/L in cink=3mg/L. pH vrednost se lahko giblje med 6,5 in 9,5.

Voda v prostoru A-105 je bila zaprta od petka 24.05.2019 popoldne do ponedeljka 27.05.2019 zjutraj, ko je bilo vzeti prvih pol litra vzorca. Potem je voda odtekala dve minuti pri srednjem curku in nato je bil vzeti drugi vzorec. V vodi so bile določene koncentracije bakra, kadmija, kroma, niklja, svinca, mangana, železa in cinka. Rezultati so prikazani v spodnji Tabela 7.

Tabela 7: Koncentracije kovin v vodi v predavalnici A-105

28.05.2019	baker	kadmij	krom	nikelj	svinec	mangan	železo	cink
prvi vzorec (mg/L)	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,017	< 0,01	< 0,01	0,046	1,871
drugi vzorec (mg/L)	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,023	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,293

Mejna vrednost niklja v Pravilniku o pitni vodi (Uradni list RS, št. 19/04, 35/04, 26/06, 92/06, 25/09, 74/15 in 51/17), je 0,02 mg/L. Ta vrednost je presežena pri drugem vzorcu. Glavni vir niklja v pitni vodi je lahko iz različnih elementov omrežja.

Ugotovitev:

Pomembno je spiranje pred uporabo vode. Vse ostale vrednosti niso presegle mejnih vrednosti. Poleg kovin so bili v vzorcih izmerjeni še pH vrednost, električna prevodnost, temperatura in motnost. Rezultati so podani v spodnji Tabela 8.

Tabela 8: Meritve pH, prevodnosti in motnosti vode v predavalnici A-105

28.05.2019	pH	Prevodnost (merjena pri sobni temperaturi)	motnost
prvi vzorec	7,54	0,588 mS/cm	2,25 NTU
drugi vzorec	7,25	0,592 mS/cm	1,62 NTU

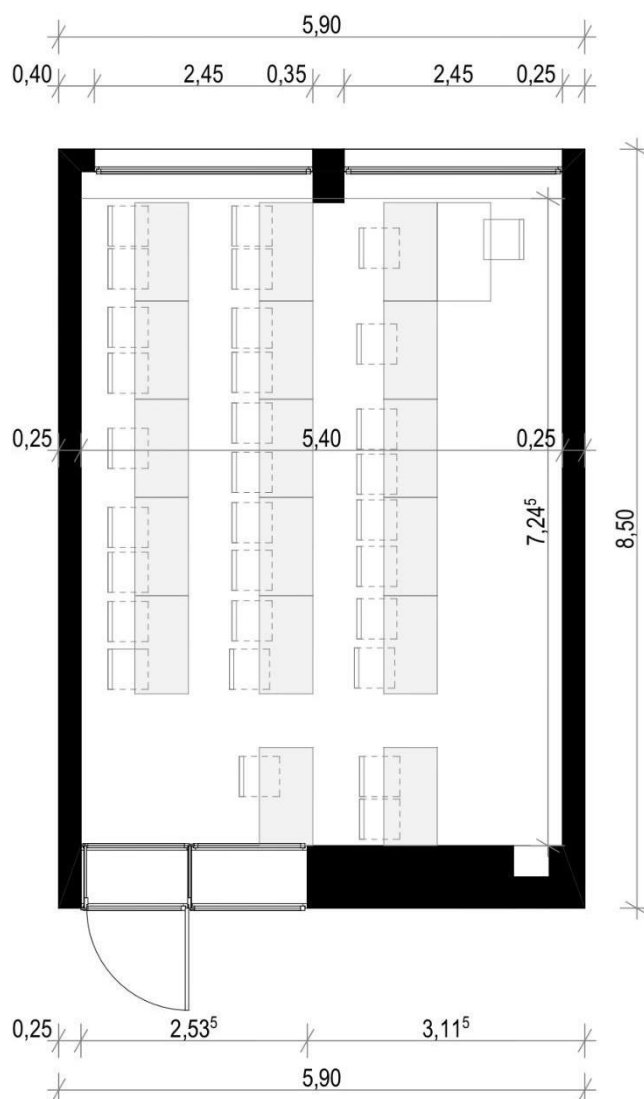
Vrednost pH je znotraj dovoljenih mej, vrednost prevodnosti in motnosti se ocenjujeta v povezavi z ostalimi parametri.

Ugotovitev:

Voda v prostoru A-105 je pitna, spiranje pred uporabo je priporočljivo.

3.2 PREDAVALNICA A-202

3.2.1 ARHITEKTURNA ZASNOVA



Slika 19: Tloris obstoječega stanja predavalnice A-202

Predavalnica A-202 je rotirana proti jugu. Je srednje velik prostor, kjer pa je izkoriščenost z mizami maksimalna. Kot je razvidno iz Slika 19, prostor v dolžino in širino meri 7,24 m x 5,40 m. Višina prostora je 3,8 m. Neto površina predavalnice je 39,14 m². Volumen prostora je 152,26 m³. Skozi tloris smo ugotovili, da so mize v prostoru preblizu tabli, zato je vidljivost nekoliko neugodna. Na južni strani je celotna stran zastekljena, na sredini te stene pa je steber, ki v določenem trenutku poda senco. Oba okna sta na višini 1 m.

Ugotovili smo, da je prostor relativno majhen glede na to, da je predavalnica. Osvetljenost je dobra, saj prejme dovolj naravne svetlobe. V prostoru je 29 sedišč, kar je dolžino in širino prostora neugodno, saj je sprednja vrstica miz preblizu table in je vidljivost na njo težka in nefunkcionalna. Prostor potrebuje lažje premikanje, zato bi bilo potrebno le temu prilagoditi postavitve pohištva. Mize so dovolj široke, da omogočajo normalno delo med predavanji. Prav tako so stoli funkcionalni, saj se jih da premikati po prostoru in prilagoditi delu. Lahko predvidevamo, da se bo v prostoru v prihodnje izvajalo več dela v skupinah, zato bi bilo dobro temu prilagoditi postavitev pohištva. Kljub vsemu je

prostor lepo opremljen, prejme pa tudi svetlobo iz severne strani, kjer so okna postavljena in pride svetloba iz notranjega hodnika.

Na zunanji strani oken so starejša senčila, katera je težje premikat, zaradi njihove teže. Večino časa so spuščena in priprta. So pa v prostoru zavese, katere so v uporabi vsakodnevno in jih je lažje premikat ter prilagajat predavanjem. V prihodnje bi se lahko zavese zamenjale za modernejše.



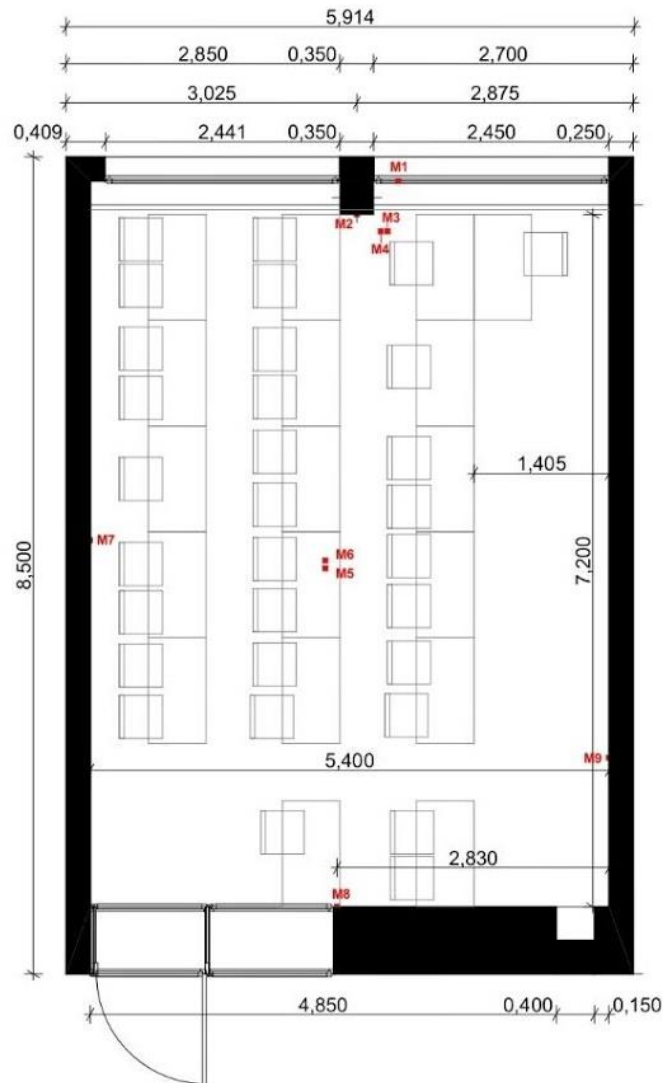
Slika 20: Fotografija predavalnice A-202 od okna



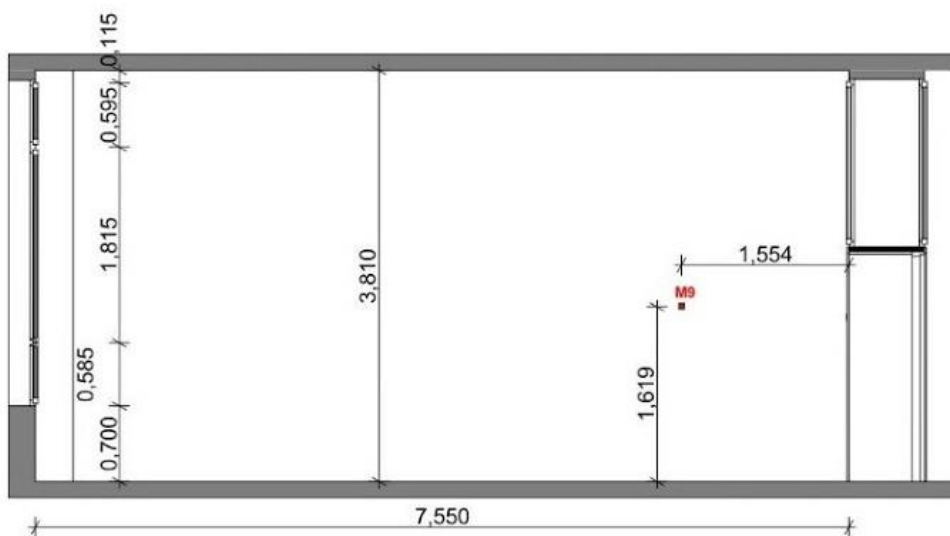
Slika 21: Fotografija predavalnice A-202 od vhodnih vrat

Tlorisi in prerezi obstoječega stanja

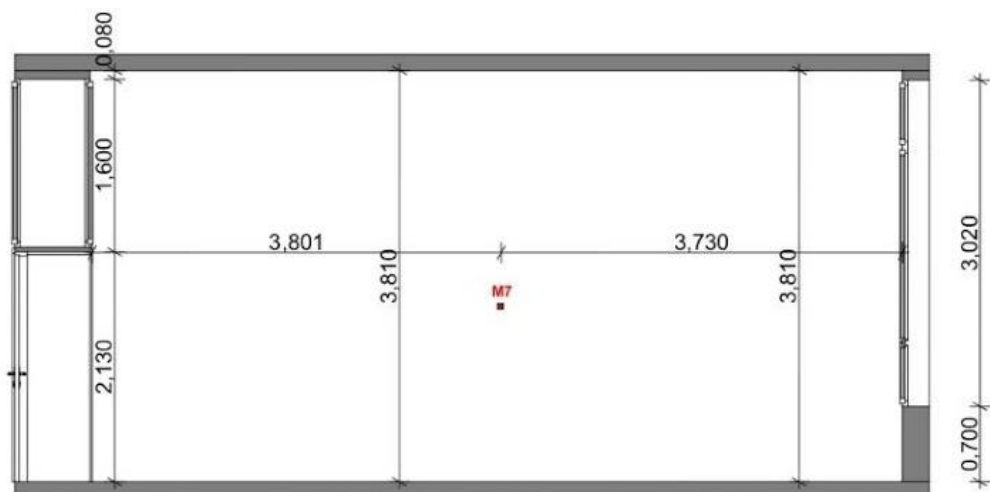
Na spodnjih slikah so prikazani tloris ter vzdolžni in prečni prerezi čez predavalnico, na katerih so prav tako z rdečo barvo označene lokacije, kjer so bili postavljeni merilniki zraka. Postavljeni so bili na mizo, na tla, steno in ob okno.



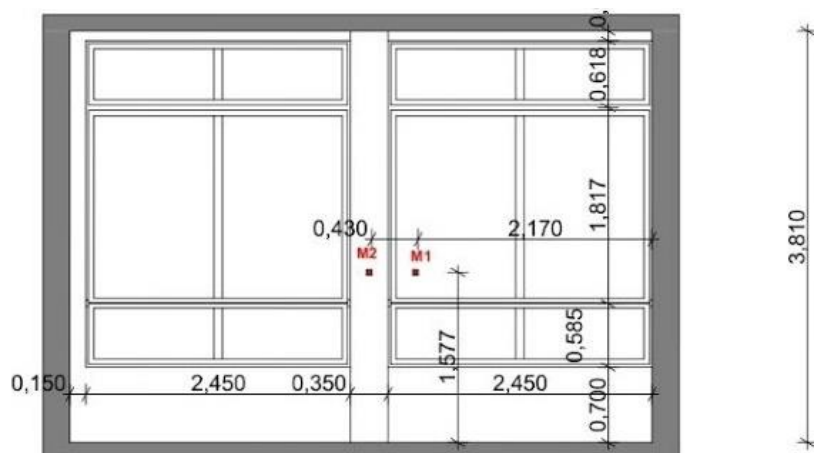
Slika 22: Tloris predavalnice z označbami lokacije merilnika



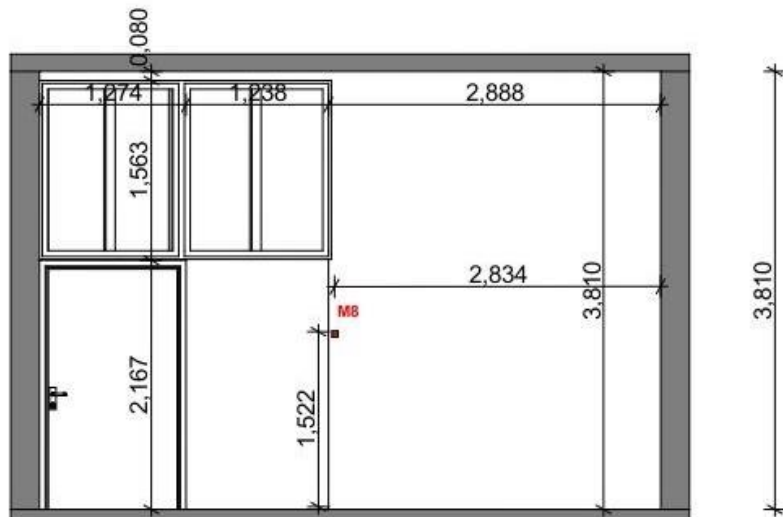
Slika 23: Prez na zahodno stran



Slika 24: Prerez na vzhodno stran



Slika 25: Prerez na južno stran, prikaz zunanjih oken



Slika 26: Prerez na severno stran, kjer so narisana okna, s kozi katera prostor prejme svetlobo iz notranjega

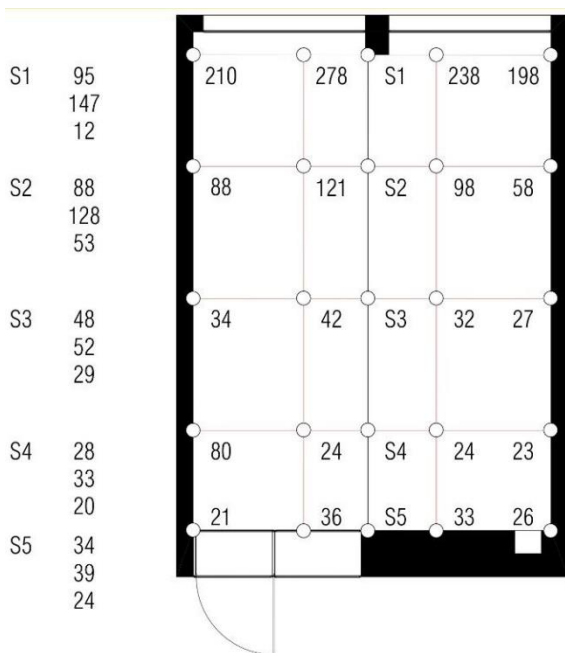
3.2.2 VIZUALNO UGODJE

Za prostore, kot je predavalnica, je priporočena minimalna osvetlitev 300 lux- v skladu s standardom SIST EN 12464-1:2011 Svetloba in razsvetljava - Razsvetljava na delovnem mestu - 1. del: Notranji delovni prostori. To so minimalni pogoji, katere se mora upoštevati in izpolniti za kakovostno in učinkovito delo v prostoru. Na to vplivajo različni dejavniki, med njimi zunanji pogoji (geografska širina, vreme, ovire, ki senčijo stavbo) in lastnosti stavbe (lastnosti in velikost oken, senčil, orientacije, ipd.)

Meritve (vir: lasten); Luxmeter – merilnik osvetljenosti DELTA OHM

Meritve osvetljenosti predavalnice A-202 so se izvajale 09.05.2019, dvakrat isti dan. Prva meritev je bila ob 7.00 zjutraj, najprej brez luči, nato z lučmi, zadnja meritev pa je bila brez luči in . Meritev se je ponovila ob 14.00 popoldne, na enak način kot zjutraj. Po standardu (SIST EN 17037:2019 Dnevna svetloba v stavbah) se meritev naredi ob oblačnem vremenu, saj se podajo realnejši podatki kot ob sončnem dnevu.

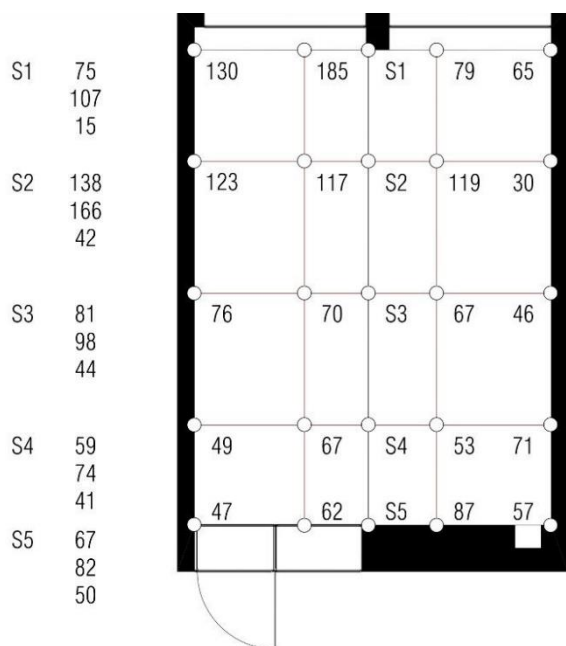
Na prehodno izrisan tloris predavalnice smo v rastru 2x2 m izrisali mrežo točk, na poziciji katerih so bile opravljene meritve osvetlitve na višini 0,85 m, kar predstavlja delovno površino mize. Dodatno smo na sredini predavalnice opravili meritve na treh različnih višinah: na tleh na višini 0,85 m in 1,80 m od tal. Rezultati meritev so prikazani na spodnjih slikah (od Slika 27 do Slika 32), kjer oznake S1-S5 predstavljajo merilna mesta po sredini prostora, glede na oddaljenost od okna (S1 pomeni oddaljenost od okna za 1 raster, itd.)



Slika 27: Meritev osvetljenosti zjutraj, 7:00, ob oblačnem vremenu, brez luči; povprečna osvetljenost brez vrednosti ob oknih in stenah je 56,83 lux



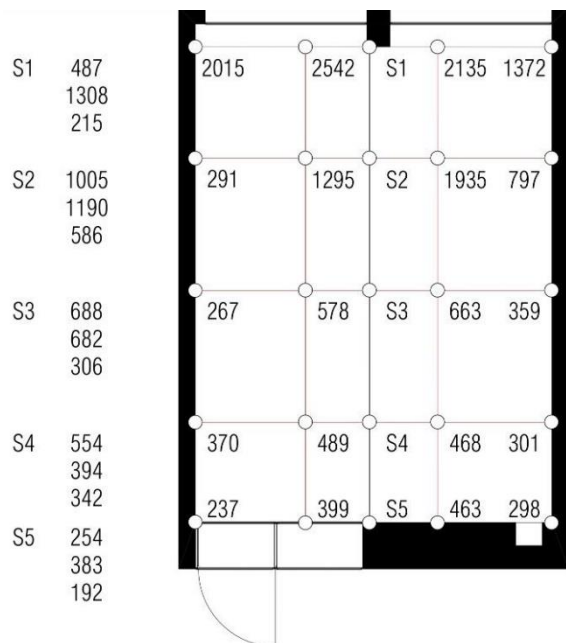
Slika 28: Meritev osvetljenosti zjutraj, 7:25, ob oblačnem vremenu, z lučmi; povprečna osvetljenost brez vrednosti ob oknih in stenah je 406,50 lux



Slika 29: Meritev osvetljenosti zjutraj, 7:40, ob oblačnem vremenu, brez luči in s senčili; povprečna osvetljenost brez vrednosti ob oknih in stenah je 82,16 lux



Slika 30: Meritev osvetljenosti popoldne, 14:00, ob oblačnem vremenu, brez luči; povprečna osvetljenost brez vrednosti ob oknih in stenah je 431,00 lux



Slika 31: Meritev osvetljenosti popoldne, 14:25, ob oblačnem vremenu, z lučmi; povprečna osvetljenost brez vrednosti ob oknih in stenah je 904,66 lux



Slika 32: Meritev osvetljenosti popoldne, 14:40, ob oblačnem vremenu, brez luči in s senčili; povprečna osvetljenost brez vrednosti ob oknih in stenah je 280,66 lux

Tabela 9: Prikaz povprečne vrednosti osvetljenosti prostora in KDS - količnik dnevne svetlobe

	Zunanja osvetlitev (Lux)	Povprečna notranja osvetlitev na višini 0,8 m od tal brez luči (brez senčil) (Lux)	Povprečna notranja osvetlitev na višini 0,8 m od tal z lučmi (brez senčil) (Lux)	Povprečna notranja osvetlitev na višini 0,8 m od tal brez luči in s senčili (Lux)	Povprečen KDS brez luči (brez senčil) (%)	Povprečen KDS brez luči in s senčili (%)
Zjutraj	1678	56,83	406,50	82,16	3,38	4,8
Popoldne	8450	431	904,66	280,66	5,10	3,32

Enačba za izračun:

$$KDS = \frac{E_{i,average}}{E_{v,d,med}} \cdot 100\%$$

kjer je:

$E_{i,average}$ notranja povprečna srednja vrednost osvetlitve (lux)

$E_{v,d,med}$ zunanja srednja osvetljenost neba (lux)

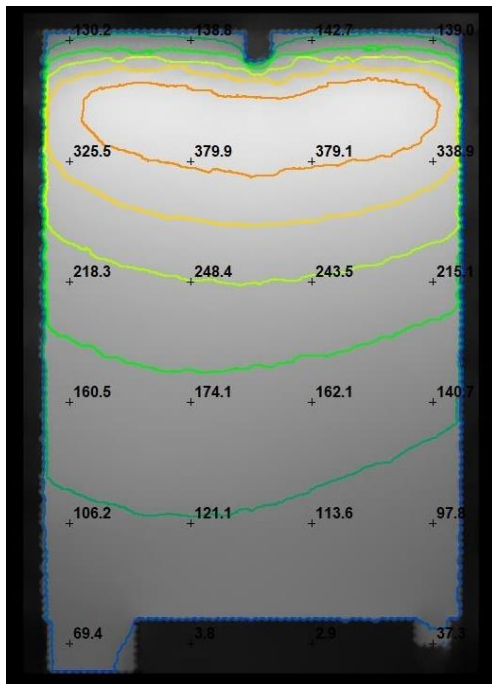
Ugotovitve:

Glede na podane meritve ugotavljamo, da prostor prejme zadostno količino dnevne svetlobe za normalno delovanje in učenje. Po standardu SIST EN 12464-1:2011 Svetloba in razsvetljava - Razsvetljava na delovnem mestu - 1. del: Notranji delovni prostori je napisano, da je potrebna osvetljenost 300 lux. Glede na meritve, ki so potekale v oblačnem vremenu, je zjutraj premalo svetlobe

za normalno delovanje, zato je potrebna umetna svetloba. Popoldne je naravne svetlobe dovolj, zato se lahko temu primerno prilagodi uporaba svetil. Predavalnica je širša, kar je nenavadno, zato je svetlobe na severni strani manj, kjer so mize.

Simulacije

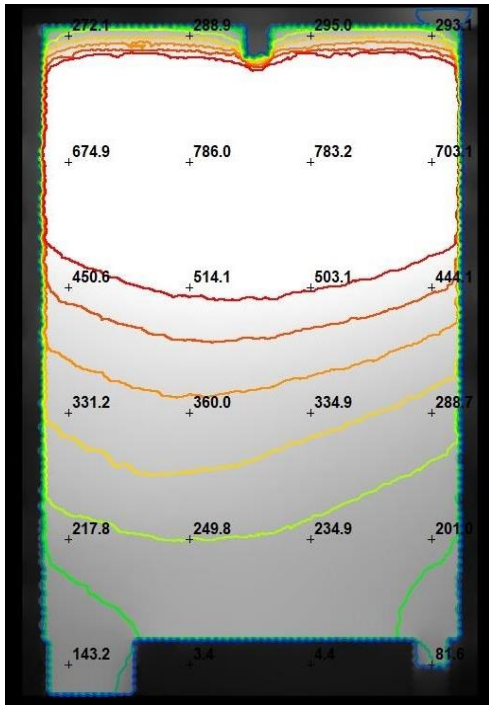
Z namenom validacije rezultatov meritev smo opravili tudi simulacije osvetlitev v programu Daylight Visualizer. V programu se je nastavil čas merjenja maja, vreme pa oblačno. Višina je nastavljeno enako, kot so potekale meritve, na 0,85 m. Rezultati simulacij so prikazani na spodnjih slikah (od Slika 33 do Slika 36).



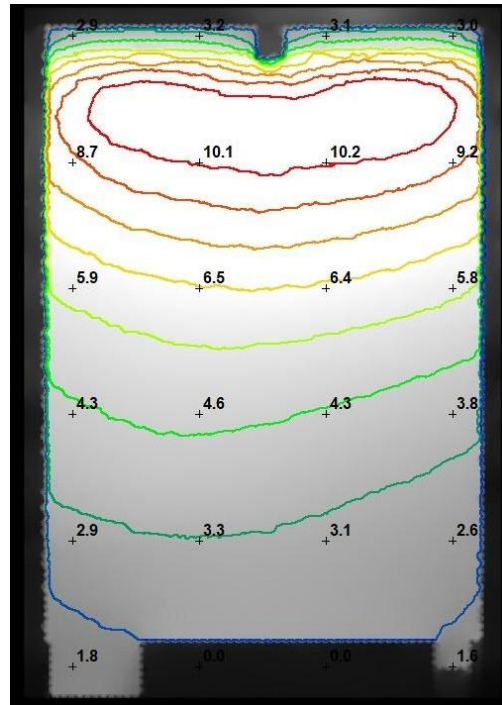
Slika 33: Osvetljenost zjutraj ob 7:00; mesec maj
(vir: Daylight Visualizer)



Slika 34: Osvetljenost opoldne ob 12:00; mesec maj
(vir: Daylight Visualizer)



Slika 35: Osvetlitev popoldne ob 14:00; mesec maj (vir: Daylight Visualizer)



Slika 36: Osvetlitev: daylight factor; mesec maj; povprečni daylight= 5,9 (vir: Daylight Visualizer)

Ugotovitve:

Po narejenih simulacijah s pomočjo programa Daylight Visualizer smo ugotovili, da so lastnoročne meritve precej podobne simulacijam, saj ima merilec merilna odstopanja 15-20 %, zaradi napake v meritvah in merilnem inštrumentu. Na notranji strani predavalnice, kjer je naravne svetlobe manj, so rezultati podobni, proti oknu pa so razlike med rezultati meritev in simulacije večje. Kot pa lahko tudi vidimo na spodnji Slika 37, pa se v prostoru pojavi tudi bleščanje kar lahko vpliva na učenje v prostoru.

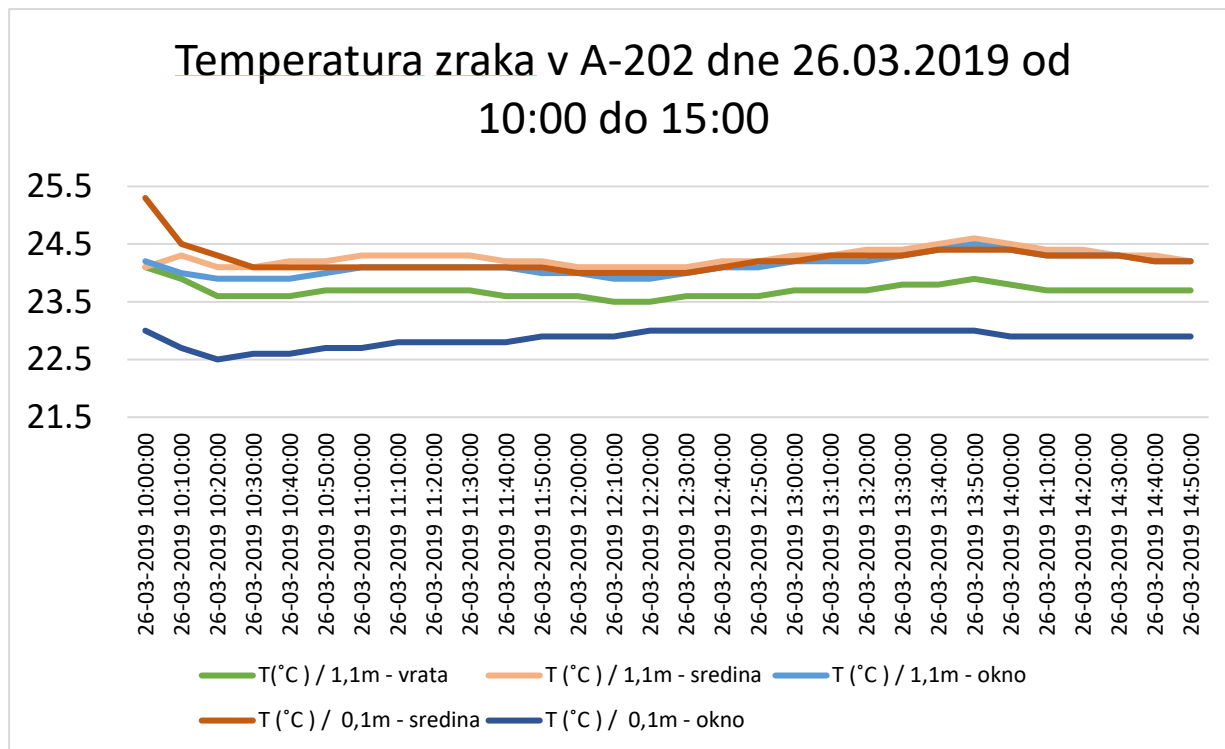


Slika 37: Pojav bleščanja v predavalnici A-202

3.2.3 TOPLOTNO UGODJE

3.2.3.1 TEMPERATURA ZRAKA

- **Režim prezračevanja: neprezračevano**



Graf 13

Dne 26.03.2019 smo izvajali meritve temperatur zraka v predavalnici A-202. Na dan meritev je bila ob 8:00 izmerjena zunanja temperatura zraka 7 °C ob jasnem vremenu, ob 15:00 pa je znašala 12 °C ob jasnem vremenu.

V predavalnici smo na dan meritev predvideli neprezračevan režim, kar pomeni, da so okna bila cel dan zaprta. Ogrevanje prostora poteka daljinsko. Ponoči se moč ogrevanja zmanjša, ponovno pa se poveča ob 6:00 zjutraj.

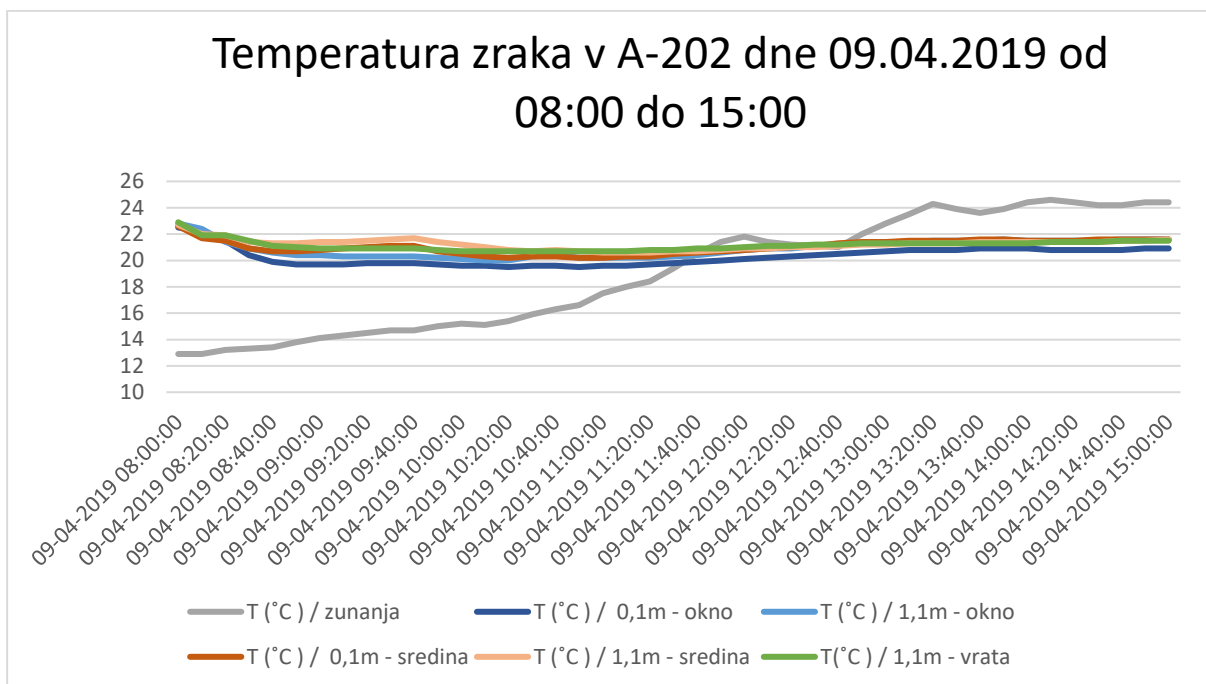
Kot je razvidno iz Graf 13 je temperatura zraka po 10:00 padla zaradi odprtja oken, saj so se uporabniki zjutraj pritoževali nad pogoji v predavalnici in so prezračili za 10 minut. V prostoru je bilo konstantno prisotnih 8 oseb. Maksimalna temperatura zraka je bila izmerjena ob 13:50 na sredini na višini 1,1 m (na sredini na višini 0,1 m izvememo iz analize zaradi napake pri merjenju), in sicer je ta znašala 24,6 °C. Temperatura je kasneje na vseh merilnih mestih pričela rahlo padati. Vidimo lahko zgolj manjša nihanja, ki so najverjetneje posledica odmorov in s tem povezanega nihanja števila prisotnih. Največja razlika med temperaturama na merilnih mestih na višinah 0,1 m in 1,1 m ob oknu je bila izmerjena ob 13:50, ko je znašala 1,4 K.

Zunanji pogoji so pri režimu neprezračevanja imeli minimalni vpliv, saj so bila okna zaprta.

Ugotovitev:

S pomočjo analize smo ugotovili, da so ob režimu neprezračevanja, prisotni v prostoru začutili potrebe po prezračevanju, zaradi visoke temperature in slabega zraka.

- **Režim prezračevanja: okna na kip**



Graf 14

Dne 09.04.2019 smo izvajali meritve temperatur zraka v predavalnici A-202. Na dan meritev je bila ob 8:00 izmerjena zunanja temperatura zraka 12,9 °C ob oblačnem vremenu, ob 15:00 pa je znašala 24,4 °C ob sončnem vremenu.

V predavalnici A-202 smo na dan meritev predvideli režim prezračevanja, kjer so bila okna ves čas odprta na »kip«. Ogrevanje prostora poteka daljinsko. Ponoči se moč ogrevanja zmanjša, ponovno pa se poveča ob 6:00 zjutraj.

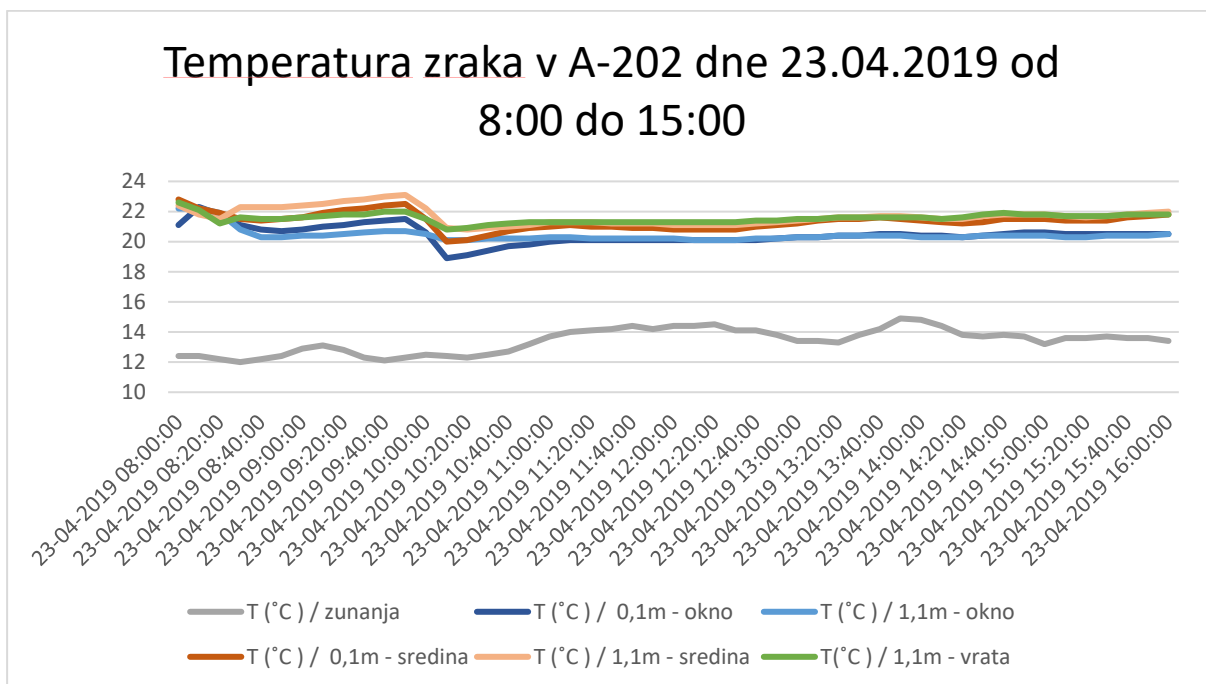
Kot je razvidno iz Graf 14 je temperatura zraka ob začetku prezračevanja padla, saj smo okna odprli na »kip«. V prostoru je bilo med 8:10 in 9:40 konstantno prisotnih približno 10 študentov. Maksimalna temperatura zraka je bila izmerjena ob 9:40, na sredini na višini 1,1 m, in sicer je ta znašala 21,9 °C. Iz Graf 14 je razvidno, da se je predavalnica po 8:00 ohladila zaradi odprtja oken. Temperatura se je kasneje na vseh merilnih mestih pričela dvigovati dokler študentje ob 9:40 niso zapustili predavalnice. Največja razlika med temperaturama na merilnih mestih na višinah 0,1 m in 1,1 m je v povprečju znašala 0,7 K.

Zunanji pogoji so pri režimu prezračevanja, kjer so bila okna ves čas odprta na »kip« imeli vpliv na izmerjene temperature znotraj predavalnice, kar je razvidno iz postopnega dvigovanja temperatur.

Ugotovitev:

S pomočjo analize smo ugotovili, da režim prezračevanja, kjer so bila okna ves čas odprta na »kip«, ni ustrezno iz energetskega oz. trajnostnega vidika zaradi toplotnih izgub.

- **Režim prezračevanja: poljubno prezračevanje**



Graf 15

Dne 23.04.2019 smo izvajali meritve temperatur zraka v predavalnici A-202. Na dan meritev je bila ob 8:00 izmerjena zunanja temperatura zraka 12,4 °C ob deževnem vremenu, ob 15:00 pa je znašala 13,2 °C ob deževnem vremenu.

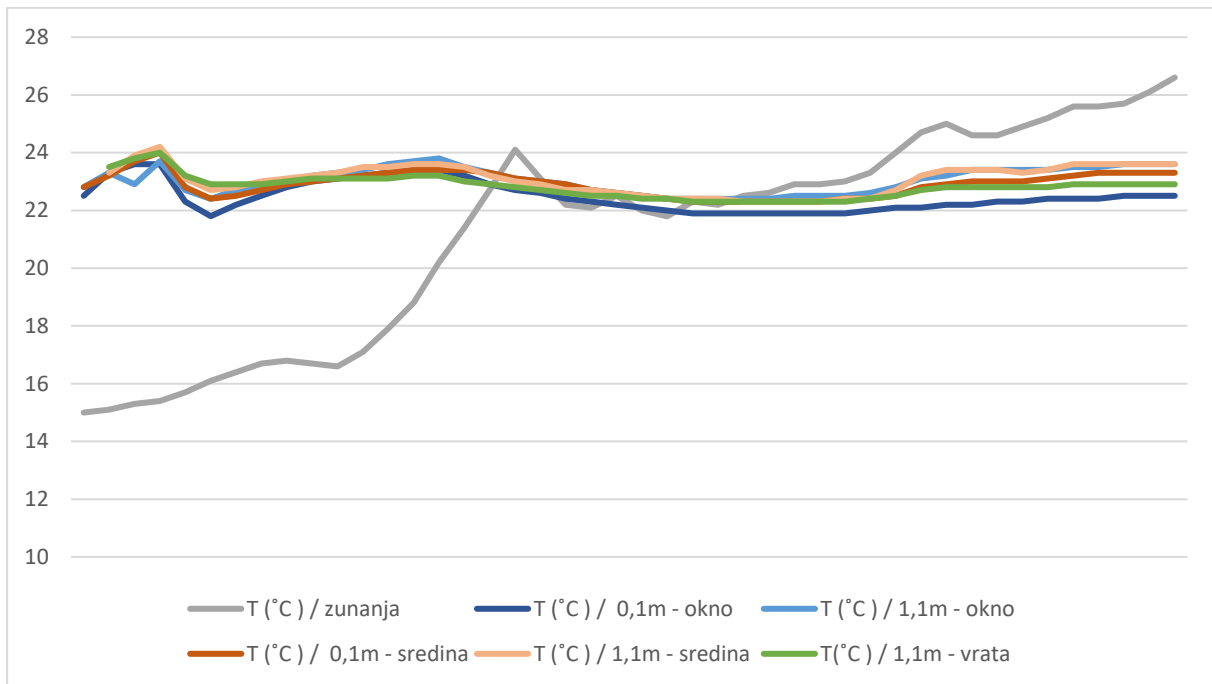
V predavalnici A-202 smo na dan meritev predvideli režim poljubnega prezračevanja. Ogrevanje prostora poteka daljinsko. Ponoči se moč ogrevanja zmanjša, ponovno pa se poveča ob 6:00 zjutraj. Kot je razvidno iz Graf 15 je temperatura zraka po 8:00 padla zaradi odprtja oken. V predavalnici je bilo med 8:20 in 9:50 prisotnih približno 10 študentov. Maksimalna temperatura zraka je bila izmerjena ob 9:50, na sredini na višini 1,1m, in sicer je ta znašala 23,1 °C. Iz Graf 15 je razvidno, da so študentje ob 8:20 v predavalnici zaprli okna, ko se je temperatura začela dvigovati in jih ponovno odprli ob 9:50, ko se je temperatura pričela zniževati. Temperatura se je kasneje na vseh merilnih mestih pričela konstantno dvigovati. Največja razlika med temperaturama na merilnih mestih na višinah 0,1 m in 1,1 m je v povprečju znašala 1,2 K.

Zunanji pogoji so pri režimu poljubnega prezračevanja imeli večji vpliv, saj se je temperatura ob 8:00 in 9:50 zaradi prezračevanja občutno znižala. Po 10:10 je zunanja temperatura imeli le še minimalni vpliv, saj se predavalnica več ni prezračila.

Ugotovitev:

S pomočjo analize smo ugotovili, da so ob režimu poljubnega prezračevanja, prisotni v prostoru začutili potrebo po prezračevanju, ko je temperatura narasla nad 23 °C. Ko je temperatura padla pod 23 °C predavalnice niso prezračili.

- **Režim prezračevanja: prezračevanje med odmori (10 min)**



Graf 16

Dne 23.05.2019 smo izvajali meritve temperatur zraka v predavalnici A-202. Na dan meritev je bila ob 8:00 izmerjena zunanja temperatura zraka 15,1 °C ob pretežno oblačnem vremenu, ob 15:00 pa je znašala 26,6 °C ob oblačnem vremenu.

V predavalnici A-202 smo na dan meritev predvideli režim prezračevanja med odmori, in sicer smo vsak odmor prezračili za 10 minut. Ogrevanje prostora poteka daljinsko. Ponoči se moč ogrevanja zmanjša, ponovno pa se poveča ob 6:00 zjutraj.

Kot je razvidno iz Graf 16 je temperatura zraka ob 8:00 začela naraščati. V prostoru je bilo med 8:00 in 10:20 konstantno prisotnih približno 8 študentov. Maksimalna temperatura zraka je bila izmerjena ob 8:30, na sredini na višini 1,1 m, in sicer je ta znašala 24,0 °C. Iz Graf 16 je razvidno, da je temperatura v prostoru padla ob vsakem prezračevanju, in sicer ob 8:30 in 10:20. Največja razlika med temperaturama na merilnih mestih na višinah 0,1 m in 1,1 m je v povprečju znašala 0,3 K.

Zunanji pogoji so pri režimu prezračevanja med odmori, ko smo predavalnico prezračili za 10 minut imeli vpliv samo med zračenjem oz. neposredno po zračenju.

Ugotovitev:

S pomočjo analize smo ugotovili, da je režim prezračevanja med odmori, ko smo predavalnico prezračili za 10 minut ugoden za uporabnike prostora, saj dovajamo svež zrak in uravnavamo ugodno temperaturo. Prezračevanje med odmori je od vseh režimov najbolj ustrezno iz energetskega oz. trajnostnega vidika in vidika uporabnika prostora.

SKUPNE UGOTOVITVE:

Z analizo temperatur zraka različnih prezračevalnih režimov prostora smo ugotovili, da je za uporabnika najbolj ugoden režim prezračevanja med odmori, saj dovajamo svež zrak in uravnavamo ugodno temperaturo v predavalnici. Prezračevanje med odmori je od vseh režimov najbolj ustrezno tudi iz energetskega oz. trajnostnega vidika in ugodja uporabnika prostora.

3.2.3.2 POVRŠINSKE TEMPERATURE

- **Režim prezračevanja: neprezračevano**

Tabela 10: Površinske temperature v predavalnici A-202 dne 26.03.2019

		POVRŠINSKE TEMPERATURE	
		26.03.2019, predavalnica A-202	
		ob 08:00 [°C]	ob 15:00 [°C]
OKNO	M1	22,7	22,6
ZUNANJA STENA	M2	24,6	22,6
TLA PRI OKNU	M3	27,0	24,7
STROP PRI OKNU	M4	26,6	24,7
STROP SREDINA	M5	26,2	24,3
TLA SREDINA	M6	26,3	24,0
STENA SREDNJA VZHOD	M7	25,9	24,2
STENA SREDNJA ZAHOD	M8	25,9	23,5
NOTRANJA STENA	M9	25,3	24,5

Dne 26.03.2019 smo izvajali meritve temperatur zraka v predavalnici A-202. Na dan meritev je bila ob 8:00 izmerjena zunanja temperatura zraka 7 °C ob jasnem vremenu, ob 15:00 pa je znašala 12 °C ob jasnem vremenu.

Ob 8:00 je bila izmerjena notranja temperatura zraka 24,4 °C, ob 15:00 pa je znašala 25,9 °C.

V predavalnici smo na dan meritev predvideli neprezračevan režim, kjer so bila okna cel dan zaprta.

V Tabela 10 lahko vidimo vrednosti površinskih temperatur ob 8:00 uri in 15:00 uri na dan merjenja. Iz podatkov lahko razberemo, da so se temperature na vseh merjenih mestih tekom delovnega dne znižale. Najvišja temperatura ob 8:00 je bila na merilnem mestu M3 – na tleh pri oknu, najverjetneje zaradi ogrevanja. Medtem ko je bila najnižja površinska temperatura na merilnih mestu M1 – na oknu zaradi nižje zunanje temperature. Najvišja temperatura ob 15.00 je bila na merilnih mestih M3 in M4 - na tleh in stropu pri oknu zaradi ogrevanja. Medtem ko je bila najnižja površinska temperatura na merilnih mestih M1 in M2 - na oknu in zunanji steni zaradi slabše izoliranosti.

- **Režim prezračevanja: okna na kip**

Tabela 11: Površinske temperature v predavalnici A-202 dne 09.04.2019

		POVRŠINSKE TEMPERATURE	
		09.04.2019, predavalnica A-202	
		ob 08:00 [°C]	ob 15:00 [°C]
OKNO	M1	21,2	22,5
ZUNANJA STENA	M2	21,4	20,0
TLA PRI OKNU	M3	22,5	21,3
STROP PRI OKNU	M4	22,1	21,0
STROP SREDINA	M5	22,3	21,0
TLA SREDINA	M6	22,4	21,3
STENA SREDNJA VZHOD	M7	22,6	21,5
STENA SREDNJA ZAHOD	M8	22,5	21,4
NOTRANJA STENA	M9	22,7	21,6

Dne 09.04.2019 smo izvajali meritve temperatur zraka v predavalnici A-202. Na dan meritev je bila ob 8:00 izmerjena zunanja temperatura zraka 12,9 °C ob sončnem vremenu, ob 15:00 pa je znašala 24,4 °C ob oblačnem vremenu.

Ob 8:00 je bila izmerjena notranja temperatura zraka 22,2 °C, ob 15:00 pa je znašala 21,5 °C.

V predavalnici smo na dan meritev predvideli režim prezračevanja z okni na kip.

V Tabela 11 lahko vidimo vrednosti površinskih temperatur ob 8:00 uri in 15:00 uri na dan merjenja. Najvišja temperatura ob 8:00 je bila na merilnem mestu M9 – na notranji steni. Medtem ko je bila najnižja površinska temperatura na merilnem mestu M1 – na oknu zaradi nižje zunanje temperature. Najvišja temperatura ob 15.00 je bila na merilnem mestu M1 – na oknu zaradi višje zunanje temperature in vpada sončnih žarkov. Medtem ko je bila najnižja površinska temperatura prav tako na merilnem mestu M2 – na zunanji steni zaradi slabše izoliranosti in vpliva prezračevanja.

- **Režim prezračevanja: poljubno prezračevanje**

Tabela 12: Površinske temperature v predavalnici A-202 dne 23.04.2019

POVRŠINSKE TEMPERATURE			
23.04.2019, predavalnica A-202			
		ob 08:00 [°C]	ob 15:00 [°C]
OKNO	M1	20,6	23,9
ZUNANJA STENA	M2	22,2	21,9
TLA PRI OKNU	M3	22,1	22,1
STROP PRI OKNU	M4	22,4	22,2
STROP SREDINA	M5	22,3	22,5
TLA SREDINA	M6	22,3	22,4
STENA SREDNJA VZHOD	M7	22,3	22,3
STENA SREDNJA ZAHOD	M8	22,2	22,3
NOTRANJA STENA	M9	22,3	22,4

Dne 23.04.2019 smo izvajali meritve temperatur zraka v predavalnici A-202. Na dan meritev je bila ob 8:00 izmerjena zunanja temperatura zraka 12,4 °C ob deževnem vremenu, ob 15:00 pa je znašala 13,2 °C ob deževnem vremenu.

Ob 8:00 je bila izmerjena notranja temperatura zraka 21,9 °C, ob 15:00 pa je znašala 22,3 °C.

V predavalnici smo na dan meritev predvideli režim poljubnega prezračevanja.

V Tabela 12 lahko vidimo vrednosti površinskih temperatur ob 8:00 in 15:00 na dan merjenja. Iz podatkov lahko razberemo, da so se temperature na vseh merjenih mestih (razen na oknu) tekom delovnega dne povišale. Najvišja temperatura ob 8:00 je bila na merilnem mestu M4 – na stropu pri oknu. Medtem ko je bila najnižja površinska temperatura na merilnem mestu M1 – na oknu zaradi zunanje temperature. Najvišja temperatura ob 15.00 je bila na merilnem mestu M1 – na oknu. Medtem ko je bila najnižja površinska temperatura na merilnem mestu M2 – na zunanji steni zaradi slabše izoliranosti.

- **Režim prezračevanja: prezračevanje med odmori (10 min)**

Tabela 13: Površinske temperature v predavalnici A-202 dne 23.05.2019

		POVRŠINSKE TEMPERATURE	
		23.05.2019, predavalnica A-202	
		ob 08:00 [°C]	ob 15:00 [°C]
OKNO	M1	21,6	21,0
ZUNANJA STENA	M2	21,9	20,7
TLA PRI OKNU	M3	21,9	21,8
STROP PRI OKNU	M4	21,8	21,7
STROP SREDINA	M5	22,3	22,5
TLA SREDINA	M6	22,2	22,0
STENA SREDNJA VZHOD	M7	22,4	22,0
STENA SREDNJA ZAHOD	M8	22,4	22,9
NOTRANJA STENA	M9	22,5	22,1

Dne 23.05.2019 smo izvajali meritve temperatur zraka v predavalnici A-202. Na dan meritev je bila ob 8:00 izmerjena zunanja temperatura zraka 15,1 °C ob pretežno oblačnem vremenu, ob 15:00 pa je znašala 26,6 °C ob oblačnem vremenu.

Ob 8:00 je bila izmerjena notranja temperatura zraka 21,9 °C, ob 15:00 pa je znašala 22,2 °C.

V predavalnici smo na dan meritev predvideli režim prezračevanja med odmori (za 10 minut).

V Tabela 13 lahko vidimo vrednosti površinskih temperatur ob 8:00 uri in 15:00 uri na dan merjenja. Iz podatkov lahko razberemo, da so se temperature na vseh merjenih mestih tekom delovnega dne povečale. Najvišja temperatura ob 8:00 je bila na merilnem mestu M9 – na notranji steni. Medtem ko je bila najnižja površinska temperatura na merilnem mestu M1 – na oknu zaradi nižje zunanje temperature. Najvišja temperatura ob 15.00 je bila na merilnem mestu M8 – na srednji steni v smeri zahod. Medtem ko je bila najnižja površinska temperatura na merilnem mestu M2 – na zunanji steni zaradi slabše izoliranosti.

Ugotovitve:

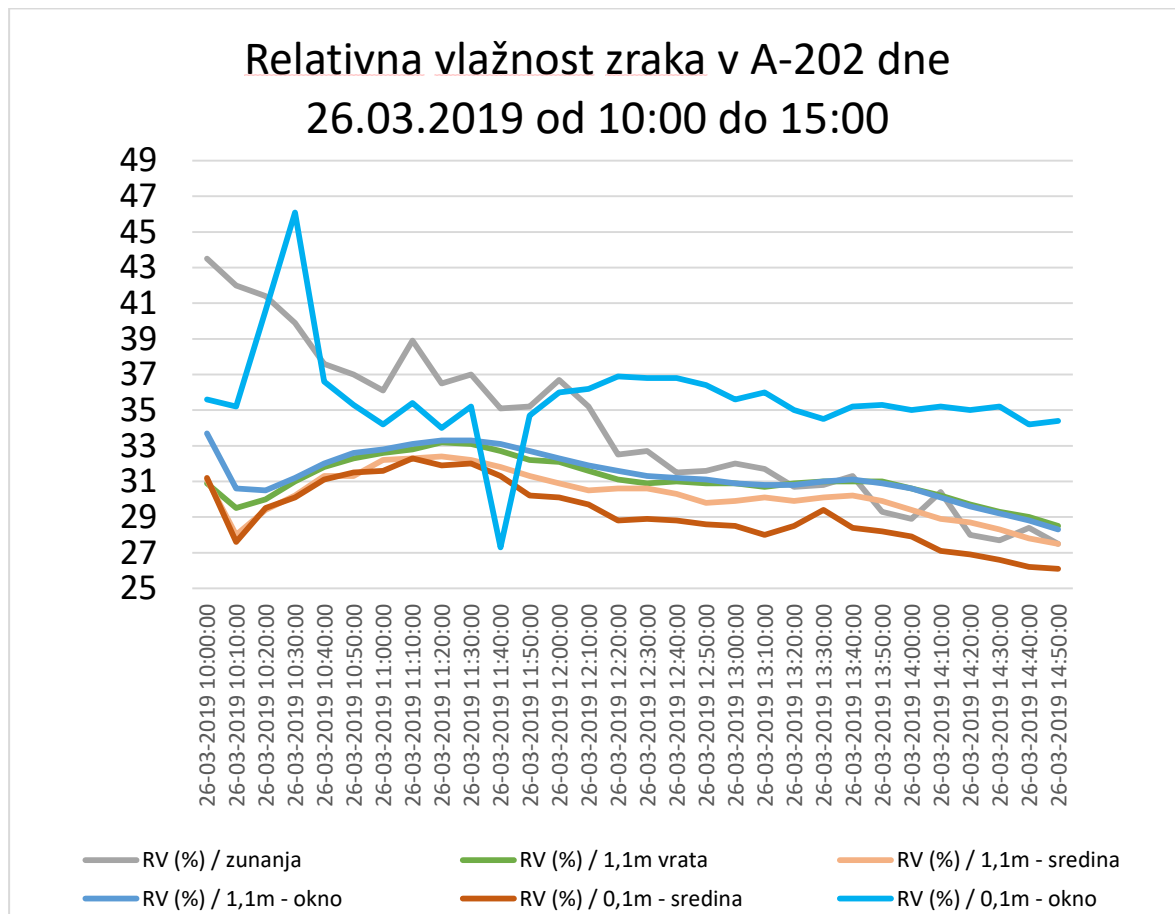
Z analizo površinskih temperatur različnih prezračevalnih režimov prostora smo ugotovili, da se površinska temperatura najbolj spreminja oz. povečuje tekom dneva pri režimu, ko ne prezračujemo ob predpostavki, da deluje ogrevanje z radiatorjem.

Najnižje površinske temperature so bile na merilnih mestih na zunanji steni zaradi slabše izoliranosti, kar ima lahko ob hladnejših dnevih negativen vpliv na uporabnika, ki sedi neposredno ob steni, saj stena oddaja hladno sevalno temperaturo. Najvišje temperature so bile izmerjene popoldan na merilnem mestu na oknu zaradi sončnega sevanja in na stropu zaradi ogrevanja.

Površinske temperature v merjenem prostoru na uporabnika nimajo velikega neugodnega vpliva, saj bistveno ne odstopajo od notranje temperature zraka in zaradi tega ne pride do neudobja.

3.2.3.3 RELATIVNA VLAGA

- Režim prezračevanja: neprezračevano



Graf 17

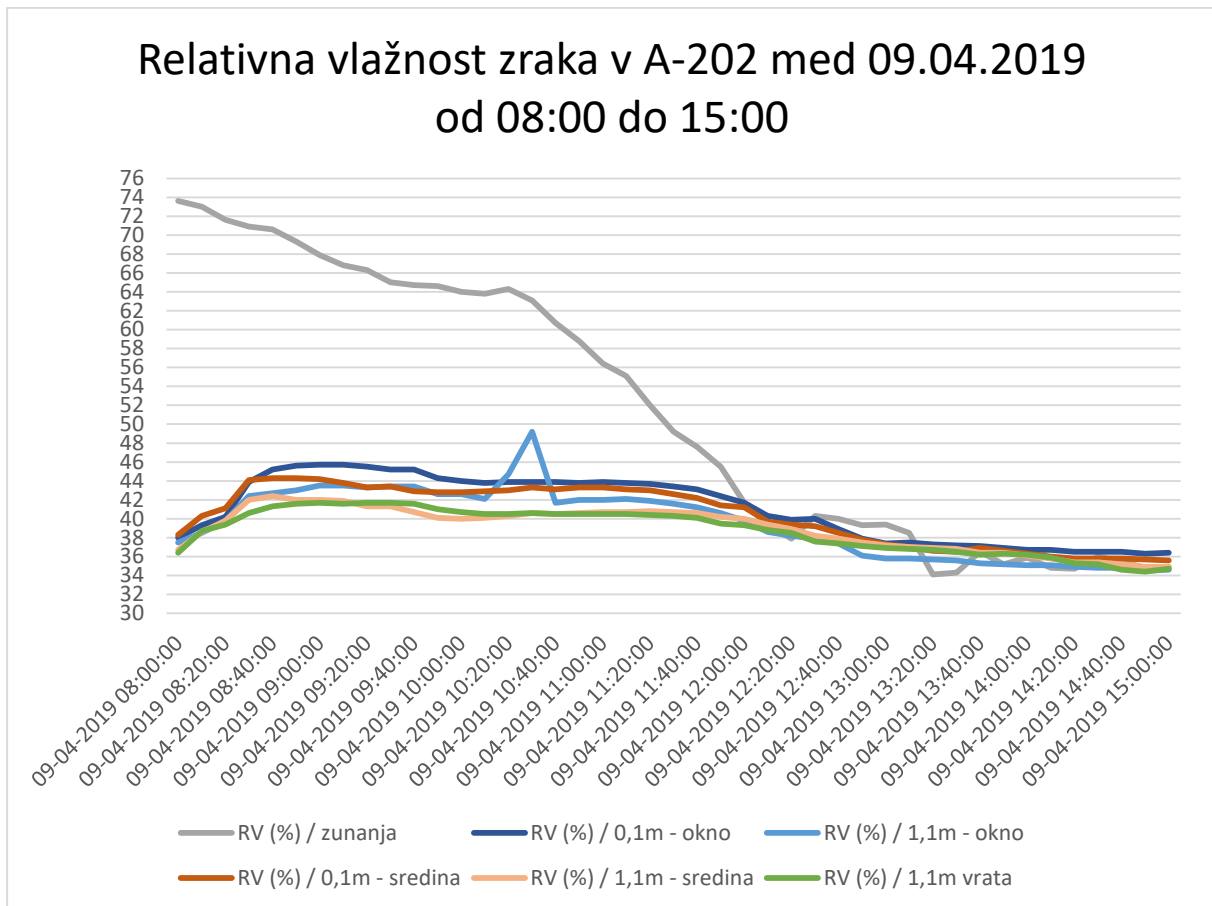
Dne 26.03.2019 smo izvajali meritve vlažnosti zraka v predavalnici A-202. Na dan meritev je ob 10:00 bila izmerjena zunanja relativna vlažnost zraka 43,5 % ob jasnem vremenu, ob 15:00 pa je znašala 31,8 % ob jasnem vremenu.

V predavalnici smo na dan meritev predvideli neprezračevan režim, kjer so bila okna cel dan zaprta. Ogrevanje poteka daljinsko, kjer se ponoči zmanjša moč ogrevanja, ponovno pa se poveča ob 6:00 uri zjutraj.

Relativna vlažnost zraka se je gibala v območju med 26 % in 34 %, v prostoru pa je bilo prisotnih približno 8 študentov. Minimalna relativna vlažnost zraka je bila ob 14:50 na merilnem mestu na višini 0,1 m na sredini, in sicer je ta znašala 26 %. Podatkov iz merilnega mesta 0,1 m pri oknu nismo upoštevali pri analizi, saj smo ugotovili da je pri meritvah nastala napaka.

Relativna vlažnost v prostoru je bila tekom dneva prenizka glede zahtev bivalnega ugodja, ki so med 40 % in 60 %.

- **Režim prezračevanja: okna na kip**



Graf 18

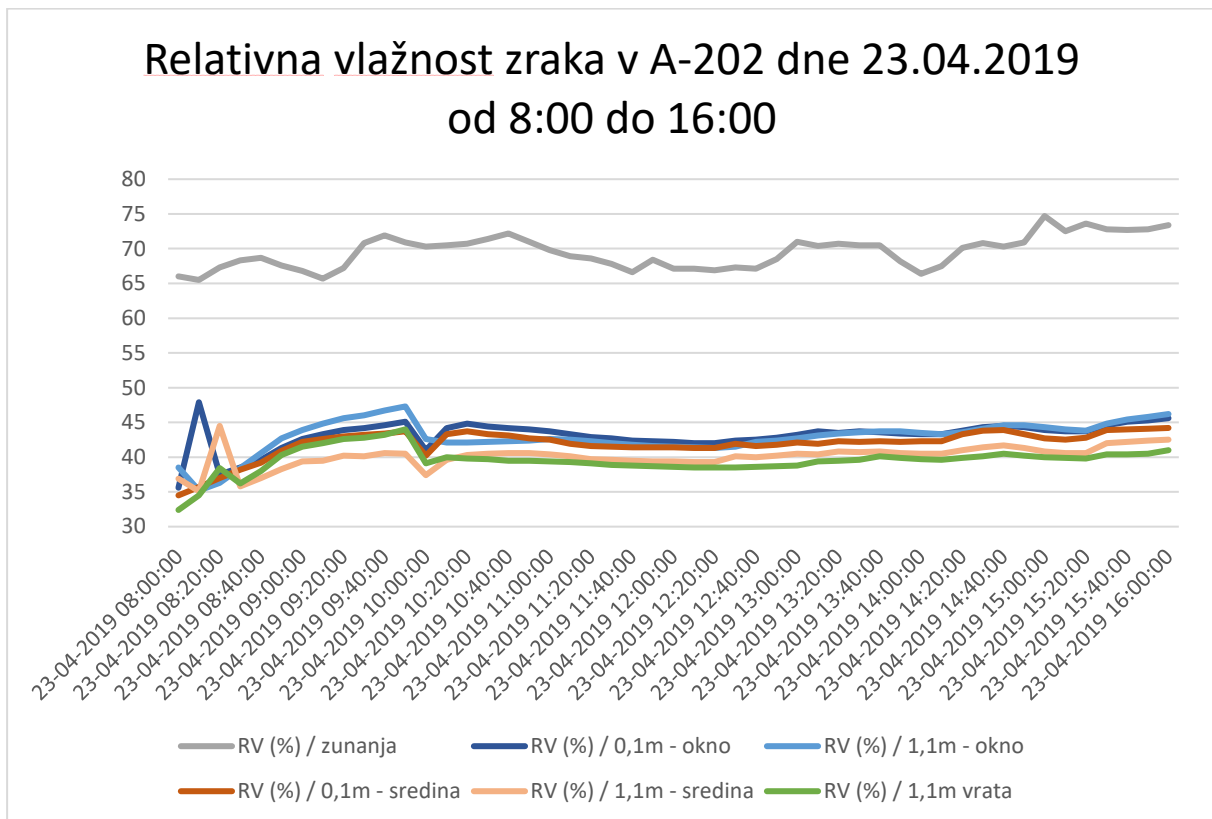
Dne 09.04.2019 smo izvajali meritve vlažnosti zraka v predavalnici A-202. Na dan meritev je ob 8:00 bila izmerjena zunanja relativna vlažnost zraka 73,7 % ob oblačnem vremenu, ob 15:00 pa je znašala 34,2 % ob sončnem vremenu.

V predavalnici smo na dan meritev predvideli režim prezračevanja z okni na kip. Ogrevanje poteka daljinsko, kjer se ponoči zmanjša moč ogrevanja, ponovno pa se poveča ob 6:00 uri zjutraj.

Relativna vlažnost zraka se je gibala v območju med 34,1 % in 49,2 %, v prostoru pa je bilo konstantno prisotnih približno 10 študentov. Minimalna relativna vlažnost zraka je bila ob 15:00 in sicer je ta znašala 34,1 %.

Relativna vlažnost v prostoru je bila večino dneva primerna glede zahtev bivalnega ugodja, ki so med 40 % in 60 %.

- **Režim prezračevanja: poljubno prezračevanje**



Graf 19

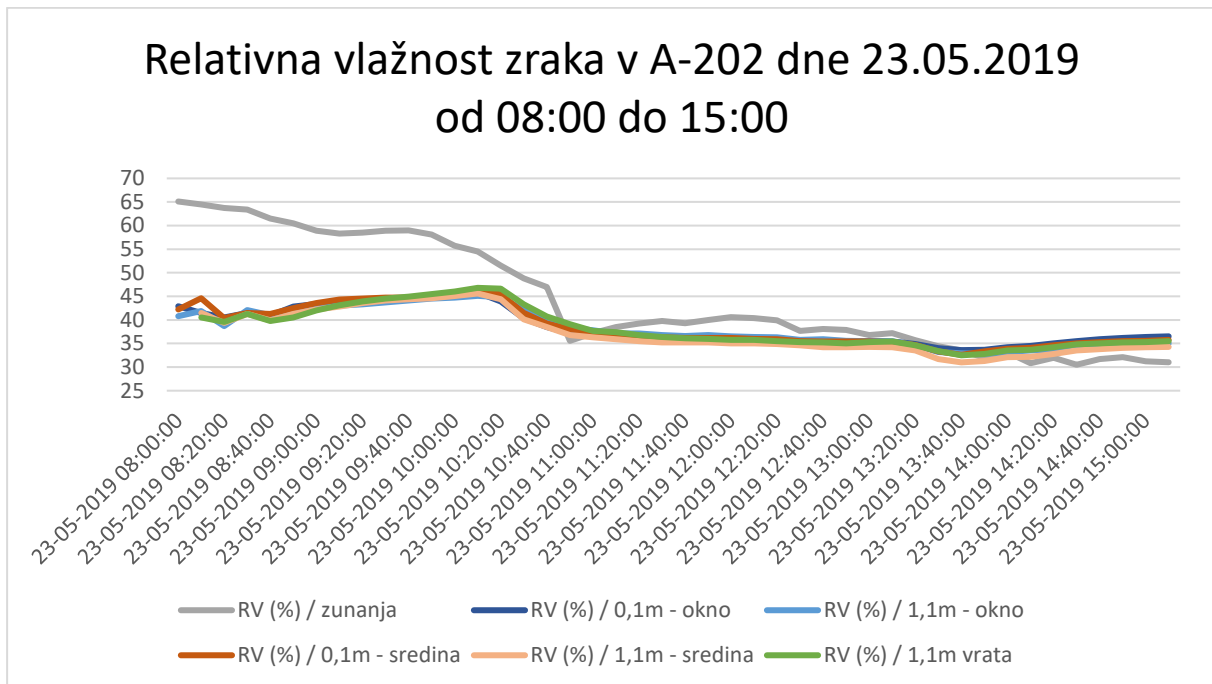
Dne 23.04.2019 smo izvajali meritve vlažnosti zraka v predavalnici A-202. Na dan meritev je ob 8:00 bila izmerjena zunanja relativna vlažnost zraka 65,5 % ob deževnem vremenu, ob 16:00 pa je znašala 73,4 % ob deževnem vremenu.

V predavalnici smo na dan meritev predvideli režim poljubnega prezračevanja. Ogrevanje poteka daljinsko, kjer se ponoči zmanjša moč ogrevanja, ponovno pa se poveča ob 6:00 uri zjutraj.

Relativna vlažnost zraka se je gibala v območju med 33 % in 47,9 %, v prostoru pa je bilo konstantno prisotnih približno 10 študentov. Minimalna relativna vlažnost zraka je bila ob 8, ko so bila okna še zaprta, in sicer je ta znašala 33 %.

Relativna vlažnost v prostoru je bila tekom dneva primerna glede zahtev bivalnega ugodja, ki so med 40 % in 60 %.

- **Režim prezračevanja: prezračevanje med odmori (10 min)**



Graf 20

Dne 23.05.2019 smo izvajali meritve vlažnosti zraka v predavalnici A-202. Na dan meritev je zjutraj ob 8:00 bila izmerjena zunanja relativna vlažnost zraka 65,1 % ob pretežno oblačnem vremenu, ob 15:00 pa je znašala 31 % ob oblačnem vremenu.

V predavalnici smo na dan meritev predvideli režim prezračevanja med odmori (za 10 minut). Ogrevanje poteka daljinsko, kjer se ponoči zmanjša moč ogrevanja, ponovno pa se poveča ob 6:00 uri zjutraj.

Relativna vlažnost zraka se je gibala v območju med 46,8 % in 31,5 %, v prostoru pa je bilo prisotnih 8 študentov. Minimalna relativna vlažnost zraka je bila ob 13:40, ko je narasla temperatura, in sicer je ta znašala 31,5 %.

Relativna vlažnost v prostoru je bila prvo polovico dneva ustrezna glede zahtev bivalnega ugodja, ki so med 40 % in 60 %, saj je bila zunanja relativna vlažnost okoli 60%.

Ugotovitve:

Z analizo relativne vlažnosti zraka različnih prezračevalnih režimov prostora smo ugotovili, da na relativno vlažnost v prostoru različni prezračevalni režimi niso imeli bistvenega vpliva pri vremenu, ko ni deževalo, saj je bila relativna vlažnost v prostoru tekom dneva vedno prenizka glede zahtev bivalnega ugodja, ki so med 40% in 60%. Relativna vlažnost v prostoru je bila tekom dneva ustrezna glede zahtev bivalnega ugodja le takrat, ko je zunaj deževalo in je bila relativna vlažnost zraka zunaj nad 90 %.

3.2.3.4 INTEGRALNO OCENJEVANJE TOPLLOTNEGA UGODJA (PMV-PPD)

Toplotno okolje smo 29.05.2019 ocenjevali s pomočjo indeksa pričakovane presoje toplotnega občutja PMV. PMV indeks podaja pričakovano povprečno oceno toplotnega okolja večjega števila ljudi s pomočjo sedem stopenjske lestvice. PPD predstavlja pričakovan odstotek ljudi, ki izražajo nezadovoljstvo kot posledico toplotnega okolja. Ostali ljudje v skupini ocenjujejo toplotno okolje kot nevtrarno, prijetno hladno ali prijetno toplo.

Spremljali smo število prisotnih oseb, uporabo senčil in razsvetljave, zunanje pogoje, kako so oblečeni prisotni v prostoru, metabolizem (dejavnosti uporabnikov prostora), uporabo elektronskih naprav in režim prezračevanja. Merili smo tudi temperaturo, relativno vlažnost, sevalno energijo in gibanje zraka.

Skladno s standardom SIST EN ISO 7730:2006 Ergonomija toplotnega okolja – Analitično ugotavljanje in interpretacija toplotnega udobja z izračunom indeksov PMV in PPD ter merili za lokalno toplotno ugodje, smo s pomočjo vnaprej izdelane tabele in vstavljanje vnaprej izmerjenih podatkov smo lahko določili kategorijo toplotnega okolja glede na PMV indeks in PPD vrednost.

Za nas so bile pomembne tri kategorije toplotnega okolja in sicer A, B in C, kjer kategorija A predstavlja najboljšo ugodje, kategorija C pa slabšo ugodje. Ugotovili smo, da so na ta dan bile zadovoljive vrednosti, kategorija C je bila le redko dosežena. Najbolj ugodno je za uporabnike, če je PMV vrednost 0.

Table A.1 — Categories of thermal environment

Category	Thermal state of the body as a whole		Local discomfort			
	PPD %	PMV	DR %	PD % caused by		
				vertical air temperature difference	warm or cool floor	radiant asymmetry
A	< 6	- 0,2 < PMV < + 0,2	< 10	< 3	< 10	< 5
B	< 10	- 0,5 < PMV < + 0,5	< 20	< 5	< 10	< 5
C	< 15	- 0,7 < PMV < + 0,7	< 30	< 10	< 15	< 10

Slika 38: Kategorije notranjega ugodja po SIST EN IS 7730

Ugotovitve

Podrobnejše meritve v predavalnici A-202 smo na dan 23.05.2019 izvajali od 7:57 do 14:09. Najbolj neugodne razmere so bile med 9:30 in 10:20 uro, ko je bila dosežena kategorija B, saj je bila vrednost PMV nad 0,20. To je bila posledica uporabe prostora in neprezračevanje prostora dlje časa. Ob dobrem prezračevanju so temperature padle, saj se je prostor prezračil, in tudi rahel prepih je ugodno vplival na lokalno toplotno udobje.

Pričakovan odstotek nezadovoljnih uporabnikov PPD se je na ta dan gibal med 5 % in 7 % soodvisno s indeksom pričakovane presoje toplotnega občutja PMV in posledično tudi kategorijo toplotnega okolja. Ugotovljeno je bilo, da ob temeljitem prezračevanju med odmori je pričakovati zelo ugodno lokalno toplotno ugodje.

3.2.3.5 SUBJEKTIVNI INDIKATORJI TOPLOTNEGA UGODJA

Za potrebe merjenja subjektivnih indikatorjev toplotnega ugodja smo natančno spremljali dogajanje aktivnosti v predavalnici, ko je potekal študijski proces. Spremljali smo število prisotnih oseb, uporabo senčil in razsvetljave, zunanje pogoje, kako so oblečeni prisotni v prostoru, uporabo elektronskih naprav in režim prezračevanja. Merili smo tudi sevalno energijo, gibanje zraka ter udeležencem razdelili anketne vprašalnike (PRILOGA 3 – ANKETA) za ocenjevanje subjektivnih meril z anketami po standardu SIST EN ISO 10551.

Na podlagi odgovorov na anketna vprašanja pri vzorcu 8 študentov, ko je bila zunanja temperatura 15 °C in delno oblačno vreme, smo dobili naslednje rezultate:

- največ študentov tj. 37,5 % je odgovorilo, da jim ni v predavalnici niti toplo niti mrzlo (po PMV 0);
- 62,5% vprašanih je svoje počutje ocenilo kot udobno ali malo udobno, medtem ko so se 37,5% vprašanih razmere zdele neudobne;
- 50% anketirancem jim je klima v prostoru ugajala, anketiranci pa so bili razdeljeni v mnenju ali bi takšno klimatsko ugodje sprejeli ali zavrnil;
- 62,5% vprašanih je odgovorilo, da je takšno okolje malo oteženo za dihanje;
- 62,5% študentov je bilo v predavalnici malo toplo ali nevtrarno, kljub temu je imelo 75% oblečene dolge rokave;
- odgovorili so, da je predavalnica pogosto prevroča ob toplem vremenu in občasno premrzla ob hladnem vremenu.
- najpogosteje je problem s temperaturnimi odstopanji v času predavanj od 11:00 do 17:00 ure;

- vprašani ocenjujejo, da na neugodje v prostoru v največji meri vpliva premajhna hitrost zraka in vpadajoče sonce.

Ugotovitve:

Iz odgovorov lahko ugotovimo, da imajo ljudje zelo različne poglede glede toplotnega ugodja v prostoru. Ker je predavalnica orientirana na jug je zato velikokrat problem pregrevanja zaradi vpada sončnih žarkov oz. solarnih pribitkov skozi velike steklene površine. Predavalnica se zato hitro pregreje, posledica pa je slab zrak zaradi pomankanja prezračevanja.

3.2.4 AKUSTIČNO UGODJE

Zvoki oblikujejo naše življenje. Oddajanje in sprejemanje zvokov nam omogočata, da se sporazumevamo, spoznavamo okolje, se orientiramo v prostoru in opravljamo različne dejavnosti, ki so potrebne za normalno življenje. Premikanje listov, ko zapiha veter, premakne molekule v zraku in molekule zanihajo. To nihanje imenujemo zvočno valovanje, naš sluh pa poskrbi, da nihanje tudi zaznamo.

Neprestano nas obkrožajo različni zvoki. Največ je prijetnih ali koristnih, mnogokrat pa je zvok premočan ali nezaželen in postane hrup. Hrup je zvok, ki lahko povzroči okvare sluha ali pa moti in škoduje zdravju in počutju človeka.

Večina ljudi je vsakodnevno izpostavljena hrupu pri delu, s tem pa tudi vsem tveganjem za zdravje. Največkrat si pod oznako hrup na delovnem mestu predstavljamo predvsem glasne dejavnosti, kot so gradbeništvo in industrija. Vendar tudi v »tihem« pisarniškem okolju obstaja hrup, ki zaznamuje počutje in zdravje prisotnih. Ne gre za hrup, ki bi z jakostjo povzročal poškodbe sluha, pač pa je moteč predvsem pri delu, kjer je potrebna visoka zbranost. Zato tudi hrup v pisarniških prostorih lahko vodi v vrste obolenj, zmanjšuje delovno učinkovitost in koncentracijo zaposlenih in je eden od dejavnikov, ki pripomorejo k nastanku stresa.

Ljudje zvok zaznavamo različno, saj smo posamezniki različno občutljivi. Tako je lahko isti zvok v določenem trenutku moteč ali pa ne. Človeško uho sicer vrednoti raven zvočnega tlaka sorazmerno glede na jakost hrupa. Raven zvočnega tlaka merimo v decibelih (dB). Najmanjši zvočni tlak, ki ga človeško uho zazna, imenujemo prag slinosti in je ovrednoten z 0 dB. Zvočni tlak, pri katerem je moč hrupa nevzdržna in se pojavi bolečina, imenujemo prag bolečine in ima vrednost okrog 120 dB. Hrup povzroča škodljive učinke na človeški organizem, ki se lahko pojavijo že pri nižjih ravneh jakosti (30–70 dB).

V prostoru so se dne 23.05.2019 izvajale meritve hrupa. Izmerjeno je bilo, da je vrednost mejne ravni hrupa, ki ga v poslovnih prostorih stavbe povzroča obratovalna oprema ali hrup iz prostorov druge namembnosti LAFmax (maksimalna vrednost ravni hrupa Laf, ki je izmerjena vrednost) krepko presežena, saj se je gibala med 78 in 80 dB, za doseganje optimalnega akustičnega ugodja pa bi morala biti vrednost 40 dB. Mejna vrednost ekvivalentne ravni hrupa LAeq je po zahtevah iz pravilnika Zaščite pred hrupom v stavbah TSG – 1 – 005:2012 v predavalnicah in poslovnih prostorih v dnevem času 35 dB. Merjene vrednosti v predavalnici A-202 pa se gibljejo med 44 in 62 dB, kar presega predpisano vrednost. Ker nam ta vrednost predstavlja merjeno raven hrupa glede na zvočno izolacijo zunanjih in notranjih ločnih elementov, lahko iz presežene vrednosti sklepamo, da ta ni ustrezna. Vrednost dnevne izpostavljenosti hrupu v prostoru ob odprtih oknih je znašala 51,9 dB, ob zaprtih oknih 50,4 dB in ob govorjenju 71,1 dB. Vse tri vrednosti so v skladu z dopustnimi ekvivalentnimi vrednostmi ravni hrupa dnevne izpostavljenosti na delovnem mestu.

Ugotovitve:

Iz analize lahko ugotovimo, da je hrup, ki ga povzročajo zunanji dejavniki in oprema v prostorih moteč za uporabnika, ter, da stavba ni dovolj izolirana iz akustičnega vidika. Dnevne vrednosti hrupa pa kljub temu niso presežene in posledično nemoteče za uporabnike.

3.2.5 KAKOVOST NOTRANJEGA ZRAKA

Kisik in ogljikov dioksid smo merili z dvema merilcema, ki sta bila povezana na računalnika. Meritve je beležil program SPARKvue. Koncentracija je bila izmerjena vsakih 10 minut. Kisik smo merili v procentih, ogljikov dioksid pa v ppm. Spodnja meja ugodja za koncentracijo kisika v prostoru je 20 %. Zgornja meja ugodja koncentracije ogljikovega dioksida pa je 1000 ppm.

3.2.5.1 KISIK

Meritve koncentracije kisika v A-202 so zbrane v nadaljevanju in sicer z grafičnim prikazom. Koncentracija kisika v predavalnici A-202 je bila merjena:

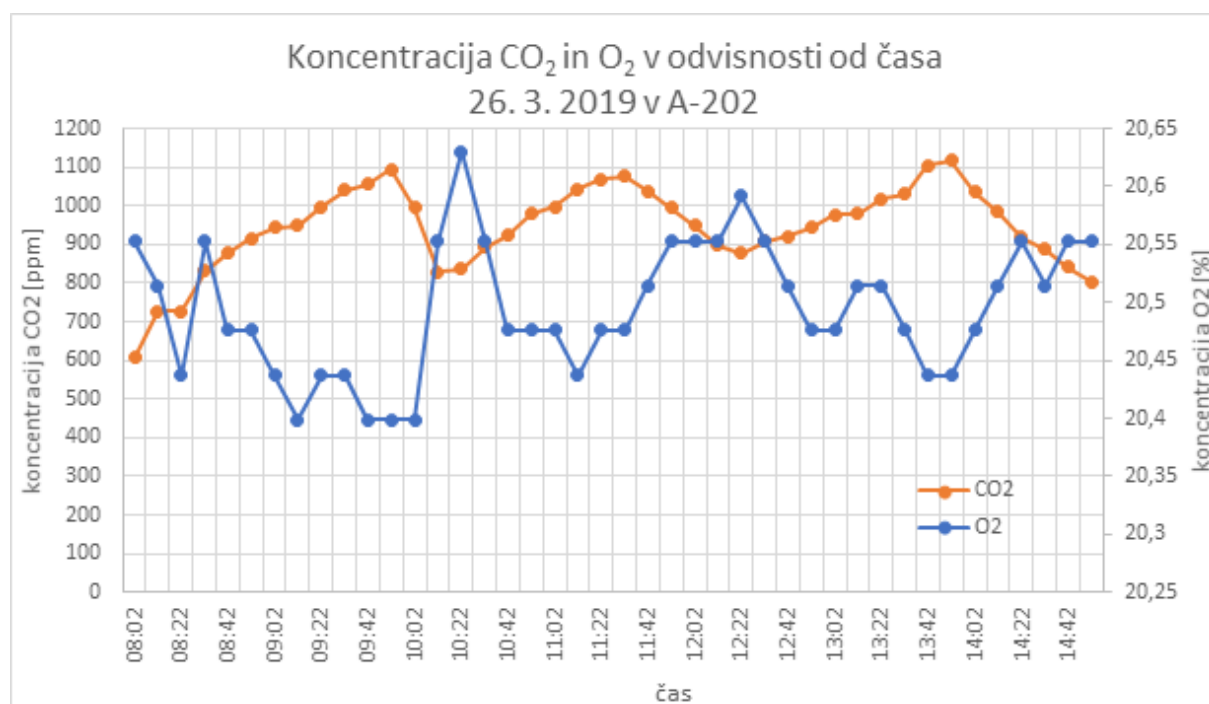
- 26.03.2019 (Graf 21)
- 09.04.2019 (Graf 22)
- 23.04.2019 (Graf 23)
- 21.05.2019 (ni rezultatov)

3.2.5.2 OGLJIKOV DIOKSID

Meritve koncentracije ogljikovega dioksida v A-202 so zbrane v nadaljevanju in sicer z grafičnim prikazom. Koncentracija ogljikovega dioksida v predavalnici A-202 je bila merjena:

- 26.03.2019 (Graf 21)
- 09.04.2019 (ni rezultatov)
- 23.04.2019 (Graf 23)
- 21.05.2019 (Graf 24)

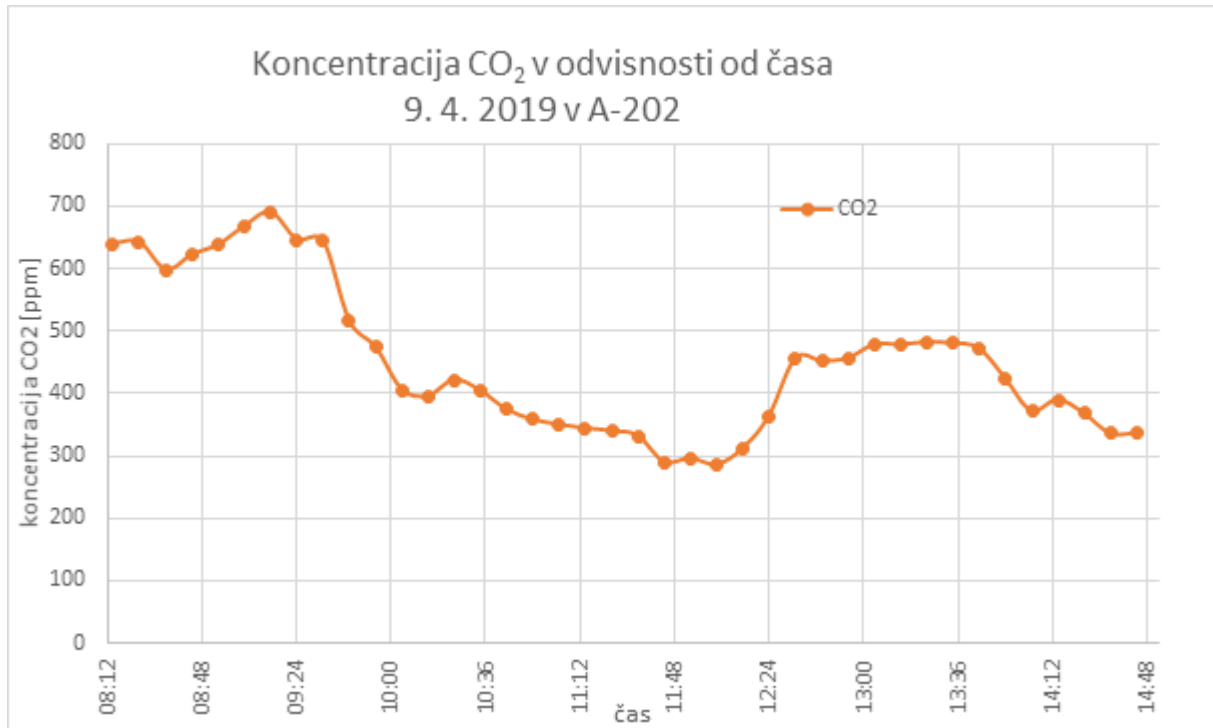
- **Režim prezračevanja: neprezračeno**



Graf 21 Koncentracija CO₂ in O₂ v odvisnosti od časa (26.03.2019)

Dne 26.03.2019 je bil v predavalnici A-202 režim neprezračevanja. Iz Graf 21 vidimo, da koncentraciji CO₂ in O₂ ves čas nihata. Vrednost kisika ni padla pod 20,3 %, najvišja vrednost ogljikovega dioksida pa je 1118 ppm. Meritve so potekale od 8:02 do 14:52.

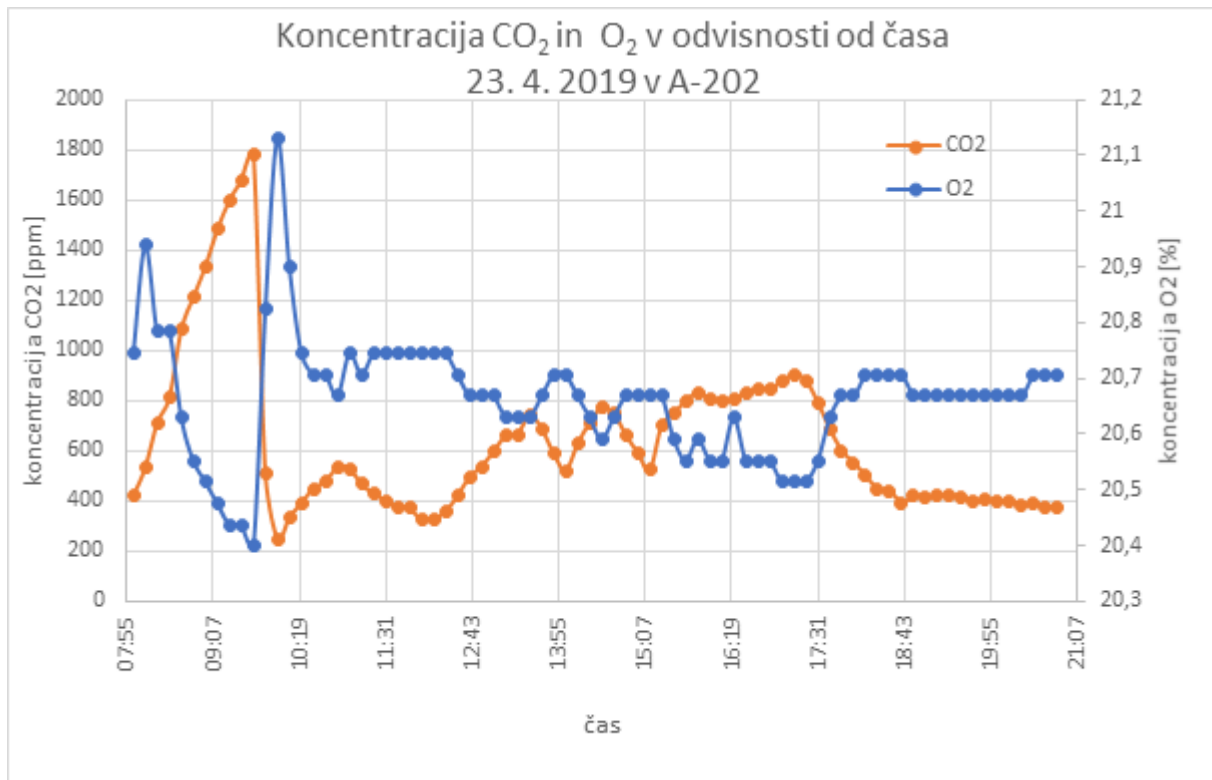
- **Režim prezračevanja: okna odprta na kip**



Graf 22: Koncentracija CO₂ v odvisnosti od časa (09.04.2019)

Dne 09.4.2019 so bila okna v predavalnici ves čas odprta na kip. Iz Graf 22 vidimo, da je koncentracija ogljikovega dioksida ne preseže koncentracije 690 ppm. Meritve so potekale od 8:14 do 14:44. Ta dan instrumenti za merjenje O₂ niso delovali.

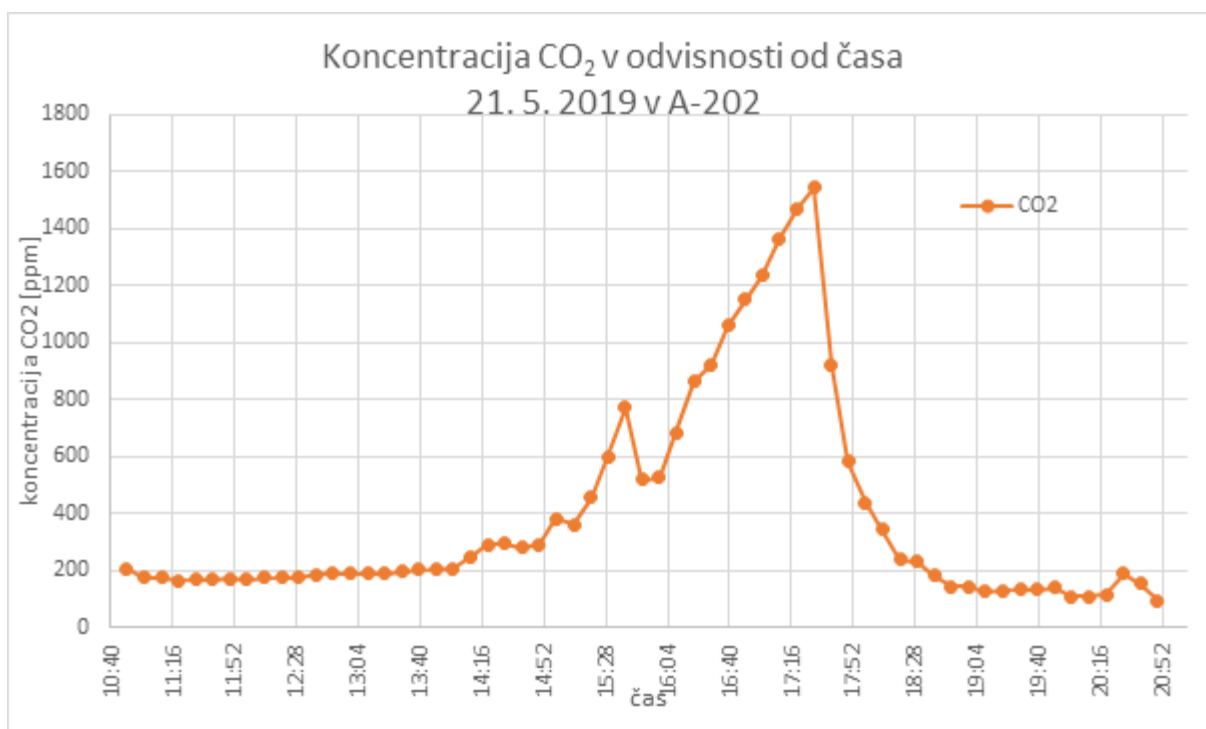
- **Režim prežračevanja: zračenje nekontrolirano**



Graf 23: Koncentracija CO₂ in O₂ v odvisnosti od časa (23.04.2019)

Dne 23.04.2019 je bilo zračenje nekontrolirano, uporabniki so okna po želji odpirali in zapirali. V Graf 23 vidimo, da koncentracija CO₂ doseže 1784 ppm in je prekoračila mejo vrednosti bivalnega okolja. Koncentracija kisika pa ne pade pod vrednost 20,3 %. Meritve so potekale od 8:01 do 20:51.

- **Režim prezračevanja: prezračevanje na vsaki dve uri med odmori**



Graf 24: Koncentracija CO₂ v odvisnosti od časa (21. 5. 2019)

Dne 21.05.2019 je bila predavalnica prezračevana med odmori-na vsaki dve uri. Iz Graf 24 vidimo, da je koncentracija CO₂ naraste do 1542 ppm in pade. Meritve so potekale od 10:50 do 20:50. Ta dan instrumenti za merjenje O₂ niso delovali.

3.2.5.3 FORMALDEHID

Koncentracijo formaldehida smo izmerili po principu steklenične metode. Vzorce, ki so bili vzeti iz prostorov, smo pritrdili z žico v plastenke. V plastenke smo dodali 50 ml destilirane vode. Plastenke smo neprodušno zaprli in jih 3 ure termostatali pri 40 °C. Pripravili smo raztopine za izdelavo umeritvene krivulje. Umeritvena krivulja je zajemala točke s koncentracijami 0,75 µg/ml, 1,5 µg/ml, 3 µg/ml, 7,5 µg/ml in 15 µg/ml. Koncentracijo formaldehida v vzorcih smo določili s spektrofotometrom.

V predavalnici A-202 sta se vzela dva vzorca stene in pohištva za merjenje vsebnosti formaldehida.

Tabela 14: Vrednost formaldehida v steni in pohištvu v predavalnici A-202

	Fv [mg/kg]
Stena	0,0333
Pohištvo	0,0359

V Uradnem listu (https://www.uradni-list.si/files/RS_-2011-102-04404-OB~P008-0000.PDF?fbclid=IwAR0kq9wheA5RUtogu6JhS2I-ZXKZLjd-C4S3IGpunUKs-qAtLVppuTUS9WQ) je predpisano, da izhajanje formaldehida iz lesnih tvoriv ne sme presegati 8 mg/100 g. Vrednosti ne presegajo mejne vrednosti.

3.2.6 KAKOVOST PITNE VODE

Kakovost pitne vode je bila določena z metodo induktivno sklopljene plazme z masno selektivnim detektorjem.

Narejena je bila umeritvena krivulja, ki je zajemala točke s koncentracijami 0,01 mg/L, 0,05 mg/L, 0,1 mg/L, 0,5 mg/L in 2,4 mg/L. Raztopine so bile pripravljene iz standardne raztopine 23 elementov koncentracije 1 g/L (ICP multi-element standard solution IV). Induktivno sklopljeno plazmo z masno selektivnim detektorjem določa več kovin naenkrat. Temperatura plazme je od 800 K do 1000 K, kar je bilo vidno kot bela svetloba oziroma močan plamen. Vsak element emitira svojo valovno dolžino, koncentracija elementa pa je odvisna od emitirane svetlobe. Pri določenih valovnih dolžinah lahko pride do interferenc, kar pomeni, da ima en element emitira več valovnih dolžin. Z induktivno sklopljeno plazmo z masno selektivnim detektorjem se lahko merijo srednje nizke koncentracije elementov. Koncentracija je bila določena na podlagi umeritvene krivulje.

Voda v prostoru A-202 je bila zaprta od petka 24.05.2019 popoldne do ponedeljka 27.05.2019 zjutraj, ko je bilo vzeti prvih pol litra vzorca. Potem je voda odtekala dve minuti pri srednjem curku in nato je bil vzeti drugi vzorec. V vodi so bile določene koncentracije bakra, kadmija, kroma, niklja, svinca, mangana, železa in cinka. Rezultati so prikazani v spodnji tabeli 4.

Tabela 15: Koncentracije kovin v vodi v predavalnici A-202

28.05.2019	baker	kadmij	krom	nikelj	svinec	mangan	železo	cink
prvi vzorec (mg/L)	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,018	< 0,01	< 0,01	< 0,01	2,29
drugi vzorec (mg/L)	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,021	0,01	0,013	0,193	1,347

Mejna vrednost niklja v Pravilniku o pitni vodi, je 0,02 mg/L. Ta vrednost je presežena pri drugem vzorcu. Glavni vir niklja v pitni vodi je lahko iz različnih elementov omrežja. Pomembno je spiranje pred uporabo vode. Vse ostale vrednosti niso presegle mejnih vrednosti.

Poleg kovin so bili v vzorcih izmerjeni še pH vrednost, električna prevodnost, temperatura in motnost. Rezultati so podani v spodnji Tabeli 16.

Tabela 16: Meritve pH, prevodnosti in motnosti vode v predavalnici A-202

28.05.2019	pH	Prevodnost (merjena pri sobni temperaturi)	motnost
prvi vzorec	7,59	0,564 mS/cm	1,41 NTU
drugi vzorec	7,54	0,585 mS/cm	4,34 NTU

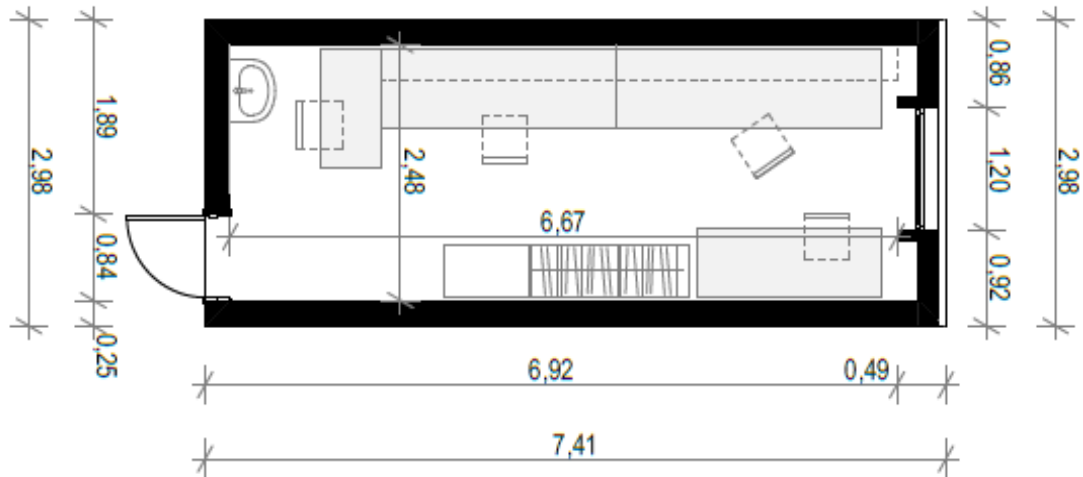
Vrednost pH je znotraj dovoljenih mej, vrednost prevodnosti in motnosti se ocenjujeta v povezavi z ostalimi parametri.

Ugotovitev:

Voda v prostoru A-202 je pitna, spiranje pred uporabo je priporočljivo.

3.3 PISARNA B-419

3.3.1 ARHITEKTURNA ZASNOVA



Slika 39: Tloris obstoječega stanja pisarne B-419 s pohištvom

Pisarna B-419 je najbolj zanimiv prostor, saj se od ostalih razlikuje po svoji tlorisni obliki. Kot je razvidno iz Slika 39, prostor v dolžino in širino meri 6,88 m x 2,48 m. Višina prostora pa je 2,55 m. Neto površina predavalnice je 17,06 m². Volumen prostora je 43,51 m³. Skozi podatke smo ugotovili, da razmerje med dolžino in širino je nepravilna, saj je prostor preglobok in svetloba ne pride enakomerno po celotnem prostoru. Na južni strani je vhod, na severni strani pa je eno okno, ki je višina parapeta 1 m. V prostoru so 3 mize in ena velika omara. Prostor uporabljata dva, zato je pohištva zagotovo preveč. Na zunanji strani senčila ni, vendar kljub pomanjkanju svetlobe le-te niso pomembna.



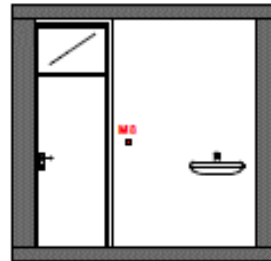
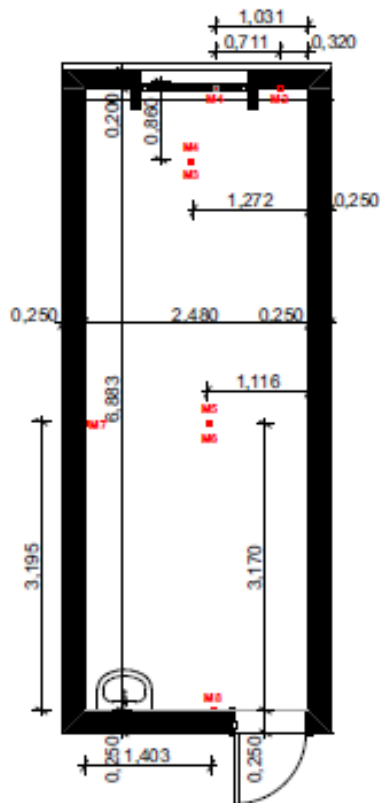
Slika 40: Fotografija obstoječega stanja iz strani okna pisarne B-419



Slika 41: Fotografija obstoječe delovne površine pisarne B-419

Tlorisi in prerezi obstoječega stanja

Na spodnjih slikah (od Slika 42 do Slika 46) so prikazani tloris ter vzdolžni in prečni prerezi čez pisarno, na katerih so prav tako z rdečo barvo označene lokacije, kjer so bili postavljeni merilniki zraka. Postavljeni so bili na mizo, na tla, steno in ob okno.

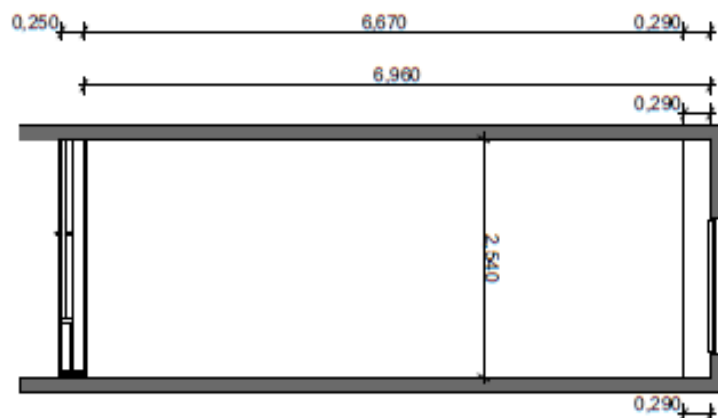


Slika 43: Prerez na severno stran- vhodna vrata in okno nad njim

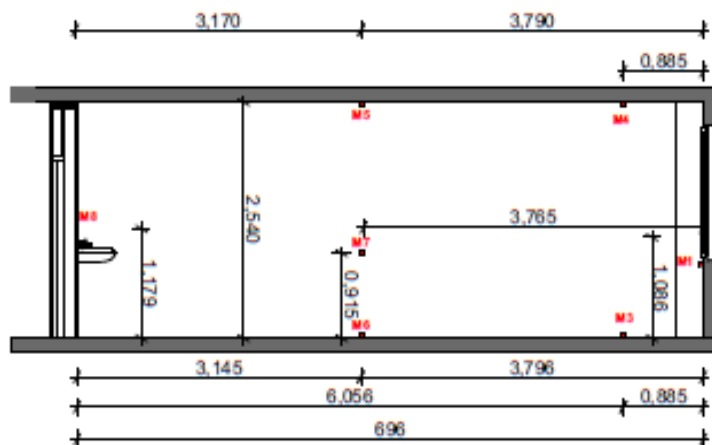


Slika 44: Prerez na južno stran- okno

Slika 42: Tloris obstoječega stanja, prikaz postavitve merilnikov



Slika 45: Prerez na vzhodno stran



Slika 46: Prerez na zahodno stran

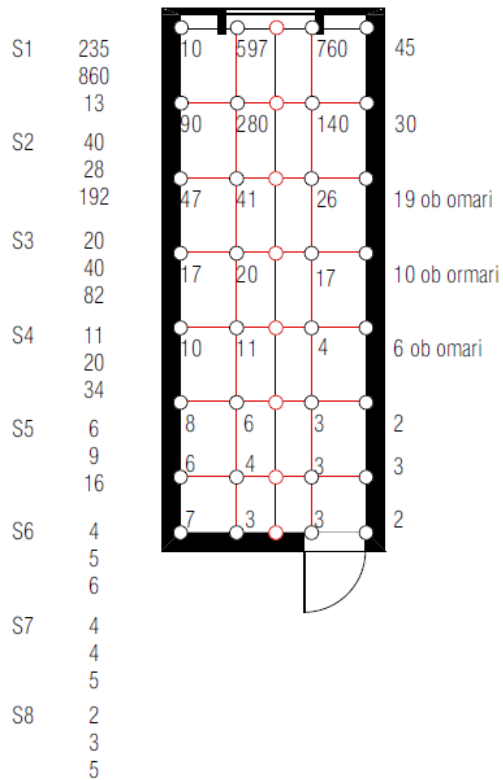
3.3.2 VIZUALNO UGODJE

Za prostore, kot je pisarna, je priporočena minimalna osvetlitev 300 lux- v skladu s standardom SIST EN 12464-1:2011 Svetloba in razsvetljava - Razsvetljava na delovnem mestu - 1. del: Notranji delovni prostori. To so minimalni pogoji, katere se mora upoštevati in izpolniti za kakovostno in učinkovito delo v prostoru. Na to vplivajo različni dejavniki, med njimi zunanji pogoji (geografska širina, vreme, ovire, ki senčijo stavbo) in lastnosti stavbe (lastnosti in velikost oken, senčil, orientacije, ipd.)

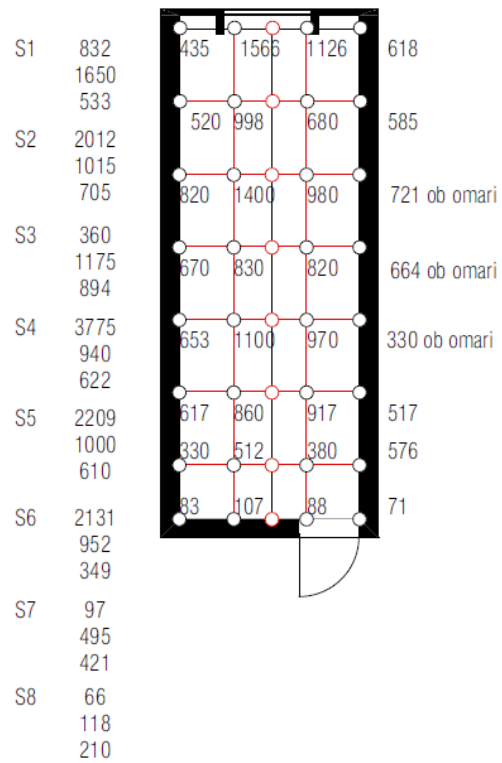
Meritve (vir: lasten); Luxmeter – merilnik osvetljenosti DELTA OHM

Meritve osvetljenosti pisarne B-419 so se izvajale 28.05.2019, dvakrat isti dan. Prva meritev je bila ob 7:20 zjutraj, najprej brez luči in nato z lučmi. Meritev se je ponovila popoldne ob 14:00, na enak način kot zjutraj. Po standardu (SIST EN 17037:2019 Dnevna svetloba v stavbah) se meritev naredi ob oblačnem vremenu, saj se podajo realnejši podatki kot ob sončnem dnevu.

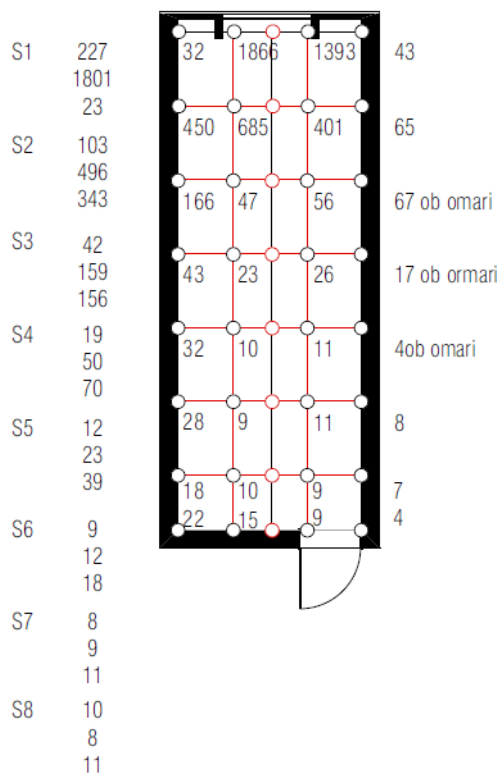
Na prehodno izrisan tloris predavalnice smo v rastru 1x1 m izrisali mrežo točk, na poziciji katerih so bile opravljene meritve osvetlitve na višini 0,85 cm, kar predstavlja delovno površino mize. Dodatno smo na sredini predavalnice opravili meritve na treh različnih višinah: na tleh (višina 0,1 m), na višini 0,85 m in 1,80 m od tal. Rezultati meritev so prikazani na spodnjih slikah (od Slika 47 do Slika 50), kjer oznake S1-S5 predstavljajo merilna mesta po sredini prostora, glede na oddaljenost od okna (S1 pomeni oddaljenost od okna za 1 raster, itd.)



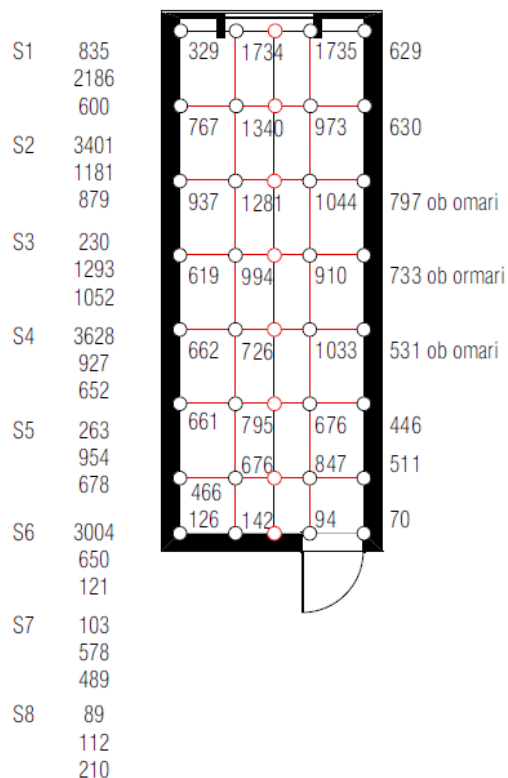
Slika 47: Meritev osvetljenosti zjutraj, 7:20, ob oblačnem vremenu, brez luči; povprečna osvetljenost brez vrednosti ob oknih in stenah je 46,25 lux



Slika 48: Meritev osvetljenosti zjutraj, 8:00, ob oblačnem vremenu, z luči; povprečna osvetljenost brez vrednosti ob oknih in stenah je 870,58 lux



Slika 49: Meritev osvetljenosti zjutraj, 14:00, ob oblačnem vremenu, brez luči; povprečna osvetljenost brez vrednosti ob oknih in stenah je 108,16 lux



Slika 50: Meritev osvetljenosti zjutraj, 14:20, ob oblačnem vremenu, z lučmi; povprečna osvetljenost brez vrednosti ob oknih in stenah je 941,25 lux

Tabela 17: Prikaz povprečne vrednosti osvetljenosti prostora in KDS- količnik dnevne svetlobe

	Zunanja osvetlitev (Lux)	Povprečna notranja osvetlitev na višini 0,8 m od tal brez luči (brez senčil) (Lux)	Povprečna notranja osvetlitev na višini 0,8 m od tal z lučmi (brez senčil) (Lux)	Povprečen KDS (brez senčil) (%)
Zjutraj	2958	46,25	970,58	1,56
Popoldne	6704	108,16	941,25	1,61

Enačba za izračun:

$$KDS = \frac{E_{i,average}}{E_{v,d,med}} \cdot 100\%$$

kjer je:

$E_{i,average}$ notranja povprečna srednja vrednost osvetlitve (lux)
 $E_{v,d,med}$ zunanja srednja osvetljenost neba (lux)

Ugotovitve

Glede na podane meritve ugotavljamo, da prostor zagotovo dobi premalo dnevne svetlobe zaradi svoje oblike. Glede na to, da je pisarna ožja in daljša, so zato luči, ki so v prostoru, močnejša, saj je razlika med meritvami z lučmi in brez velika. Prostor je preglobok, saj naravne svetlobo do vhodna pride zelo

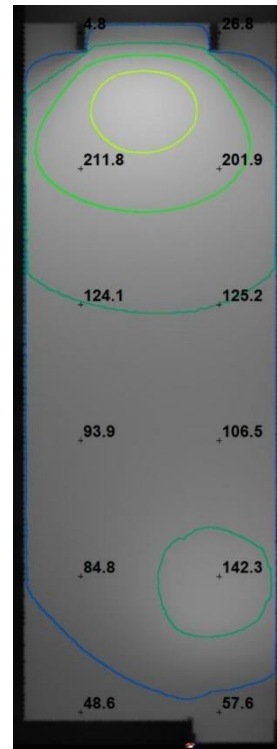
malo, kljub dobri postavitvi pohištva, ki je ob stenah prostora. Velik faktor pa pada tudi drevo, ki je postavljeno pred oknom in pada senco in s tem pride še manj svetlobe v prostor. Okno je samo na južni strani in je prav tako premalo. Senčil na oknu ni, v tem primeru tudi niso potrebna.

Simulacije

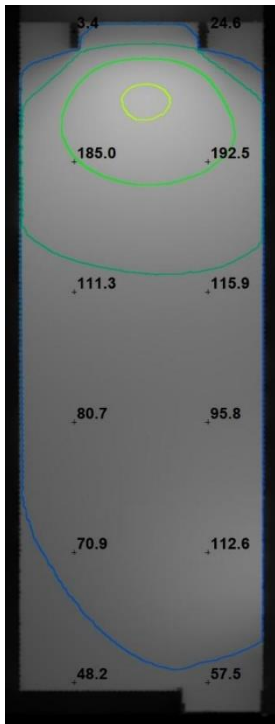
Z namenom validacije rezultatov meritev smo opravili tudi simulacije osvetlitev v programu Daylight Visualizer. V programu se je nastavil čas merjenja maja, vreme pa oblačno. Višina je nastavljeno enako, kot so potekale meritve, na 0,85 m. Rezultati simulacij so prikazani na spodnjih slikah (od Slika 51 do Slika 54).



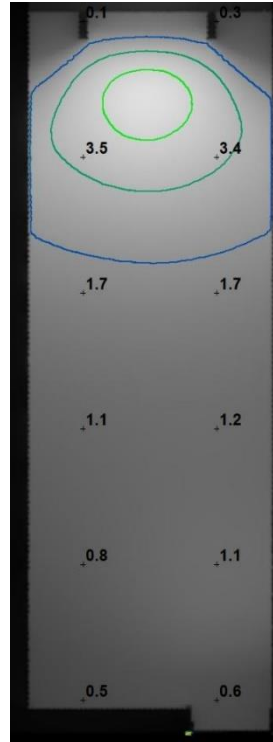
Slika 51: Osvetljenost zjutraj ob 7:00; mesec maj
(vir: Daylight Visualizer)



Slika 52: Osvetljenost opoldne ob 12:00; mesec maj
(vir: Daylight Visualizer)



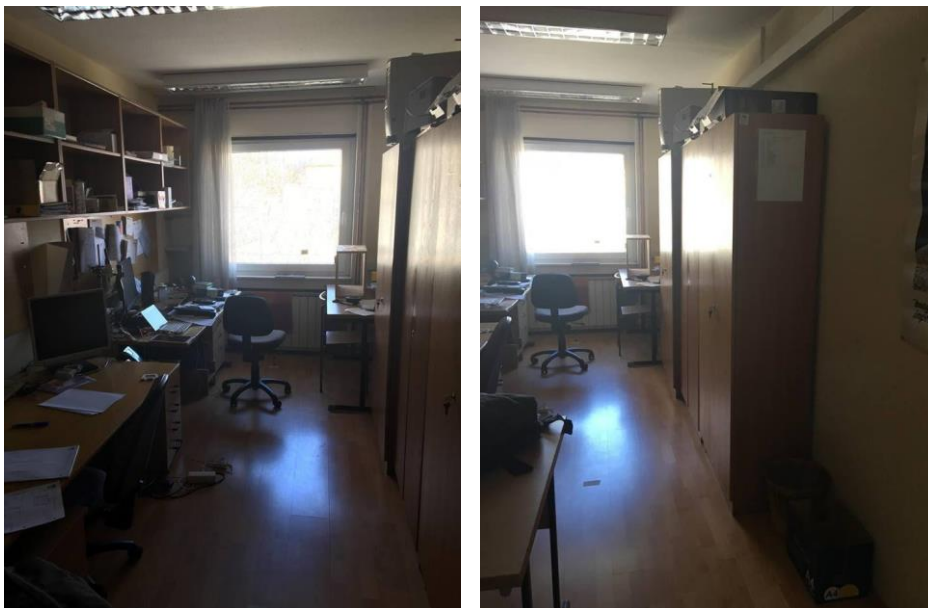
Slika 53: Osvetlitev popoldne ob 14:00; mesec maj (vir: Daylight Visualizer)



Slika 54: Osvetlitev: daylight factor; mesec maj; povprečni daylight= 1,7 (vir: Daylight Visualizer)

Ugotovitve:

Po narejenih simulacijah s pomočjo programa Daylight Visualizer smo ugotovili, da so lastnoročne meritve precej podobne simulacijam, saj ima merilec merilna odstopanja 15-20%, zaradi napake v meritvah in merilnem inštrumentu. Prav tako kot na meritvah, se tudi na simulacijah pokaže kako malo naravne svetlobe dobi del prostora ob vhodnih vratih. Na spodnjih slikah 19 in 20 se vidi odboj svetlobe na tleh ob oknu, ter kako pada svetloba do vhoda, kjer je praktično že tema.

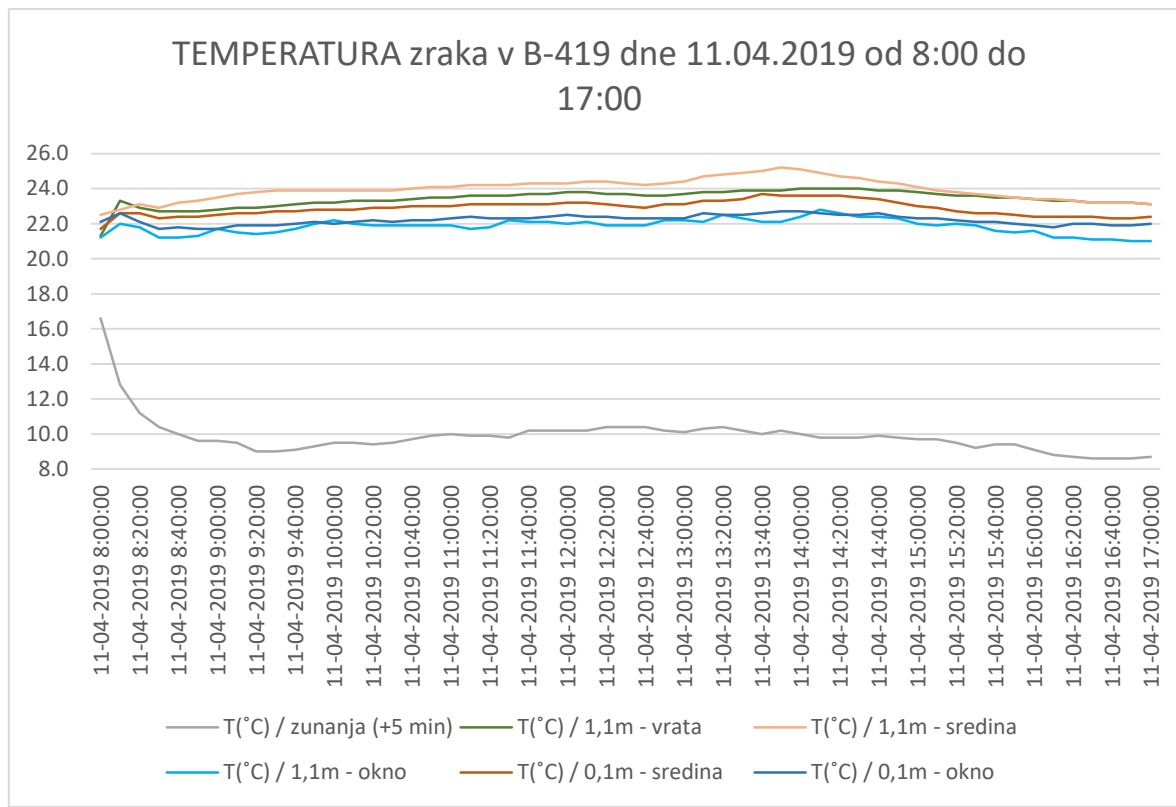


Slika 55: Fotografija iz strani vhoda, kjer se opazi, kako upada svetloba ter bleščanje

3.3.3 TOPLOTNO UGODJE

3.3.3.1 TEMPERATURA ZRAKA

- **Režim prezračevanja: okna odprta na kip**



Graf 25

Dne 11.04.2019 smo izvajali meritve temperatur zraka v kabinetu B-419. Na dan meritev je bila ob 8:00 izmerjena zunanja temperatura zraka 16,6 °C ob jasnem vremenu, ob 15:00 pa je znašala 9,7 °C ob deževnem vremenu.

V predavalnici B-419 smo na dan meritev predvideli režim prezračevanja, kjer so bila okna ves čas odprta na »kip«. Ogrevanje prostora poteka daljinsko. Ponoči se moč ogrevanja zmanjša, ponovno pa se poveča ob 6:00 uri zjutraj.

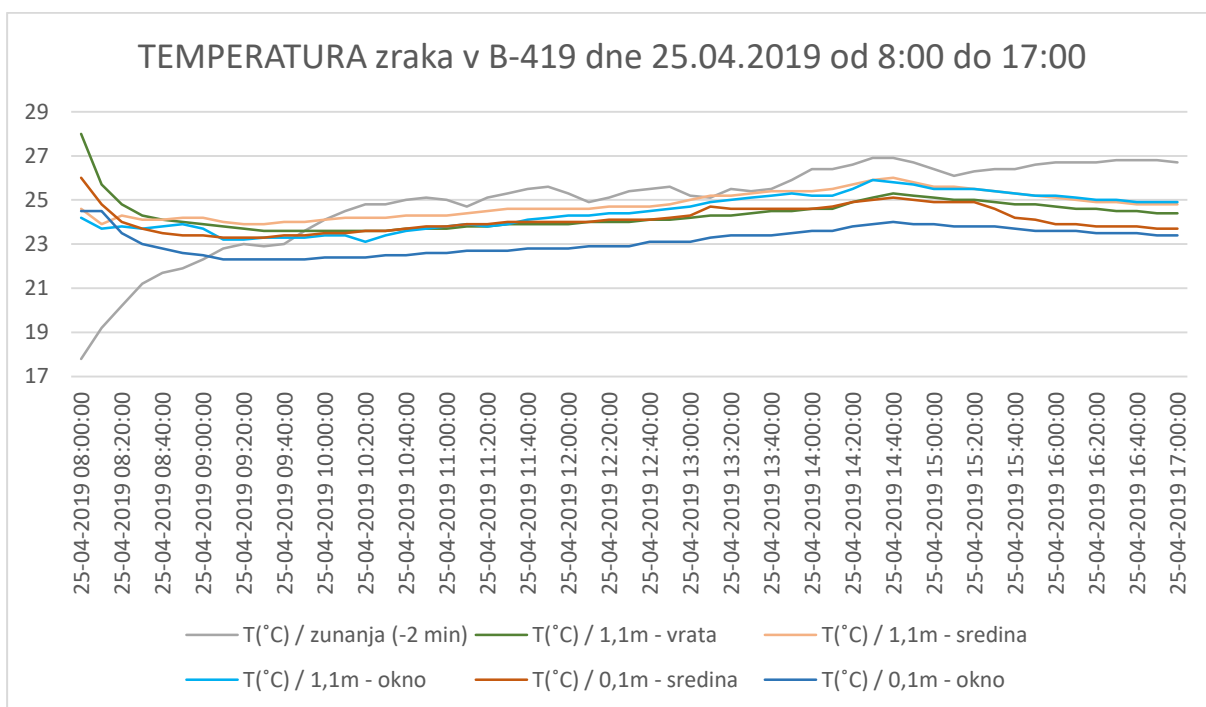
Kot je razvidno iz Graf 25 je temperatura zraka ob začetku prezračevanja narasla, saj kljub temu, da smo okna odprli na »kip« je v prostoru na visoko temperaturo najbolj vplivalo ogrevanje, saj je prostor zelo majhen. V prostoru sta bili konstantno prisotni 2 osebi. Maksimalna temperatura zraka je bila izmerjena ob 13:50, na sredini na višini 1,1 m, in sicer je ta znašala 25,2 °C. Razlog najvišje temperature je posledica oblike prostora in zadrževanja uporabnika cel dan na sredini kabineta, kjer je bil nameščen merilnik. Temperatura je na vseh merilnih mestih pričela padati ob 14:00 do 17:00, ko je padla tudi zunanja temperatura in se je prostor spraznil. Največja razlika med temperaturama na merilnih mestih na višinah 0,1 m in 1,1 m na sredini je bila izmerjena ob 13:50, ko je znašala 1,5 K.

Zunanji pogoji so pri režimu prezračevanja, kjer so bila okna ves čas odprta na »kip« imeli največji vpliv na temperature izmerjene na merilnih mestih ob oknu saj so tam najnižje vrednosti.

Ugotovitev:

S pomočjo analize smo ugotovili, da režim prezračevanja, kjer so bila okna ves čas odprta na »kip«, ni ugoden za uporabnike prostora, saj prihaja do velikih temperaturnih nihanj zaradi zunanjih vplivov. Prav tako pa prezračevanje z okni na »kip« ni ustrezno iz energetskega oz. trajnostnega vidika zaradi prevelikih toplotnih izgub.

- **Režim prezračevanja: zračenje med odmori**



Graf 26

Dne 25.04.2019 smo izvajali meritve temperatur zraka v kabinetu B-419. Na dan meritev je bila ob 8:00 izmerjena zunanja temperatura zraka 17,8 °C ob sončnem vremenu, ob 15:00 pa je znašala 26,4 °C ob sončnem vremenu.

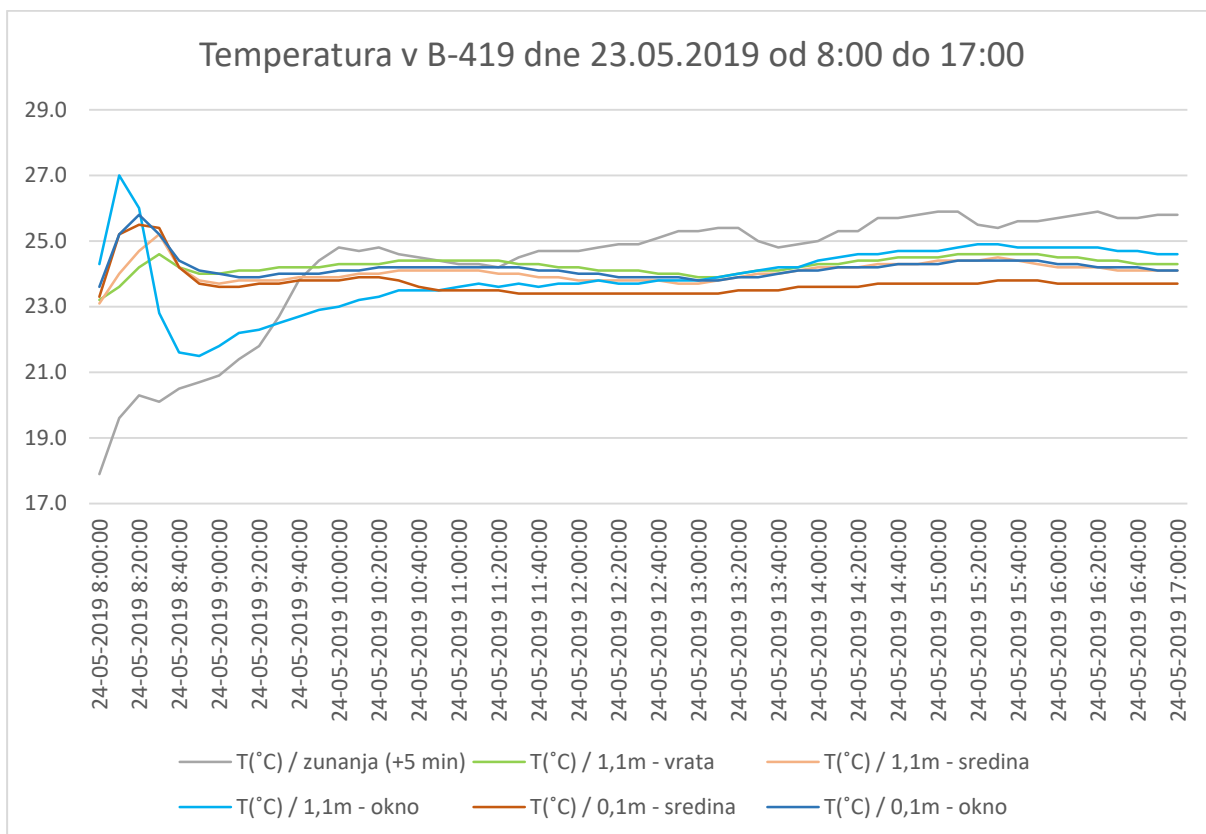
V kabinetu B-419 smo na dan meritev predvideli režim prezračevanja med odmori, in sicer smo vsak odmor prezračili za 10 minut. Ogrevanje prostora poteka daljinsko. Ponoči se moč ogrevanja zmanjša, ponovno pa se poveča ob 6:00 uri zjutraj.

Kot je razvidno iz Graf 26 je temperatura zraka ob 8:20 padla, saj smo prostor prezračili. V prostoru sta bili konstantno prisotni 2 osebi. Maksimalna temperatura zraka je bila izmerjena ob 14:40, na sredini na višini 1,1 m, in sicer je ta znašala 25,8 °C. Razlog je oblika prostora in ker se večina naprav nahaja na sredini prostora. Iz Graf 26 je razvidno, da se temperatura na spreminja drastično, zato lahko sklepamo, da se režim ni bil dosledno upoštevan. Največja razlika med temperaturama na merilnih mestih na višinah 0,1 m in 1,1 m je v povprečju znašala 1 K.

Ugotovitev:

S pomočjo analize smo ugotovili, da bi bil režim prezračevanja med odmori, ko smo kabinet prezračili za 10 minut ugoden za uporabnike prostora, saj dovajamo svež zrak in uravnavamo ugodno temperaturo. Prezračevanje med odmori je od vseh režimov najbolj ustrezno iz energetskega oz. trajnostnega vidika in vidika uporabnika prostora.

- **Režim prezračevanja: poljubno prezračevanje**



Graf 27

Dne 23.05.2019 smo izvajali meritve temperatur zraka v kabinetu B-419. Na dan meritev je bila ob 8:00 izmerjena zunanja temperatura zraka 17,9 °C ob jasnem vremenu, ob 15:00 pa je znašala 25,9 °C ob sončnem vremenu.

V kabinetu B-419 smo na dan meritev predvideli režim poljubnega prezračevanja. Ogrevanje prostora poteka daljinsko. Ponoči se moč ogrevanja zmanjša, ponovno pa se poveča ob 6:00 uri zjutraj.

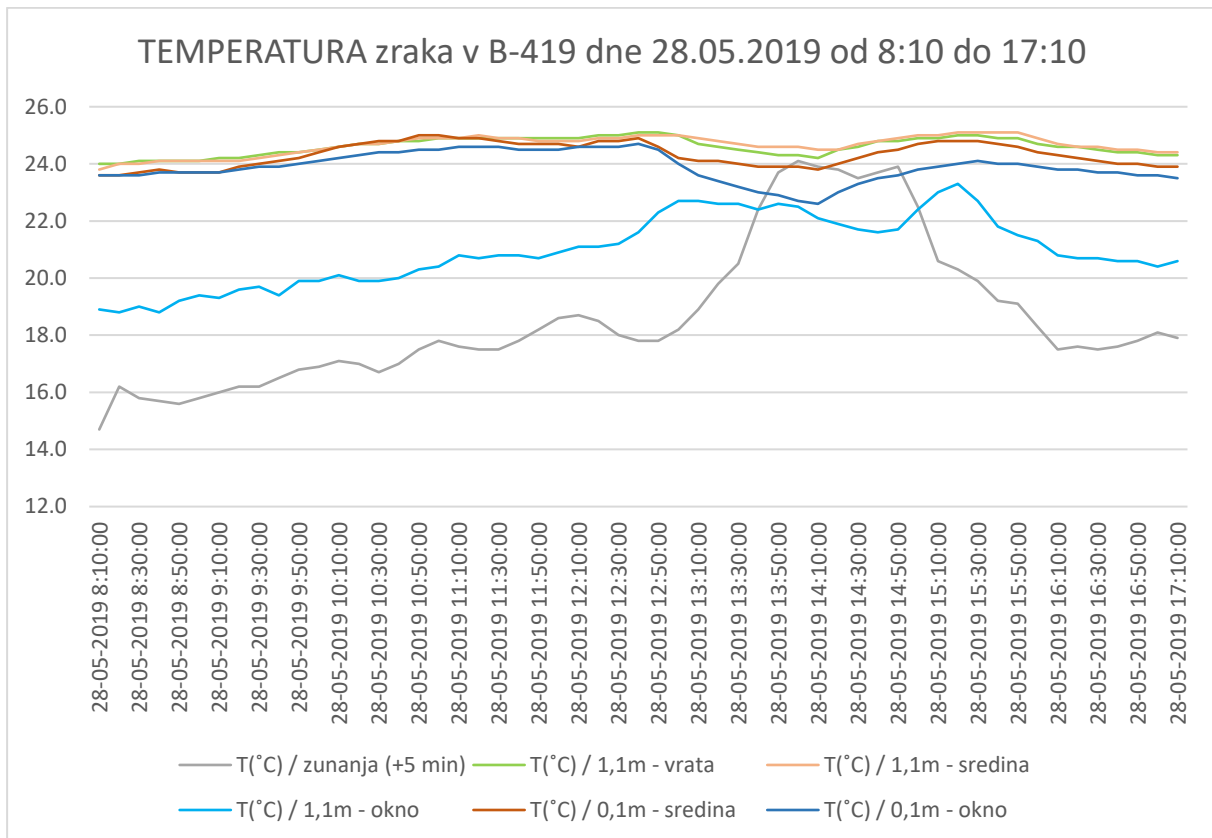
Kot je razvidno iz Graf 27 je temperatura zraka po 8:20 padla zaradi odprtja oken. V prostoru sta bili konstantno prisotni 2 osebi. Maksimalna temperatura zraka je bila izmerjena ob 15:30, pri oknu na višini 1,1 m, in sicer je ta znašala 24,9 °C, zanemarimo vrh temperature ob 8:10 saj takrat še ni bilo relevantnih rezultatov. Razlog najvišje temperature je posledica ogrevanja z radiatorjem, ki se nahaja pod oknom. Iz Graf 27 je razvidno, da so uporabniki ob 9:20 v kabinetu zaprli okna in jih kasneje niso več odpirali. Temperatura se je kasneje na vseh merilnih mestih pričela konstantno dvigovati. Vidimo lahko zgolj manjša nihanja, ki so verjetno posledica odpiranja vrat na hodnik. Največja razlika med temperaturama na merilnih mestih na višinah 0,1 m in 1,1 m ob oknu je bila izmerjena ob 8:50, ko je znašala 2,5 K.

Zunanji pogoji so pri režimu poljubnega prezračevanja imeli minimalni vpliv, saj se razen ob 8:00 prezračevanje kasneje ni izvajalo.

Ugotovitev:

S pomočjo analize smo ugotovili, da ob režimu poljubnega prezračevanja, prisotni v prostoru niso začutili potrebe po prezračevanju, čeprav so temperature v povprečju presegale 23 °C.

- **Režim prezračevanja: prezračevanje med odmori (10 min)**



Graf 28

Dne 28.05.2019 smo izvajali meritve temperatur zraka v kabinetu B-419. Na dan meritev je bila ob 8:10 izmerjena zunanja temperatura zraka 14,7 °C ob deževnem vremenu, ob 15:10 pa je znašala 20,6 °C ob deževnem vremenu.

V kabinetu B-419 smo na dan meritev predvideli režim prezračevanja med odmori, in sicer smo vsak odmor prezračili za 10 minut. Ogrevanje prostora poteka daljinsko. Ponoči se moč ogrevanja zmanjša, ponovno pa se poveča ob 6:00 uri zjutraj.

Kot je razvidno iz Graf 28 je temperatura zraka ob 12:50 padla, saj smo prostor prezračili. V prostoru sta bili konstantno prisotni 2 osebi. Maksimalna temperatura zraka je bila izmerjena ob 15:30, na sredini na višini 1,1 m, in sicer je ta znašala 25,1 °C. Razlog najvišje temperature je posledica naprav, ki so locirane na sredini prostora. Iz Graf 28 je razvidno, da je temperatura v prostoru padla ob prezračevanju. Največja razlika med temperaturama na merilnih mestih na višinah 0,1 m in 1,1 m je v povprečju znašala 2,5 K.

Zunanji pogoji so pri režimu prezračevanja med odmori, ko smo predavalnico prezračili za 10 minut imeli vpliv samo med zračenjem oz. neposredno po zračenju.

Ugotovitev:

S pomočjo analize smo ugotovili, da je režim prezračevanja med odmori, ko smo prostor prezračili za 10 minut ugoden za uporabnike prostora, saj dovajamo svež zrak in uravnavamo ugodno temperaturo. Prezračevanje med odmori je od vseh režimov najbolj ustrezno iz energetskega oz. trajnostnega vidika in vidika uporabnika prostora.

Skupne ugotovitve:

Z analizo temperatur zraka različnih prezračevalnih režimov prostora smo ugotovili, da je za uporabnika najbolj ugoden režim prezračevanja med odmori, saj dovajamo svež zrak in uravnavamo ugodno

temperaturo v pisarni. Prezračevanje med odmori je od vseh režimov najbolj ustrezno tudi iz energetskega oz. trajnostnega vidika in ugodja uporabnika prostora.

3.3.3.2 POVRŠINSKE TEMPERATURE

- **Režim prezračevanja: okna na kip**

Tabela 18: Površinske temperature v pisarni B-419 dne 11.04.2019

POVRŠINSKE TEMPERATURE			
11.04.2019, pisarna B-419			
		ob 08:00 [°C]	ob 15:00 [°C]
OKNO	M1	22,4	20,3
ZUNANJA STENA	M2	23,9	22,9
TLA PRI OKNU	M3	24,1	23,4
STROP PRI OKNU	M4	23,6	23
STROP SREDINA	M5	24,3	23,8
TLA SREDINA	M6	24,3	23,5
NOTRANJA STENA SREDINA ZAHOD	M7	24,3	23,3
STENA VRATA	M8	24,3	23,9
NOTRANJA STENA SREDINA VZHOD	M9	24,3	23,5

Dne 11.04.2019 smo izvajali meritve površinskih temperatur na 9 vnaprej določenih mestih v kabinetu B-419. Na dan meritev je bila ob 8:00 izmerjena zunanja temperatura zraka 16,6 °C ob jasnem vremenu, ob 15:00 pa je znašala 9,7 °C ob deževnem vremenu.

Ob 8:00 je bila izmerjena notranja temperatura zraka 22,2 °C, ob 15:00 pa je znašala 25,1 °C.

V kabinetu smo na dan meritev predvidel režim okna odprta na kip, kjer so bila okna cel dan odprta na kip.

V Tabela 18 lahko vidimo vrednosti površinskih temperatur ob 8:00 uri in 15:00 uri na dan merjenja. Iz podatkov lahko razberemo, da so se temperature na vseh merjenih mestih tekom delovnega dne povišale. Najvišja temperatura ob 8:00 je bila na merilnem mestu M5, M6, M7, M8, M9 najverjetneje zaradi ogrevanja. Medtem ko je bila najnižja površinska temperatura na merilnem mestu M1 – na oknu, zaradi nizkih zunanjih temperatur. Najvišja temperatura ob 15.00 je bila na merilnem mestu M8 – stena na hodnik zaradi ogrevanja. Medtem ko je bila ponovno najnižja površinska temperatura na merilnem mestu M1 - na oknu.

Ugotovitev:

Površinske temperature na uporabnika nimajo neugodnega vpliva, saj temperature bistveno ne odstopajo od notranje temperature zraka.

- **Režim prežračevanja: zračenje med odmori**

Tabela 19: Površinske temperature v pisarni B-419 dne 25.04.2019

POVRŠINSKE TEMPERATURE			
25.04.2019, pisarna B-419			
		ob 08:00 [°C]	ob 15:30 [°C]
OKNO	M1	24,2	24,3
ZUNANJA STENA	M2	24,3	24,8
TLA PRI OKNU	M3	24,4	24,9
STROP PRI OKNU	M4	24,4	25,3
STROP SREDINA	M5	24,3	24,5
TLA SREDINA	M6	24,4	25,4
NOTRANJA STENA SREDINA ZAHOD	M7	24,2	24,1
STENA VRATA	M8	24,2	24,6
NOTRANJA STENA SREDINA VZHOD	M9	24,4	24,3

Dne 25.04.2019 smo izvajali meritve površinskih temperatur na 9 vnaprej določenih mestih v kabinetu B-419. Na dan meritev je bila ob 8:00 izmerjena zunanja temperatura zraka 17,8 °C ob sončnem vremenu, ob 15:00 pa je znašala 26,4 °C ob sončnem vremenu.

Ob 8:20 je bila izmerjena notranja temperatura zraka 23,2 °C, ob 15:00 pa je znašala 24,2 °C.

V kabinetu smo na dan meritev predvideli režim prežračevanja med odmori (za 10 minut).

V Tabela 19 lahko vidimo vrednosti površinskih temperatur ob 8:00 uri in 15:30 uri na dan merjenja. Iz podatkov lahko razberemo, da so se temperature na vseh merjenih mestih tekom delovnega dne povišale. Najvišja temperatura ob 8:00 je bila na merilnih mestih M3, M4, M6 in M9 – na notranji steni, tleh in stropu pri oknu in na tleh na sredini. Medtem ko je bila najnižja površinska temperatura na merilnem mestu M1, M2, M7, M8. Najvišja temperatura ob 15:30 je bila na merilnem mestu M56 – na tleh na sredini zaradi naprav in ogrevanja. Medtem ko je bila najnižja površinska temperatura na merilnem mestu M7 – na notranji steni zahod.

- **Režim prežračevanja: poljubno prežračevanje**

Tabela 20: Površinske temperature v pisarni B-419 dne 23.05.2019

POVRŠINSKE TEMPERATURE			
23.05.2019, pisarna B-419			
		ob 08:00 [°C]	ob 15:00 [°C]
OKNO	M1	25,0	26,4
ZUNANJA STENA	M2	24,4	24,7
TLA PRI OKNU	M3	24,7	24,3
STROP PRI OKNU	M4	24,7	26,3
STROP SREDINA	M5	24,9	26,3
TLA SREDINA	M6	24,8	24,5
NOTRANJA STENA SREDINA ZAHOD	M7	25,2	25,1
STENA VRATA	M8	25,3	25,4
NOTRANJA STENA SREDINA VZHOD	M9	25,3	25,3

Dne 24.05.2019 smo izvajali meritve površinskih temperatur na 9 vnaprej določenih mestih v kabinetu B-419. Na dan meritev je bila ob 8:00 izmerjena zunanja temperatura zraka 17,9 °C ob jasnem vremenu, ob 15:00 pa je znašala 25,9 °C ob sončnem vremenu.

Ob 8:00 je bila izmerjena notranja temperatura zraka 24 °C, ob 15:00 pa je znašala 23,8 °C.

V kabinetu smo na dan meritev predvideli režim poljubnega prezračevanja.

V Tabela 20 lahko vidimo vrednosti površinskih temperatur ob 8:00 in 15:00 na dan merjenja. Iz podatkov lahko razberemo, da so se temperature na vseh merjenih mestih tekom delovnega dne povišale. Najvišja temperatura ob 8:00 je bila na merilnem mestu M8 in M9 – na notranjih stenah. Medtem ko je bila najnižja površinska temperatura na merilnem mestu M2 – na zunanji steni zaradi zunanje temperature. Najvišja temperatura ob 15:00 je bila na merilnem mestu M1 – na oknu zaradi sončnega sevanja. Medtem ko je bila najnižja površinska temperatura na merilnem mestu M3 – na tleh pri oknu.

- **Režim prezračevanja: prezračevanje med odmori (10 min)**

Tabela 21: Površinske temperature v pisarni B-419 dne 28.05.2019

	POVRŠINSKE TEMPERATURE		
	28.05.2019, pisarna B-419		
		ob 08:00 [°C]	ob 15:30 [°C]
OKNO	M1	23,7	24,2
ZUNANJA STENA	M2	24,9	24,3
TLA PRI OKNU	M3	26,9	25,6
STROP PRI OKNU	M4	26,9	25,6
STROP SREDINA	M5	23,6	25,9
TLA SREDINA	M6	26,8	25,9
NOTRANJA STENA SREDINA ZAHOD	M7	25,7	25,8
STENA VRATA	M8	25,9	25,8
NOTRANJA STENA SREDINA VZHOD	M9	25,9	25,8

Dne 28.05.2019 smo izvajali meritve površinskih temperatur na 9 vnaprej določenih mestih v kabinetu B-419. Na dan meritev je bila ob 8:00 izmerjena zunanja temperatura zraka 14,7 °C ob jasnem vremenu, ob 15:00 pa je znašala 20,6 °C ob oblačnem vremenu.

Ob 8:20 je bila izmerjena notranja temperatura zraka 23,1 °C, ob 15:00 pa je znašala 23,5 °C.

V kabinetu smo na dan meritev predvideli režim prezračevanja med odmori (za 10 minut).

V Tabela 21 lahko vidimo vrednosti površinskih temperatur ob 8:00 uri in 15:30 uri na dan merjenja. Iz podatkov lahko razberemo, da so se temperature na nekaterih merjenih mestih tekom delovnega dne povišale na nekaterih pa znižale. Najvišja temperatura ob 8:00 je bila na merilnih mestih M3 in M4 – na tleh in stropu pri oknu. Medtem ko je bila najnižja površinska temperatura na merilnem mestu M5 – na stropu na sredini. Najvišja temperatura ob 15:30 je bila na merilnih mestih M5 in M6 – na stropu in tleh na sredini prostora zaradi ogrevanja. Medtem ko je bila najnižja površinska temperatura na merilnem mestu M1 – na oknu zaradi zunanjih vplivov.

Ugotovitve

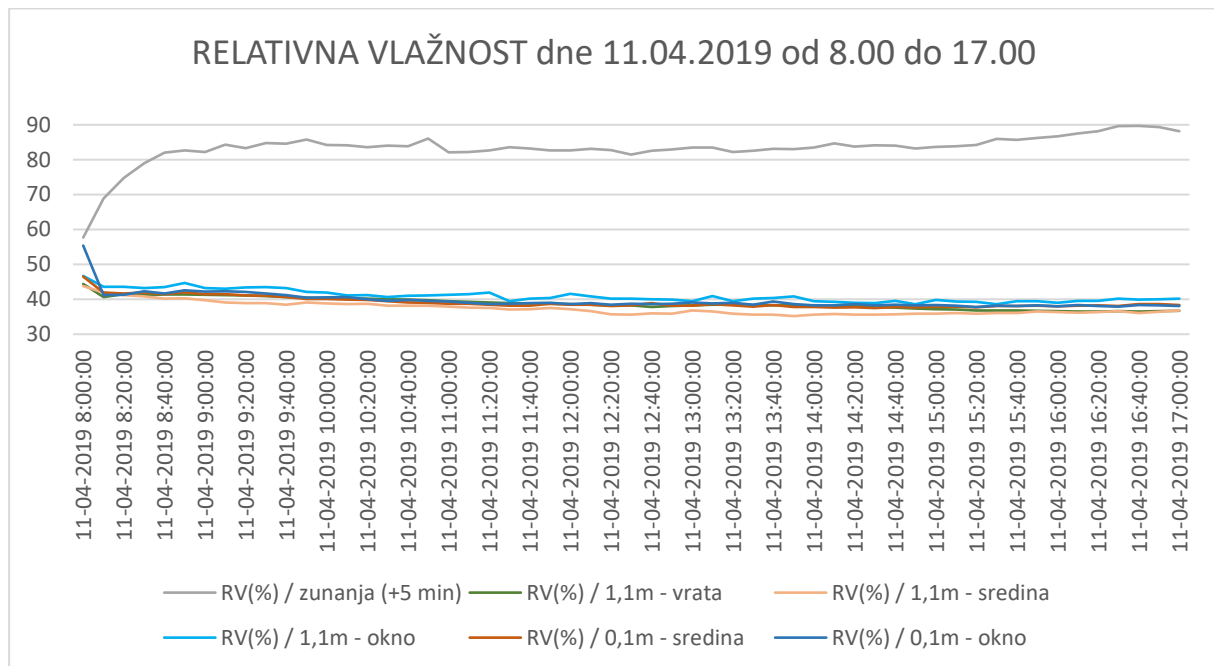
Z analizo površinskih temperatur različnih prezračevalnih režimov prostora smo ugotovili, da se površinska temperatura najbolj spreminja oz. povečuje tekom dneve pri režimu, ko ne prezračujemo ob predpostavki, da deluje ogrevanje z radiatorjem.

Najnižje površinske temperature so bile na merilnih mestih na zunanji steni zaradi slabše izoliranosti, kar ima lahko ob hladnejših dnevih negativen vpliv na uporabnika, ki sedi neposredno ob steni, saj stena oddaja hladno sevalno temperaturo. Najvišje temperature so bile izmerjene popoldan na merilnem mestu na oknu zaradi sončnega sevanja in na stropu zaradi ogrevanja.

Površinske temperature v merjenem prostoru na uporabnika nimajo velikega neugodnega vpliva, saj bistveno ne odstopajo od notranje temperature zraka in zaradi tega ne pride do neudobja.

3.3.3.3 RELATIVNA VLAGA

- Režim prezračevanja: okna na kip



Graf 29

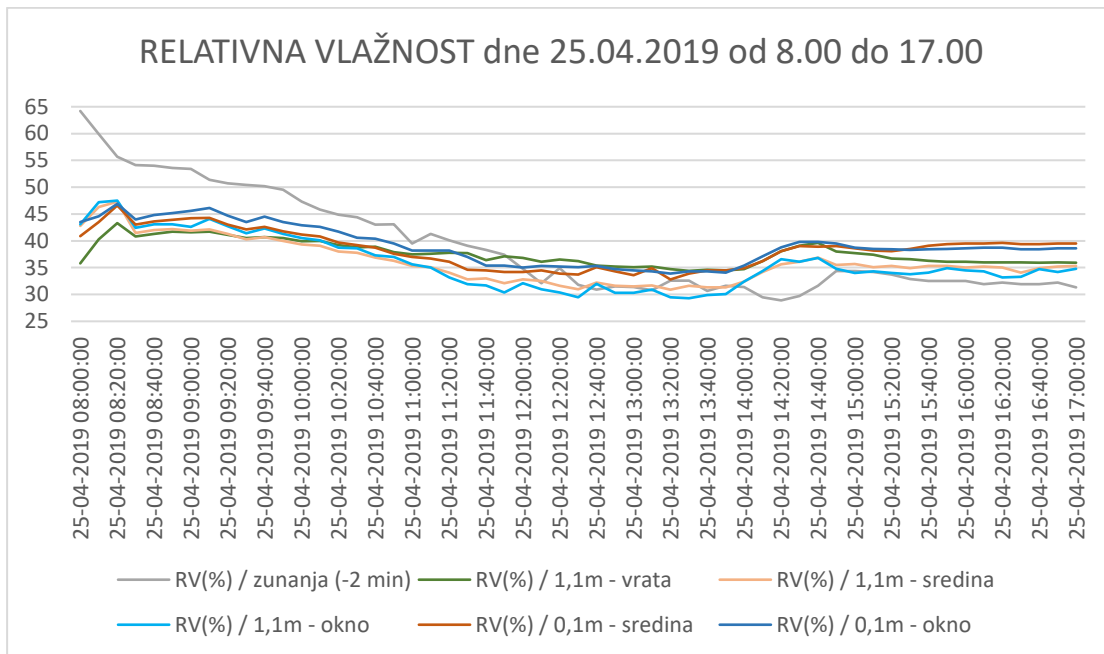
Dne 16.04.2019 smo izvajali meritve vlažnosti zraka v kabinetu B-419. Na dan meritev je zjutraj ob 8:00 bila izmerjena zunanja relativna vlažnost zraka 57,7 %, ob 15:00 pa 83,7 %.

V kabinetu smo na dan meritev predvideli režim prezračevanja z okni na kip. Ogrevanje poteka daljinsko, kjer se ponoči zmanjša moč ogrevanja, ponovno pa se poveča ob 6:00 uri zjutraj.

Relativna vlažnost zraka se je gibala v območju med 30 % in 45 %, v prostoru pa sta bili prisotni 2 osebi. Minimalna relativna vlažnost zraka je bila ob 12:20, in sicer je ta znašala 38,1 %. Ko je zunanja temperatura dosegla maksimum je relativna vlažnost zraka dosegla svoj minimum.

Relativna vlažnost v prostoru je bila tekom dneva prenizka glede zahtev bivalnega ugodja, ki so med 40 % in 60 %.

- **Režim prezračevanja: zračenje med odmori**



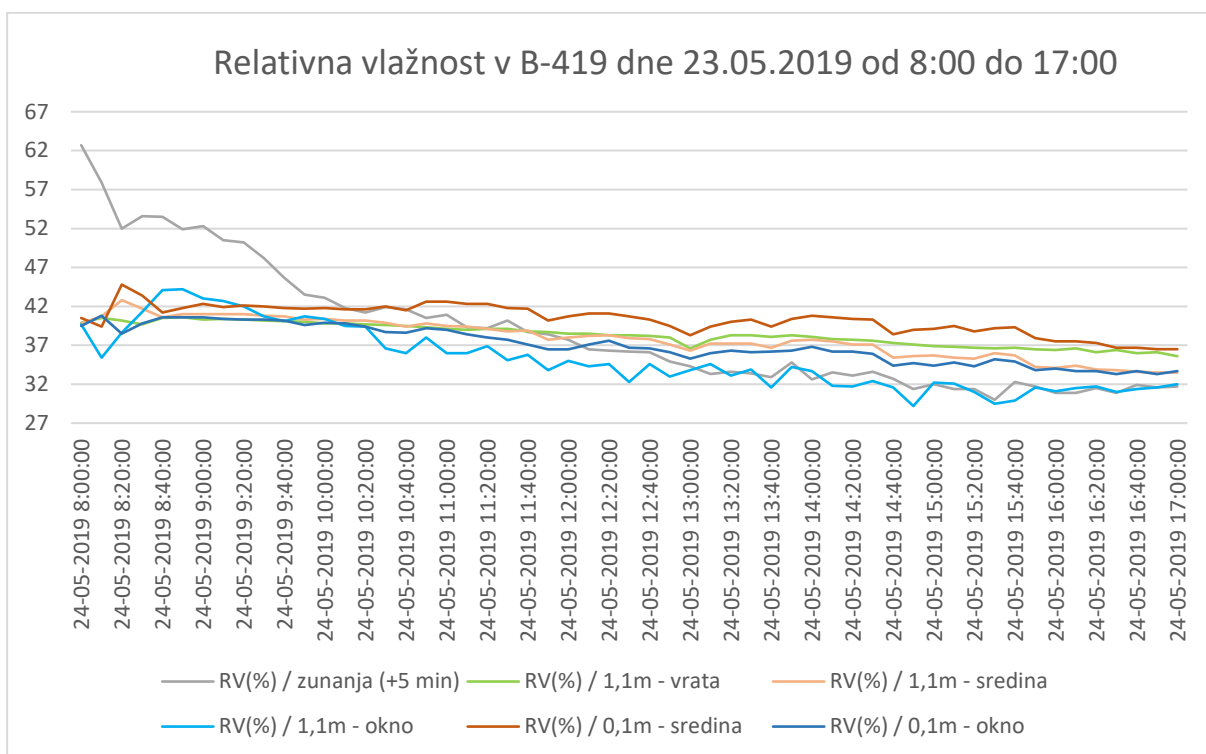
Graf 30

Dne 25.04.2019 smo izvajali meritve vlažnosti zraka v kabinetu B-419. Na dan meritev je zjutraj ob 8:00 bila izmerjena zunanja relativna vlažnost zraka 59,9 % ob sončnem vremenu, ob 15:00 pa je znašala 34 % ob sončnem vremenu.

V kabinetu smo na dan meritev predvideli režim prezračevanja med odmori (za 10 minut). Ogrevanje poteka daljinsko, kjer se ponoči zmanjša moč ogrevanja, ponovno pa se poveča ob 6:00 uri zjutraj. Relativna vlažnost zraka se je gibala v območju med 30 % in 50 %, v prostoru pa sta bili prisotni 2 osebi. Minimalna relativna vlažnost zraka je bila ob 14:20, ko je narasla temperatura, in sicer je ta znašala 28,9 %.

Relativna vlažnost v prostoru tekom dneva ni bila ustrezna glede na zahteve bivalnega ugodja, ki so med 40 % in 60 %, saj je zunaj bilo toplo sončno vreme in se je relativna vlažnost gibala okrog 30 %, kar pa ni ustrezno glede na zahteve.

- **Režim prezračevanja: poljubno prezračevanje**



Graf 31

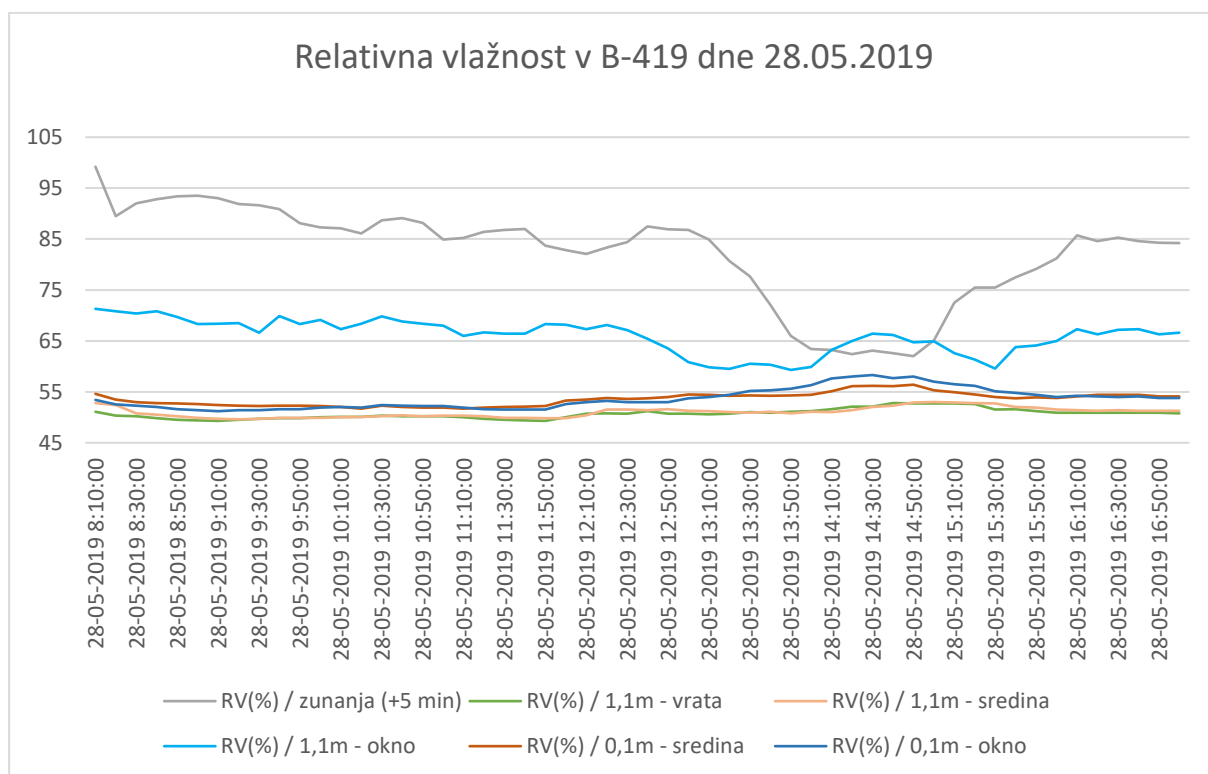
Dne 23.05.2019 smo izvajali meritve vlažnosti zraka v kabinetu B-419. Na dan meritev je ob 8:00 bila izmerjena zunanja relativna vlažnost zraka 57,9 % ob jasnem vremenu, ob 15:00 pa je znašala 32,3 % ob sončnem vremenu.

V kabinetu smo na dan meritev predvideli režim poljubnega prezračevanja. Ogrevanje poteka daljinsko, kjer se ponoči zmanjša moč ogrevanja, ponovno pa se poveča ob 6:00 uri zjutraj.

Relativna vlažnost zraka se je gibala v območju med 27 % in 47 %, v prostoru pa sta bili konstantno prisotni 2 osebi. Minimalna relativna vlažnost zraka je bila ob 14:50, in sicer je ta znašala 29,2 %. Ko je temperatura dosegla maksimum je relativna vlažnost zraka dosegla svoj minimum.

Relativna vlažnost v prostoru je bila tekom dneva prenizka glede zahtev bivalnega ugodja, ki so med 40 % in 60 %.

- **Režim prezračevanja: prezračevanje med odmori (10 min)**



Graf 32

Dne 28.05.2019 smo izvajali meritve vlažnosti zraka v kabinetu B-419. Na dan meritev je zjutraj ob 8:10 bila izmerjena zunanja relativna vlažnost zraka 99,2 % ob deževnem vremenu, ob 15:10 pa je znašala 72,5 % ob deževnem vremenu.

V kabinetu smo na dan meritev predvideli režim prezračevanja med odmori (za 10 minut). Ogrevanje poteka daljinsko, kjer se ponoči zmanjša moč ogrevanja, ponovno pa se poveča ob 6:00 uri zjutraj. Relativna vlažnost zraka se je gibala v območju med 45 % in 75 %, v prostoru pa sta bili prisotni 2 osebi. Minimalna relativna vlažnost zraka je bila ob 14:50, ko je narasla temperatura in sicer je ta znašala 62%.

Relativna vlažnost v prostoru je bila tekom dneva ustrezna glede zahtev bivalnega ugodja, ki so med 40 % in 60 %, saj je zunaj deževalo in je bila relativna vlažnost večinoma nad 80%.

Ugotovitve:

Z analizo relativne vlažnosti zraka različnih prezračevalnih režimov prostora smo ugotovili, da na relativno vlažnost v prostoru različni prezračevalni režimi niso imeli bistvenega vpliva pri vremenu, ko ni deževalo, saj je bila relativna vlažnost v prostoru tekom dneva vedno prenizka glede zahtev bivalnega ugodja, ki so med 40% in 60%. Relativna vlažnost v prostoru je bila tekom dneva ustrezna glede zahtev bivalnega ugodja le takrat, ko je zunaj deževalo in je bila relativna vlažnost zraka zunaj nad 90%.

3.3.3.4 INTEGRALNO OCENJEVANJE TOPLOTNEGA UGODJA (PMV-PPD)

Toplotno okolje smo 30.05.2019 ocenjevali s pomočjo indeksa pričakovane presoje toplotnega občutja PMV. PMV indeks podaja pričakovano povprečno oceno toplotnega okolja večjega števila ljudi s pomočjo sedem stopenjske lestvice. PPD predstavlja pričakovan odstotek ljudi, ki izražajo nezadovoljstvo kot posledico toplotnega okolja. Ostali ljudje v skupini ocenjujejo toplotno okolje kot nevtrarno, prijetno hladno ali prijetno toplo.

Spremljali smo število prisotnih oseb, uporabo senčil in razsvetljave, zunanje pogoje, kako so oblečeni prisotni v prostoru, metabolizem (dejavnosti uporabnikov prostora), uporabo elektronskih naprav in

režim prezračevanja. Merili smo tudi temperaturo, relativno vlažnost, sevalno energijo in gibanje zraka.

Skladno s standardom SIST EN ISO 7730:2006 Ergonomija toplotnega okolja – Analitično ugotavljanje in interpretacija toplotnega udobja z izračunom indeksov PMV in PPD ter merili za lokalno toplotno ugodje, smo s pomočjo vnaprej izdelane tabele in vstavljanje vnaprej izmerjenih podatkov smo lahko določili kategorijo toplotnega okolja glede na PMV indeks in PPD vrednost.

Za nas so bile pomembne tri kategorije toplotnega okolja in sicer A, B in C, kjer kategorija A predstavlja najboljšo ugodje, kategorija C pa slabšo ugodje. Ugotovili smo, da so na ta dan bile zadovoljive vrednosti, kategorija C je bila le redko dosežena. Najbolj ugodno je za uporabnike, če je PMV vrednost 0.

Table A.1 — Categories of thermal environment

Category	Thermal state of the body as a whole		Local discomfort			
	PPD %	PMV	DR %	PD % caused by		
				vertical air temperature difference	warm or cool floor	radiant asymmetry
A	< 6	-0,2 < PMV < + 0,2	< 10	< 3	< 10	< 5
B	< 10	-0,5 < PMV < + 0,5	< 20	< 5	< 10	< 5
C	< 15	-0,7 < PMV < + 0,7	< 30	< 10	< 15	< 10

Slika 56: Kategorije notranjega ugodja po SIST EN IS 7730

Ugotovitve

Podrobnejše meritve kabinetu B-419 smo na dan 28.05.2019 izvajali od 7:40 do 15:06. Najbolj neugodne razmere so bile popoldan, ko je bila dosežena kategorija 3 (kategorija 3 je še nad kategorijo C), saj je bila vrednost PMV nad 0,70. To je bila posledica zelo visoke temperature v prostoru ko se je ta gibala do 26,7 °C na višini 0,1 m. Kategorija C je bila dosežena ob 12:30, ko je bilo zunaj dokaj hladno, ko se je izvedlo prezračevanje. Ob dobrem prezračevanju so temperature precej padle, saj se je zunanja temperatura na ta dan gibala med 14,3 °C in 24,1 °C.

Pričakovan odstotek nezadovoljnih uporabnikov PPD se je na ta dan gibal med 5 % in 16 % soodvisno s indeksom pričakovane presoje toplotnega občutja PMV in posledično tudi kategorijo toplotnega okolja. Najvišji procent je bil dosežen popoldan ob 12:30.

3.3.3.5 SUBJEKTIVNI INDOKATORJI TOPLOTNEGA UGODJA

Za potrebe merjenja subjektivnih indikatorjev toplotnega ugodja smo natančno spremljali dogajanje aktivnosti v predavalnici, ko je potekal študijski proces. Spremljali smo število prisotnih oseb, uporabo senčil in razsvetljave, zunanje pogoje, kako so oblečeni prisotni v prostoru, uporabo elektronskih naprav in režim prezračevanja. Merili smo tudi sevalno energijo, gibanje zraka ter udeležencem razdelili anketne vprašalnike (PRILOGA 3 – ANKETA) za ocenjevanje subjektivnih meril z anketami po standardu SIST EN ISO 10551.

Na podlagi odgovorov na anketna vprašanja pri vzorcu 2 oseb, ko je bila zunanja temperatura 16 °C in zunaj dež, smo dobili naslednje rezultate. Obema prisotnima je bilo v prostoru toplo (po PMV +2). Svoje počutje sta ocenila kot udobno oz. malo udobno, vendar bi jima ugajalo hladnejše okolje. Kljub temu bi takšno klimatsko okolje v prostoru sprejela. Anketiranca sta odgovorila, da je takšno okolje malo oteženo za dihanj in je v prostoru toplo oz. vroče. Kljub temu sta imela prisotna oblečene tudi dolge rokave in pulover. Odgovorila sta, da je pisarna pogosto prevroča ob toplem vremenu in občasno premrzla ob hladnem vremenu. Najpogosteje je problem s temperaturnimi odstopanji v času med 11:00 do 14:00 ure. Vprašana ocenjujeta, da na neugodje v prostoru v največji meri vpliva toplota od pisarniške opreme.

Ugotovitve:

Iz odgovorov lahko ugotovimo, da imata osebi podobne poglede glede toplotnega ugodja v prostoru, saj je bilo obema vroče. Kljub temu sta imela oblečene tudi dolge rokave in pulover. Ker je pisarna

orientirana na sever ni pregrevanja zaradi vpada sončnih žarkov ampak zaradi toplote od pisarniške opreme.

3.3.4 AKUSTIČNO UGODJE

Zvoki oblikujejo naše življenje. Oddajanje in sprejemanje zvokov nam omogočata, da se sporazumevamo, spoznavamo okolje, se orientiramo v prostoru in opravljamo različne dejavnosti, ki so potrebne za normalno življenje. Premikanje listov, ko zapiha veter, premakne molekule v zraku in molekule zanihajo. To nihanje imenujemo zvočno valovanje, naš sluh pa poskrbi, da nihanje tudi zaznamo.

Neprestano nas obkrožajo različni zvoki. Največ je prijetnih ali koristnih, mnogokrat pa je zvok premočan ali nezaželen in postane hrup. Hrup je zvok, ki lahko povzroči okvare sluha ali pa moti in škoduje zdravju in počutju človeka.

Večina ljudi je vsakodnevno izpostavljena hrupu pri delu, s tem pa tudi vsem tveganjem za zdravje. Največkrat si pod oznako hrup na delovnem mestu predstavljamo predvsem glasne dejavnosti, kot so gradbeništvo in industrija. Vendar tudi v »tihem« pisarniškem okolju obstaja hrup, ki zaznamuje počutje in zdravje prisotnih. Ne gre za hrup, ki bi z jakostjo povzročal poškodbe sluha, pač pa je moteč predvsem pri delu, kjer je potrebna visoka zbranost. Zato tudi hrup v pisarniških prostorih lahko vodi v vrste obolenj, zmanjšuje delovno učinkovitost in koncentracijo zaposlenih in je eden od dejavnikov, ki pripomorejo k nastanku stresa.

Ljudje zvok zaznavamo različno, saj smo posamezniki različno občutljivi. Tako je lahko isti zvok v določenem trenutku moteč ali pa ne. Človeško uho sicer vrednoti raven zvočnega tlaka sorazmerno glede na jakost hrupa. Raven zvočnega tlaka merimo v decibelih (dB). Najmanjši zvočni tlak, ki ga človeško uho zazna, imenujemo prag slišnosti in je ovrednoten z 0 dB. Zvočni tlak, pri katerem je moč hrupa nevzdržna in se pojavi bolečina, imenujemo prag bolečine in ima vrednost okrog 120 dB. Hrup povzroča škodljive učinke na človeški organizem, ki se lahko pojavijo že pri nižjih ravneh jakosti (30–70 dB).

V kabinetu B-419 so se dne 28.05.2019 izvajale meritve hrupa. Izmerjeno je bilo, da je vrednost mejne ravni hrupa, ki ga v poslovnih prostorih stavbe povzroča obratovalna oprema ali hrup iz prostorov druge namembnosti LAFmax krepko presežena, saj se je gibala med 68 dB in 75 dB, za doseganje optimalnega akustičnega ugodja pa bi morala biti vrednost 40 dB. Mejna vrednost ekvivalentne ravni hrupa LAeq je po zahtevah iz pravilnika Zaščite pred hrupom v stavbah TSG – 1 – 005:2012 v predavalnicah in poslovnih prostorih v dnevnom času 35 dB. Merjene vrednosti v kabinetu B-419 pa se gibljejo med 43 dB in 58 dB, kar presega predpisano vrednost. Ker nam ta vrednost predstavlja merjeno raven hrupa glede na zvočno izolacijo zunanjih in notranjih ločnih elementov, lahko iz presežene vrednosti sklepamo, da ta ni ustrezna. Vrednost dnevne izpostavljenosti hrupu v prostoru ob odprtih oknih je znašala 50,2 dB, ob zaprtih oknih 49,1 dB in ob govorjenju 67,8 dB. Vse tri vrednosti so v skladu z dopustnimi ekvivalentnimi vrednostmi ravni hrupa dnevne izpostavljenosti na delovnem mestu.

Ugotovitve

Iz analize lahko ugotovimo, da je hrup, ki ga povzročajo zunanji dejavniki in oprema v prostorih moteč za uporabnika, ter, da stavba ni dovolj izolirana iz akustičnega vidika. Dnevne vrednosti hrupa pa kljub temu niso presežene in posledično nemoteče za uporabnike.

3.3.5 KAKOVOST NOTRANJEGA ZRAKA

Kisik in ogljikov dioksid smo merili z dvema merilcema, ki sta bila povezana na računalnika. Meritve je beležil program SPARKvue. Koncentracija je bila izmerjena vsakih 10 minut. Kisik smo merili v procentih, ogljikov dioksid pa v ppm. Spodnja meja ugodja za koncentracijo kisika v prostoru je 20 %. Zgornja meja ugodja koncentracije ogljikovega dioksida pa je 1000 ppm.

3.3.5.1 KISIK

Meritve koncentracije kisika v kabinetu B-419 so zbrane v nadaljevanju in sicer z grafičnim prikazom. Koncentracija kisika v kabinetu B-419 je bila merjena:

- 21.03.2019 (PRILOGA 1)
- 11.04.2019 (ni podatkov)
- 25.04.2019 (ni podatkov)
- 16.05.2019 (Graf 33)
- 23.05.2019 (Graf 34)

3.3.5.2 OGLJIKOV DIOKSID

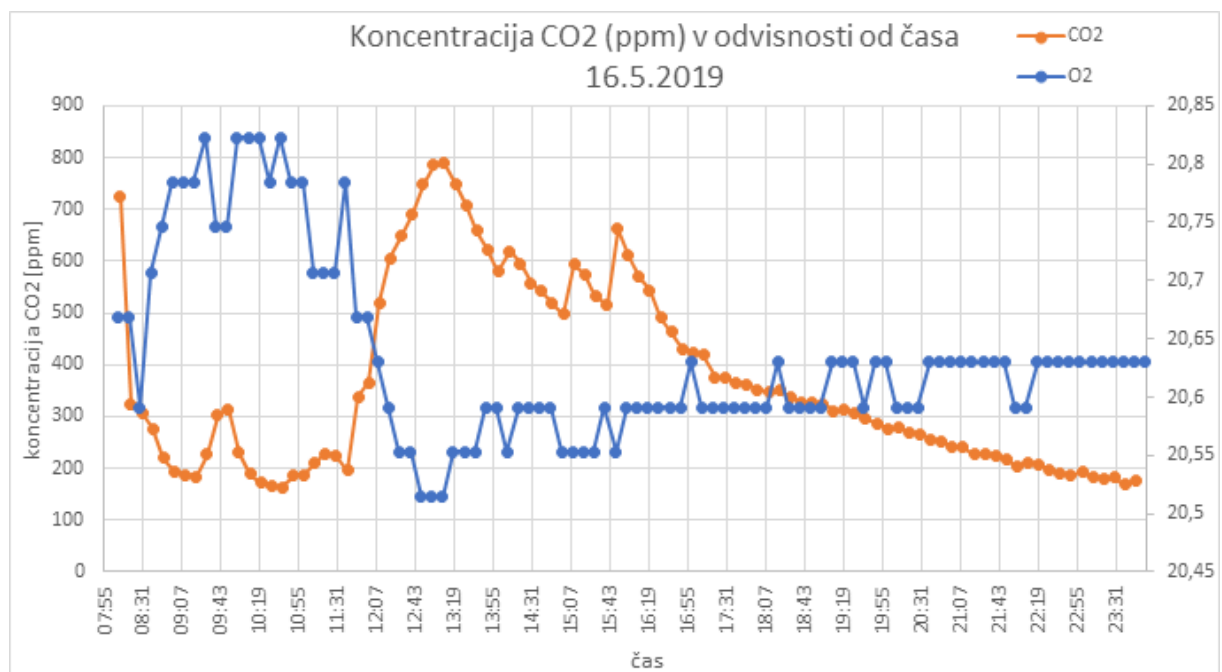
Meritve koncentracije ogljikovega dioksida v B-419 so zbrane v nadaljevanju in sicer z grafičnim prikazom. Koncentracija ogljikovega dioksida v kabinetu B-419 je bila merjena:

- 21.03.2019 (PRILOGA 1)
- 11.04.2019 (ni podatkov)
- 25.04.2019 (ni podatkov)
- 16.05.2019 (Graf 33)
- 23.05.2019 (Graf 34)

• Režim prezračevanja: ne prezračevano

Podatki za omenjen termin so prikazani na grafu v PRILOGA 1. Iz grafa je mogoče razbrati, da sta koncentraciji kisika in ogljikovega dioksida zrcalni sliki. To pomeni, da ob naraščanju koncentracije kisika, pade koncentracija ogljikovega dioksida in obratno. Koncentracija ogljikovega dioksida je narasla v prvih nekaj minutah, saj smo bili takrat v prostoru prisotni študenti, ki smo nastavljali merilce. Nato je bila koncentracija enakomerna vse do 16 ure. Iz grafa je mogoče razbrati, da je v tem času bilo prisotno zračenje, saj je precej narasla koncentracija kisika. Sklepamo, da je uporabniki prostora niso držali navodil, ki smo jih izdali- torej, da prostor ne sme biti zračen.

• Režim prezračevanja: nekontrolirano zračenje

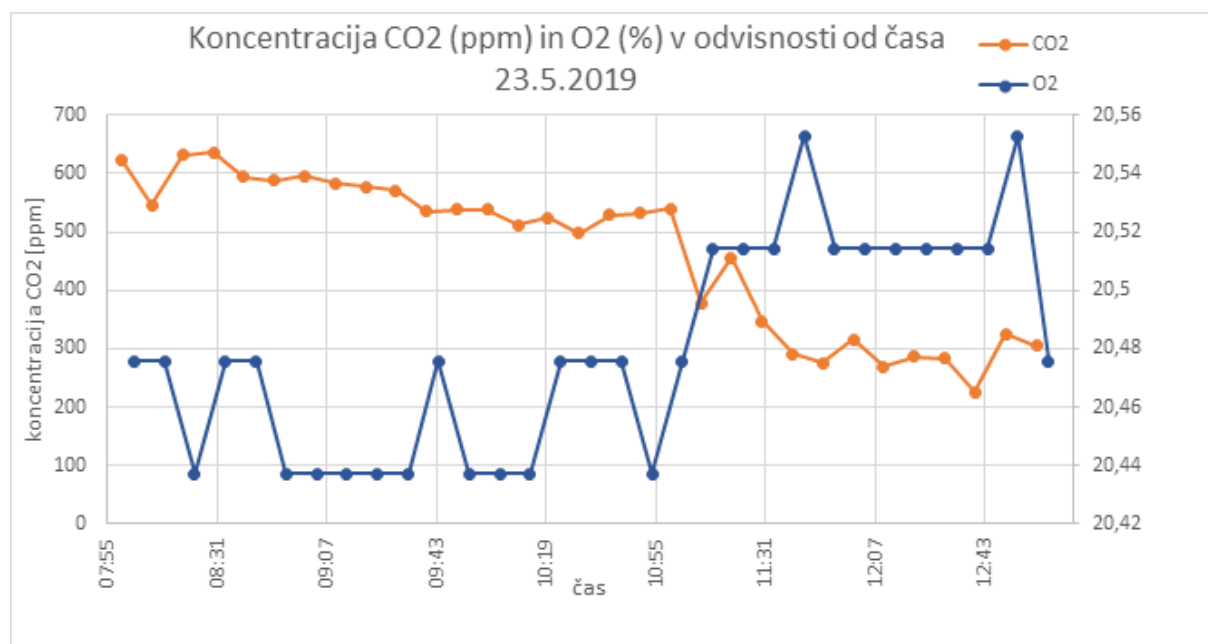


Graf 33: Koncentracija CO₂ in O₂ v odvisnosti od časa (16. 5. 2019)

Dne 16.05.2019 je bilo zračenje v prostoru B-419 nekontrolirano, uporabniki so okna po želji odpirali in zapirali. Na Graf 33 vidimo, da koncentracija CO₂ doseže 800 ppm, kar je za uporabnike prostora še

sprejemljivo-znotraj meje ugodja. Koncentracija kisika se giba med 20,5 % in 20,85 %. Meritve so potekale od 7:55 do 23:31.

- **Režim prezračevanja: nekontrolirano zračenje**



Graf 34: Koncentracija CO₂ in O₂ v odvisnosti od časa (23. 5. 2019)

Dne 23.05.2019 je bilo zračenje v prostoru B-419 nekontrolirano, uporabniki so okna po želji odpirali in zapirali. Na Graf 34 vidimo, da koncentracija CO₂ doseže približno 650 ppm, kar je za uporabnike prostora ugodno. Koncentracija kisika se giba med 20,43% in 20,56%. Meritve so potekale od 7:55 do 12:43.

3.3.5.3 FORMALDEHID

Koncentracijo formaldehida smo izmerili po principu steklenične metode. Vzorce, ki so bili vzeti iz prostorov, smo pritrdili z žico v plastenke. V plastenke smo dodali 50 ml destilirane vode. Plastenke smo neprodušno zaprli in jih 3 ure termostatali pri 40 °C. Pripravili smo raztopine za izdelavo umeritvene krivulje. Umeritvena krivulja je zajemala točke s koncentracijami 0,75 µg/ml, 1,5 µg/ml, 3 µg/ml, 7,5 µg/ml in 15 µg/ml. Koncentracijo formaldehida v vzorcih smo določili s spektrofotometrom.

V kabinetu B-419 smo odvzeli dva vzorca za merjenje vsebnosti formaldehida in sicer zunanjo steno ter pohištva.

Tabela 22: Vrednosti formaldehida v vzorcih stene in pohištva (kabinet B-419)

	Fv [mg/kg]
Stena	0,0389
Pohištvo	0,0469

V Uradnem listu (https://www.uradni-list.si/files/RS_-2011-102-04404-OB~P008-0000.PDF?fbclid=IwAR0kq9wheA5RUtogu6JhS2I-ZXKZLjd-C4S3IGpunUKs-qAtLVppuTUS9W0) je predpisano, da izhajanje formaldehida iz lesnih tvoriv ne sme presegati 8 mg/100 g. Vrednosti ne presegajo mejne vrednosti.

3.3.6 KAKOVOST PITNE VODE

Kakovost pitne vode je bila določena z metodo induktivno sklopljene plazme z masno selektivnim detektorjem.

Narejena je bila umeritvena krivulja, ki je zajemala točke s koncentracijami 0,01 mg/L, 0,05 mg/L, 0,1 mg/L, 0,5 mg/L in 2,4 mg/L. Raztopine so bile pripravljene iz standardne raztopine 23 elementov koncentracije 1 g/L (ICP multi-element standard solution IV). Induktivno sklopljeno plazmo z masno selektivnim detektorjem določa več kovin naenkrat. Temperatura plazme je od 800 K do 1000 K, kar je bilo vidno kot bela svetloba oziroma močan plamen. Vsak element emitira svojo valovno dolžino, koncentracija elementa pa je odvisna od emitirane svetlobe. Pri določenih valovnih dolžinah lahko pride do interferenc, kar pomeni, da ima en element emitira več valovnih dolžin. Z induktivno sklopljeno plazmo z masno selektivnim detektorjem se lahko merijo srednje nizke koncentracije elementov. Koncentracija je bila določena na podlagi umeritvene krivulje.

Voda v prostoru B-419 je bila zaprta od petka 24.05.2019 popoldne do ponedeljka 27.05.2019 zjutraj, ko je bilo vzeti prvih pol litra vzorca. Potem je voda odtekala dve minuti pri srednjem curku in nato je bil vzeti drugi vzorec. V vodi so bile določene koncentracije bakra, kadmija, kroma, niklja, svinca, mangana, železa in cinka. Rezultati so prikazani v Tabela 23.

Tabela 23: Koncentracije kovin v vodi v kabinetu B-419

28.05.2019	baker	kadmij	krom	nikelj	svinec	mangan	železo	cink
prvi vzorec (mg/L)	0,018	<0,01	<0,01	0,023	<0,01	<0,01	<0,01	0,386
drugi vzorec (mg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	0,023	<0,01	<0,01	<0,01	0,159

Mejna vrednost niklja v Pravilniku o pitni vodi (Uradni list RS, št. 19/04, 35/04, 26/06, 92/06, 25/09, 74/15 in 51/17), je 0,02 mg/L. Ta vrednost je presežena pri obeh vzorcih. Glavni vir niklja v pitni vodi je lahko iz različnih elementov omrežja. Pomembno je spiranje pred uporabo vode. Vse ostale vrednosti niso presegle mejnih vrednosti.

Poleg kovin so bili v vzorcih izmerjeni še pH vrednost, električna prevodnost, temperatura in motnost. Rezultati so podani v tabeli 11.

Tabela 24: Meritve pH, prevodnosti in motnosti vode v kabinetu B-419

28.05.2019	pH	Prevodnost (merjena pri sobni temperaturi) [mS/cm]	Motnost [NTU]
prvi vzorec	7,5	22,2	0,572
drugi vzorec	7,52	22,3	0,552

Vrednost pH je znotraj dovoljenih mej, vrednost prevodnosti in motnosti se ocenjujeta v povezavi z ostalimi parametri.

Ugotovitev:

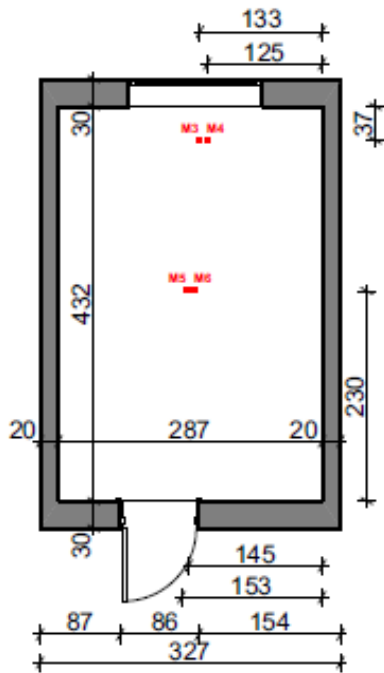
Voda v prostoru B-419 je pitna, spiranje pred uporabo je priporočljivo.



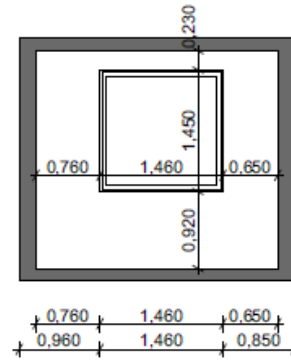
Slika 58: Fotografije pisarne D1-408 ter prikaz pohištva

Tlorisi in prerezi obstoječega stanja

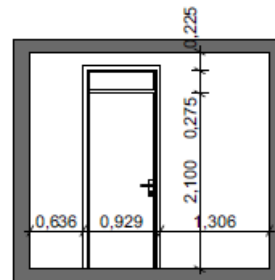
Na spodnjih slikah (od Slika 59 do Slika 63) so prikazani tloris ter vzdolžni in prečni prerezi čez predavalnico, na katerih so prav tako z rdečo barvo označene lokacije, kjer so bili postavljeni merilniki zraka. Postavljeni so bili na mizo, na tla, steno in ob okno.



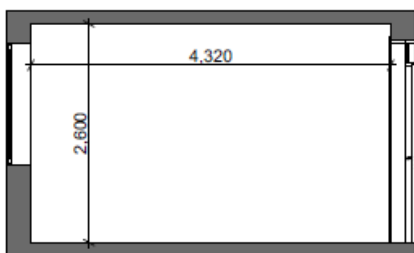
Slika 59: Tloris obstoječega stanja, kjer so označene postavitve merilnikov



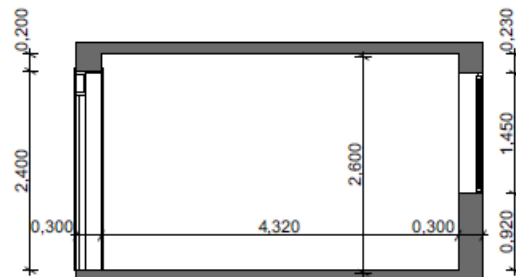
Slika 60: Prerez na južno stran



Slika 61: Prerez na severno stran



Slika 62 Prerez na zahodno stran



Slika 63 Prerez na vzhodno stran

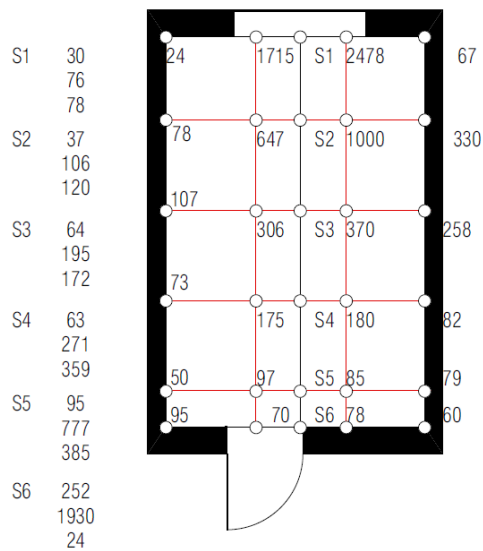
3.4.2 VIZUALNO UGODJE

Za prostore, kot je pisarna, je priporočena minimalna osvetlitev 300 lux - v skladu s standardom SIST EN 12464-1:2011 Svetloba in razsvetljava - Razsvetljava na delovnem mestu - 1. del: Notranji delovni prostori. To so minimalni pogoji, katere se mora upoštevati in izpolniti za kakovostno in učinkovito delo v prostoru. Na to vplivajo različni dejavniki, med njimi zunanji pogoji (geografska širina, vreme, ovire, ki senčijo stavbo) in lastnosti stavbe (lastnosti in velikost oken, senčil, orientacije, ipd.)

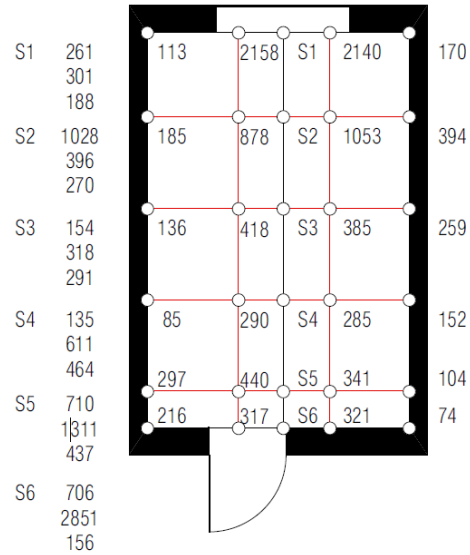
Meritve (vir: lasten); Luxmeter – merilnik osvetljenosti DELTA OHM

Meritve osvetljenosti pisarne D1-408 so se izvajale 28.05.2019, dvakrat isti dan. Prva meritev je bila ob 8:20 zjutraj, najprej brez luči in nato z lučmi. Meritev se je ponovila popoldne ob 15.00, na enak način kot zjutraj. Po standardu (SIST EN 17037:2019 Dnevna svetloba v stavbah) se meritev naredi ob oblačnem vremenu, saj se podajo realnejši podatki kot ob sončnem dnevu.

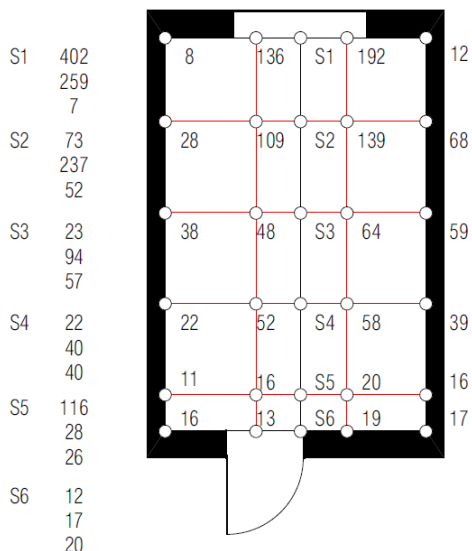
Na prehodno izrisan tloris predavalnice smo v rastru 1x1 m izrisali mrežo točk, na poziciji katerih so bile opravljene meritve osvetlitve na višini 0,85 m, kar predstavlja delovno površino mize. Dodatno smo na sredini predavalnice opravili meritve na treh različnih višinah: na tleh na višini 0,85 m in 1,80 m od tal. Rezultati meritev so prikazani na spodnjih slikah (od Slika 64 do Slika 67), kjer oznake S1-S6 predstavljajo merilna mesta po sredini prostora, glede na oddaljenost od okna (S1 pomeni oddaljenost od okna za 1 raster, itd.)



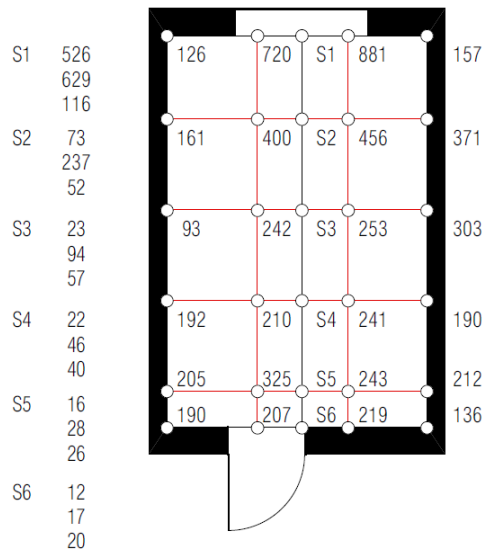
Slika 64 Meritev osvetljenosti zjutraj, 8:20, ob oblačnem vremenu, brez luči; povprečna osvetljenost brez vrednosti ob oknih in stenah je 357,50 lux



Slika 65 Meritev osvetljenosti zjutraj, 8:40, ob oblačnem vremenu, z luči; povprečna osvetljenost brez vrednosti ob oknih in stenah je 511,25 lux



Slika 66 Meritev osvetljenosti popoldne, 15:00, ob oblačnem vremenu, z luči; povprečna osvetljenost brez vrednosti ob oknih in stenah je 62,25 lux



Slika 67 Meritev osvetljenosti popoldne, 15:20, ob oblačnem vremenu, brez luči; povprečna osvetljenost brez vrednosti ob oknih in stenah je 296,25 lux

Ugotovitve:

Glede na podane meritve ugotavljamo, da prostor prejme zadostno količino dnevne svetlobe za normalno delovanje in učenje. Po standardu SIST EN 12464-1:2011 Svetloba in razsvetljava - Razsvetljava na delovnem mestu - 1. del: Notranji delovni prostori je napisano, da je potrebna osvetljenost 300 lux. Glede na meritve smo ugotovili, da je naravne svetlobe zjutraj več, kot pa popoldne. Na to vpliva lokacija pisarne, saj popoldne je pod kotom, kjer je sončne svetlobe manj.

Tabela 25: Prikaz povprečne vrednosti osvetljenosti prostora in KDS- količnik dnevne svetlobe

	Zunanja osvetlitev (Lux)	Povprečna notranja osvetlitev na višini 0,8 m od tal brez luči (brez senčil) (Lux)	Povprečna notranja osvetlitev na višini 0,8 m od tal z lučmi (brez senčil) (Lux)	Povprečen KDS (brez senčil) (%)
Zjutraj	6319	357,50	511,52	5,65
Popoldne	3253	63,25	296,25	1,11

Enačba za izračun:

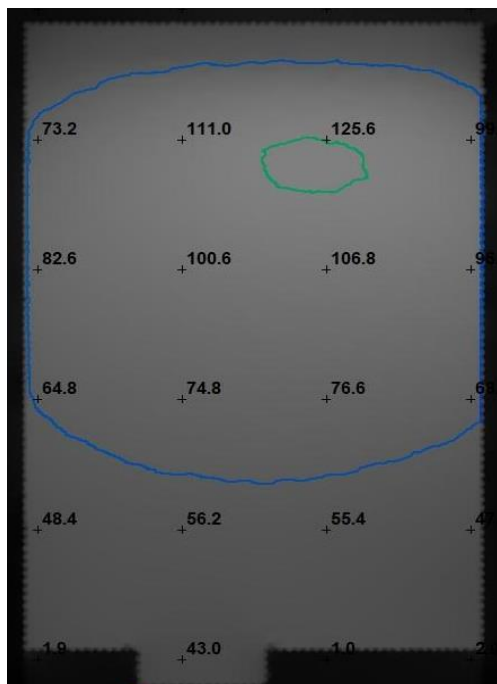
$$KDS = \frac{E_{i,average}}{E_{v,d,med}} \cdot 100\%$$

kjer je:

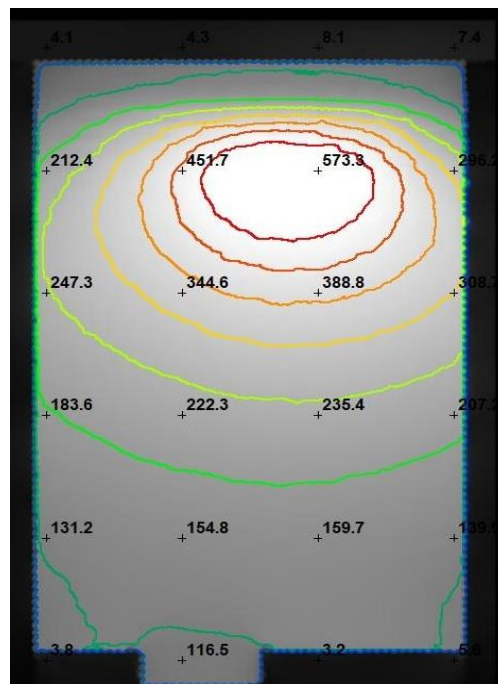
$E_{i,average}$ notranja povprečna srednja vrednost osvetlitve (lux)
 $E_{v,d,med}$ zunanja srednja osvetljenost neba (lux)

Simulacije

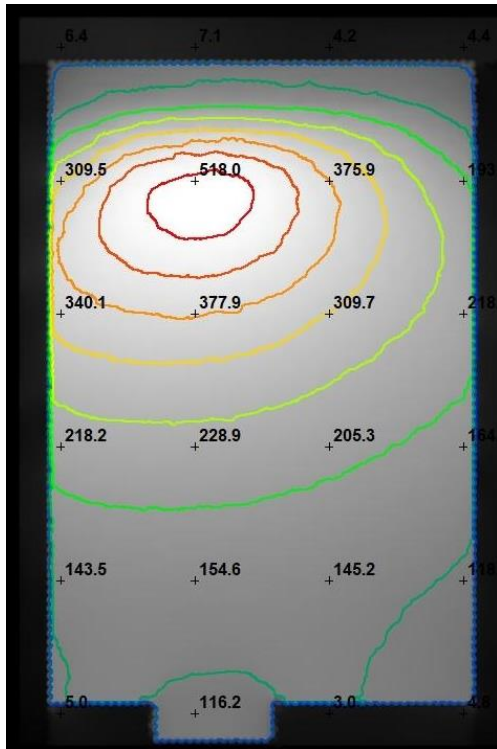
Z namenom validacije rezultatov meritev smo opravili tudi simulacije osvetlitev v programu Daylight Visualizer. V programu se je nastavil čas merjenja maja, vreme pa oblačno. Višina je nastavljeno enako, kot so potekale meritve, na 0,85 m. Rezultati simulacij so prikazani na spodnjih Slikah 62-65.



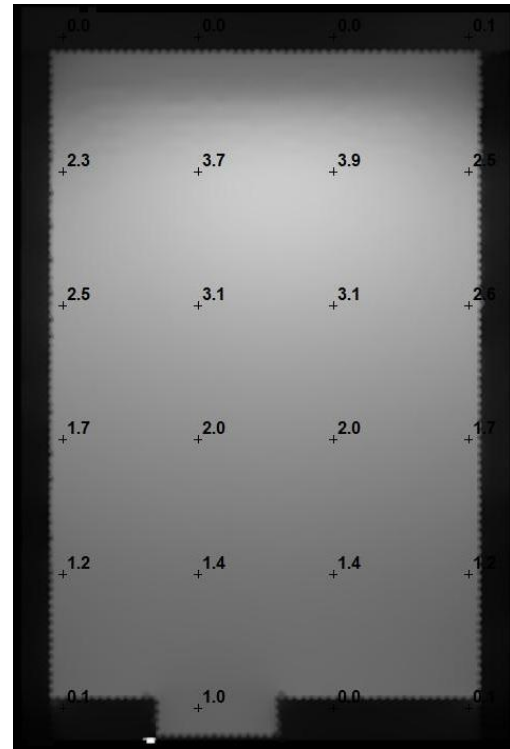
Slika 68: Osvetljenost zjutraj ob 7:00; mesec maj (vir: Daylight Visualizer)



Slika 69: Osvetljenost opoldne ob 12:00; mesec maj (vir: Daylight Visualizer)



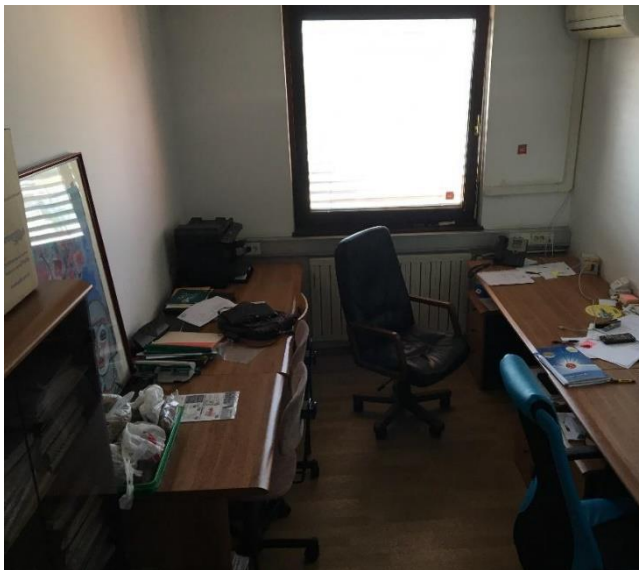
Slika 70: Osvetlitev popoldne ob 14:00; mesec maj (vir: Daylight Visualizer)



Slika 71: Osvetlitev: daylight factor; mesec maj (vir: Daylight Visualizer)

Ugotovitve:

Po narejenih simulacijah s pomočjo programa Daylight Visualizer smo ugotovili, da so lastnoročne meritve precej podobne simulacijam, saj ima merilec merilna odstopanja 15-20%, zaradi napake v meritvah in merilnem inštrumentu. Iz simulacij prav tako meritev je razvidno, da je svetlobe zjutraj nekoliko več kot popoldne, zaradi orientacije prostora. Vendar kljub temu je naravne svetlobe za normalno delovanje premalo, zato je uporaba umetnih svetil potrebna skoraj skozi cel dan.



Slika 72: Fotografije pisarne, kjer se opazi, da skozi okno prihaja malo svetlobe popoldne

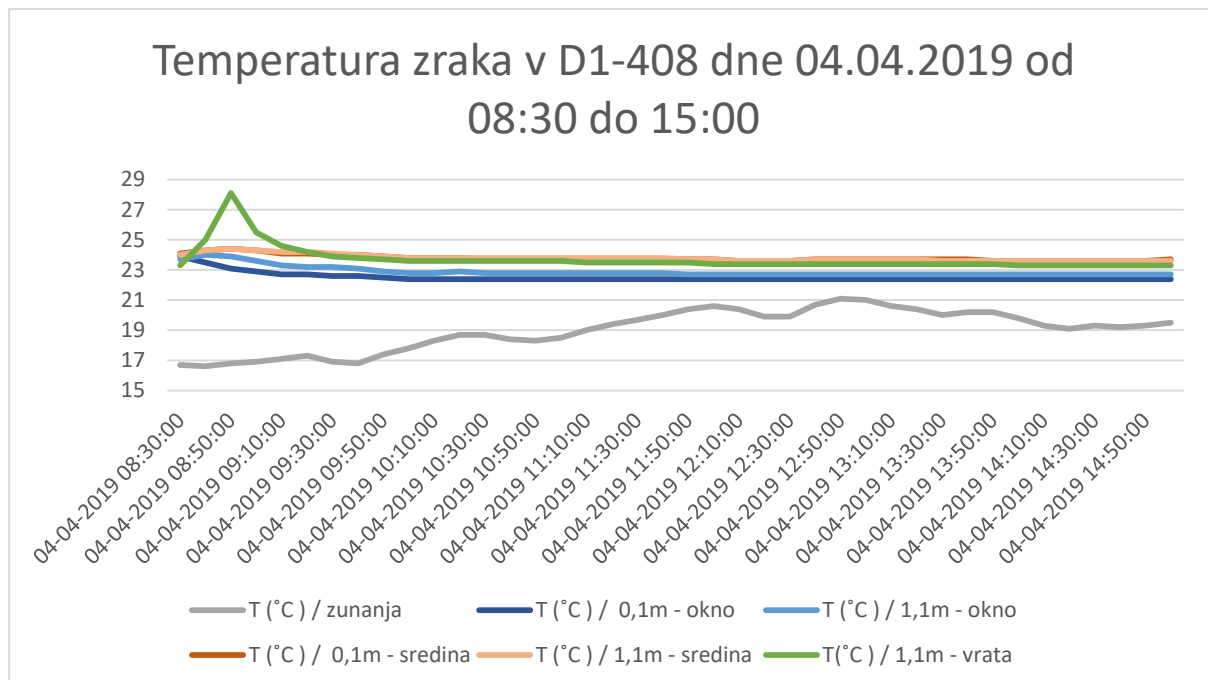


Slika 73: Fotografije, kjer se opazi bleščanje na pohištvo

3.4.3 TOPLOTNO UGODJE

3.4.3.1 TEMPERATURA ZRAKA

- **Režim prezračevanja: neprezračevano**



Graf 35

Dne 04.04. 2019 smo izvajali meritve temperatur zraka v kabinetu D1-408. Na dan meritev je bila ob 8:30 izmerjena zunanja temperatura zraka 16,7 °C ob jasnem vremenu, ob 15:00 pa je znašala 19,5 °C ob oblačnem vremenu.

V pisarni D1-408 smo na dan meritev predvideli režim prezračevanja, kjer so bila okna ves čas zaprta. Ogrevanje prostora poteka daljinsko. Ponoči se moč ogrevanja zmanjša, ponovno pa se poveča ob 6:00 uri zjutraj.

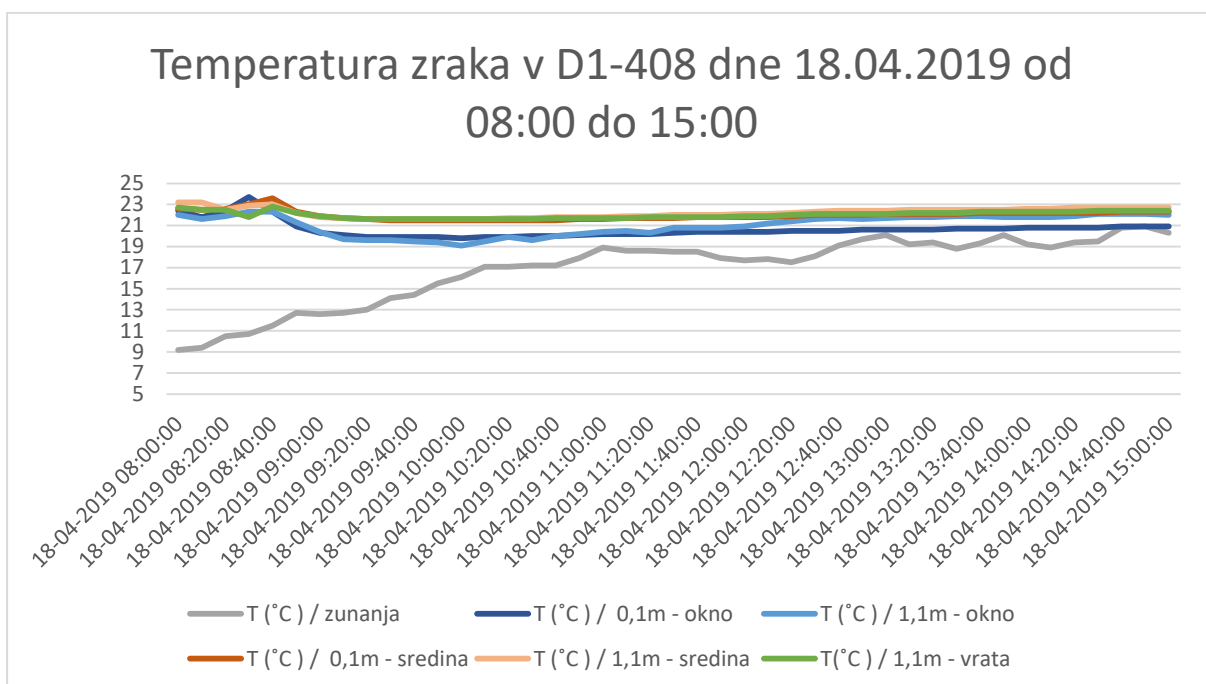
Kot je razvidno iz Graf 35 je temperatura zraka v prostoru bila konstantna, saj v prostoru večino časa ni bilo oseb. Zjutraj so bile v prostoru 3 osebe za kratek čas, medtem ko čez dan ni bilo nikogar. V prostoru na visoko temperaturo najbolj vplivalo ogrevanje, saj je prostor zelo majhen. Maksimalna temperatura zraka je bila izmerjena ob 8:50, na sredini na višini 1,1 m, in sicer je ta znašala 24,4 °C. Razlog najvišje temperature je posledica oblike prostora in vpada sončnega sevanja skozi okno. Zunanja temperatura ni vplivala na notranjo temperaturo, saj so bila okna celi dan zaprta in zaradi ogrevanja prostora. Največja razlika med temperaturama na merilnih mestih na višinah 0,1 m in 1,1 m na sredini je bila izmerjena ob 13:30, ko je znašala 0,2 K.

Zunanji pogoji so pri neprezračevanem režimu imeli največji vpliv na temperature izmerjene na merilnem mestu 1,1 m ob oknu zaradi vpada sončnih žarkov. Na druga merilna mesta so zunanji pogoji imeli minimalni vpliv.

Ugotovitev:

S pomočjo analize smo ugotovili, da pri neprezračevanem režimu, kjer so bila okna ves čas zaprta ni ugoden za uporabnike prostora, saj zaradi ogrevanja in vpada sončnega sevanja skozi okno prihaja do visokih temperatur in slabega zraka.

- **Režim prezračevanja: okna celi dan na kip**



Graf 36

Dne 18.04.2019 smo izvajali meritve temperatur zraka v kabinetu D1-408. Na dan meritev je bila ob 8:00 izmerjena zunanja temperatura zraka 9,2 °C ob delno sončnem vremenu, ob 15:00 pa je znašala 20,9 °C ob delno sončnem vremenu.

V kabinetu smo na dan meritev predvideli režim prezračevanja z okni na kip. Ogrevanje prostora poteka daljinsko. Ponoči se moč ogrevanja zmanjša, ponovno pa se poveča ob 6:00 uri zjutraj.

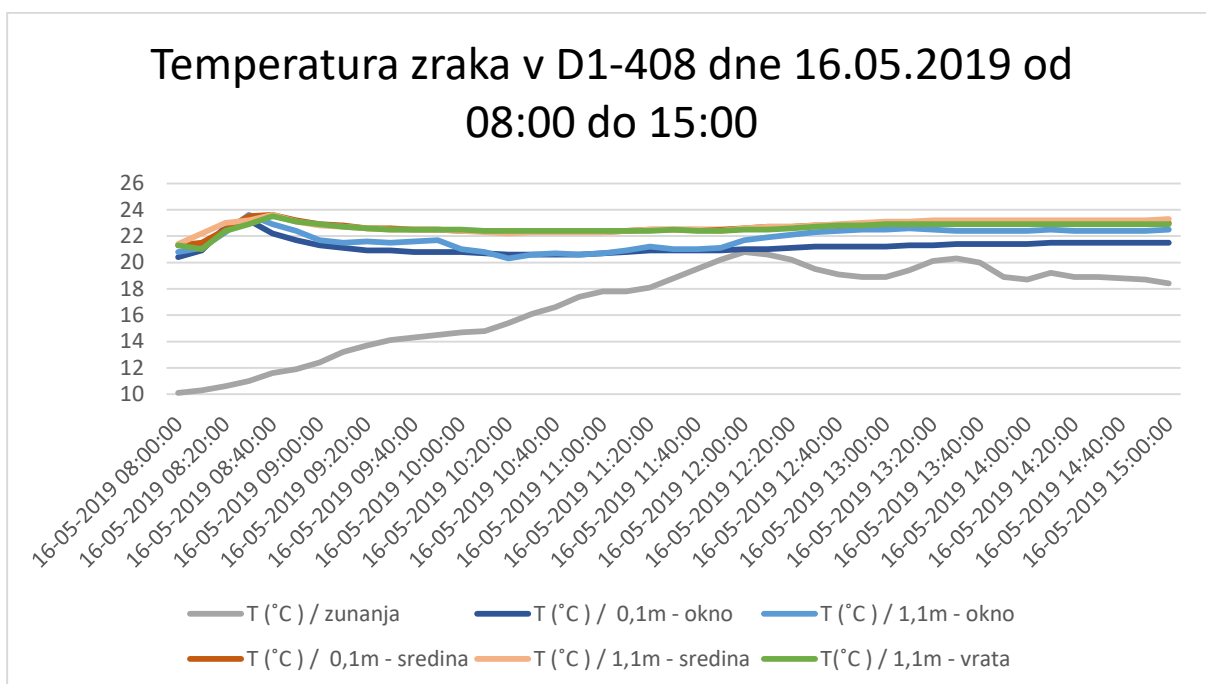
Kot je razvidno iz Graf 36 je temperatura zraka ob 9:00 padla, saj smo prostor zapustili. V prostoru sta bili občasno prisotni 1 ali največ 2 osebi. Maksimalna temperatura zraka je bila izmerjena ob 15:00, na sredini na višini 1,1 m, in sicer je ta znašala 22,7 °C. Razlog najvišje temperature je posledica oblike prostora in vpada sončnega sevanja skozi okno. Največja razlika med temperaturama na merilnih mestih na višinah 0,1 m in 1,1 m ob oknu je bila izmerjena ob 14:30, ko je znašala 1,6 K.

S pomočjo analize smo ugotovili, da režim prezračevanja, kjer so bila okna ves čas odprta na »kip«, ugoden za uporabnike prostora, saj so se temperature gibale v ugodnih mejah. Prav tako pa prezračevanje z okni na »kip« ni ustrezno iz energetskega oz. trajnostnega vidika zaradi prevelikih toplotnih izgub.

Ugotovitev:

S pomočjo analize smo ugotovili, da bi bil režim prezračevanja med odmori, ko smo kabinet prezračili za 10 minut ugoden za uporabnike prostora, saj dovajamo svež zrak in uravnavamo ugodno temperaturo. Prezračevanje med odmori je od vseh režimov najbolj ustrezno iz energetskega oz. trajnostnega vidika in vidika uporabnika prostora.

- **Režim prezračevanja: poljubno prezračevanje**



Graf 37

Dne 16.05.2019 smo izvajali meritve temperatur zraka v kabinetu D1-408. Na dan meritev je bila ob 8:00 izmerjena zunanja temperatura zraka 10,1 °C ob oblačne vremenu, ob 15:00 pa je znašala 18,4 °C ob oblačnem vremenu.

V kabinetu D1-408 smo na dan meritev predvideli režim poljubnega prezračevanja. Ogrevanje prostora poteka daljinsko. Ponoči se moč ogrevanja zmanjša, ponovno pa se poveča ob 6:00 uri zjutraj.

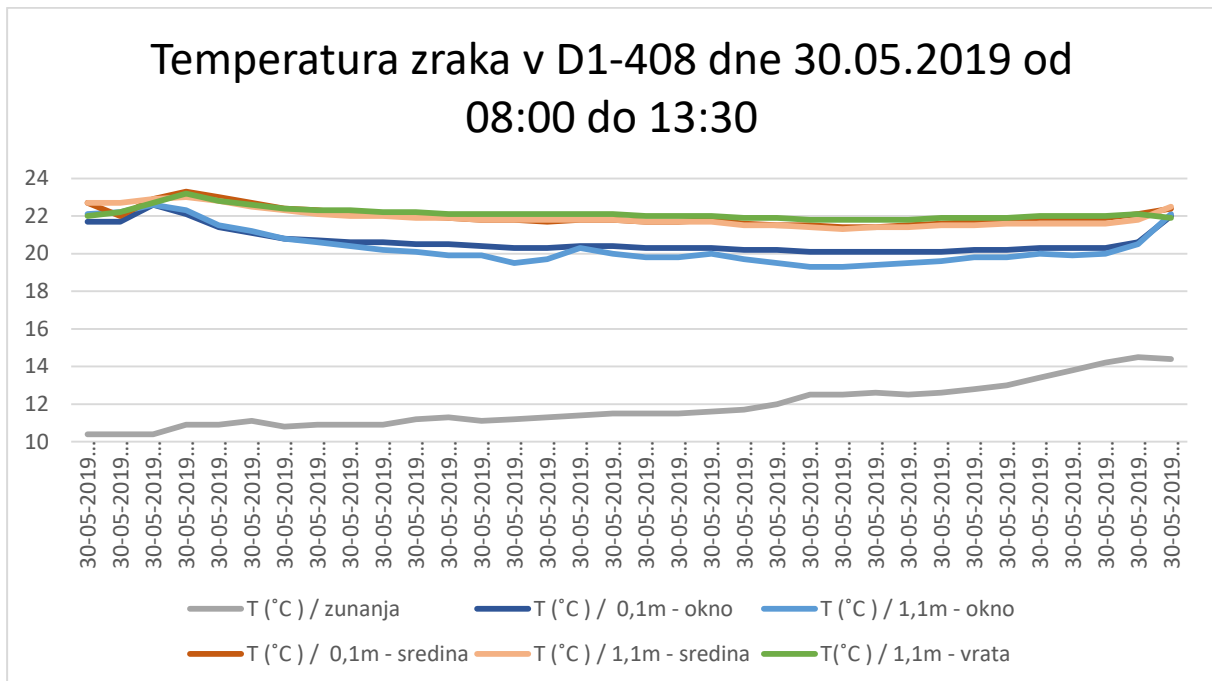
Kot je razvidno iz Graf 37 je temperatura zraka ob 8:50 padla, saj smo prostor zapustili. V prostoru sta bili občasno prisotni 1 ali največ 2 osebi. Maksimalna temperatura zraka je bila izmerjena ob 15:00, na sredini na višini 1,1 m, in sicer je ta znašala 23,3 °C. Razlog najvišje temperature je posledica oblike prostora in načina ogrevanja prostora. Največja razlika med temperaturama na merilnih mestih na višinah 0,1 m in 1,1 m je v povprečju znašala 0,6 K. Zunanja temperatura je vplivala na notranjo temperaturo, saj so bila okna celi dan odprta na »kip«. Največja razlika med temperaturama na merilnih mestih na višinah 0,1 m in 1,1 m ob oknu je bila izmerjena ob 13:00, ko je znašala 1,3 K.

Zunanji pogoji so pri režimu poljubnega prezračevanja imeli vpliv, saj smo ugotovili da so bila okna celi dan na odprta na »kip«.

Ugotovitev:

S pomočjo analize smo ugotovili, da je režim poljubnega prezračevanja ugoden za uporabnike prostora, saj so se temperature gibale v ugodnih mejah. Prav tako pa režim poljubnega prezračevanja ni ustrezno iz energetskega oz. trajnostnega vidika zaradi prevelikih toplotnih izgub.

- **Režim prezračevanja: poljubno prezračevanje**



Graf 38

Dne 30.05.2019 smo izvajali meritve temperatur zraka v kabinetu D1-408. Na dan meritev je bila ob 8:00 izmerjena zunanja temperatura zraka 10,4 °C ob deževnem vremenu, ob 13:30 pa je znašala 14,4 °C ob oblačnem vremenu.

V kabinetu D1-408 smo na dan meritev predvideli režim poljubnega prezračevanja. Ogrevanje prostora poteka daljinsko. Ponoči se moč ogrevanja zmanjša, ponovno pa se poveča ob 6:00 uri zjutraj.

Kot je razvidno iz Graf 38 je temperatura zraka ob 8:30 padla, saj smo prostor zapustili. V prostoru sta bili občasno prisotni 1 ali največ 2 osebi. Maksimalna temperatura zraka je bila izmerjena ob 15:00, na sredini na višini 0,1 m, in sicer je ta znašala 22,5 °C. Razlog najvišje temperature je posledica oblike prostora in načina ogrevanja prostora. Največja razlika med temperaturama na merilnih mestih na višinah 0,1 m in 1,1 m je v povprečju znašala 0,5 K. Zunanja temperatura je vplivala na notranjo temperaturo, saj so bila večino dneva odprta na »kip«. Največja razlika med temperaturama na merilnih mestih na višinah 0,1m in 1,1m ob oknu je bila izmerjena ob 11:40, ko je znašala 0,8 K.

Zunanji pogoji so pri režimu poljubnega prezračevanja imeli vpliv, saj smo ugotovili da so bila okna celi dan na odprta na »kip«.

Ugotovitev:

S pomočjo analize smo ugotovili, da je režim poljubnega prezračevanja ugoden za uporabnike prostora, saj so se temperature gibale v ugodnih mejah. Prav tako pa režim poljubnega prezračevanja ni ustrezno iz energetskega oz. trajnostnega vidika zaradi prevelikih toplotnih izgub.

Skupne ugotovitve:

Z analizo temperatur zraka različnih prezračevalnih režimov prostora smo ugotovili, da bi zaradi redke občasne uporabnosti prostora bilo najbolj primerno temeljito prezračevanje ob začetku uporabe prostora z odpiranjem okna tako saj dovajamo svež zrak in uravnavamo ugodno temperaturo v pisarni. Prezračevanje ob začetku uporabe prostora bi bilo od vseh režimov najbolj ustrezno tudi iz energetskega oz. trajnostnega vidika in ugodja uporabnika prostora.

3.4.3.2 POVRŠINSKE TEMPERATURE

- **Režim prezračevanja: neprezračevano**

Tabela 26: Površinske temperature v predavalnici D1-408 dne 04.04.2019

POVRŠINSKE TEMPERATURE			
04.04.2019, predavalnica D1-408			
		ob 08:00 [°C]	ob 15:15 [°C]
OKNO	M1	22,3	25
ZUNANJA STENA	M2	23,4	25,3
TLA PRI OKNU	M3	24,6	25,7
STROP PRI OKNU	M4	23,4	25,5
STROP SREDINA	M5	25	26,3
TLA SREDINA	M6	24,7	26,1
NOTRANJA STENA SREDINA ZAHOD	M7	24,4	24
STENA VRATA	M8	24,5	24,5
NOTRANJA STENA SREDINA VZHOD	M9	24,1	23,8

Dne 04.04.2019 smo izvajali meritve površinskih temperatur na 9 vnaprej določenih mestih v kabinetu D1-408. Na dan meritev je bila ob 8:30 izmerjena zunanja temperatura zraka 16,7 °C ob jasnem vremenu, ob 15:00 pa je znašala 19,5 °C ob oblačnem vremenu.

Ob 8:30 je bila izmerjena notranja temperatura zraka 24,3 °C, ob 15:15 pa je znašala 23,7 °C.

V kabinetu smo na dan meritev predvidel neprezračevan režim, kjer so bila okna cel dan zaprta.

V Tabela 26 lahko vidimo vrednosti površinskih temperatur ob 8.30 uri in 15:15 uri na dan merjenja. Iz podatkov lahko razberemo, da so se temperature na vseh merjenih mestih tekom delovnega dne povišale, razen na notranjih stenah. Najvišja temperatura ob 8.30 je bila na merilnem mestu M5, najverjetneje zaradi ogrevanja. Medtem ko je bila najnižja površinska temperatura na merilnem mestu M1 – na oknu, zaradi nizkih zunanjih temperatur. Najvišja temperatura ob 15.15 je bila na merilnem mestu M5 – strop zaradi ogrevanja. Medtem ko je bila najnižja površinska temperatura na merilnem mestu M9 - na notranji steni vzhod.

- **Režim prezračevanja: okno celi dan na kip**

Tabela 27: Površinske temperature v predavalnici D1-408 dne 18.04.2019

POVRŠINSKE TEMPERATURE			
18.04.2019, predavalnica D1-408			
		ob 08:15 [°C]	ob 15:30 [°C]
OKNO	M1	21,5	25
ZUNANJA STENA	M2	22,4	22
TLA PRI OKNU	M3	22,4	21,8
STROP PRI OKNU	M4	22,9	22,6
STROP SREDINA	M5	23,1	22,4
TLA SREDINA	M6	23,2	22,7
NOTRANJA STENA SREDINA ZAHOD	M7	23	22,7
STENA VRATA	M8	23,8	23,3
NOTRANJA STENA SREDINA VZHOD	M9	23,2	22,8

Dne 18.04.2019 smo izvajali meritve površinskih temperatur na 9 vnaprej določenih mestih v kabinetu D1-408. Na dan meritev je bila ob 8:00 izmerjena zunanja temperatura 9,2 °C ob delno sončnem vremenu, ob 15:00 pa je znašala 26,4 °C ob delno sončnem vremenu.

Ob 8:15 je bila izmerjena notranja temperatura zraka 22,5 °C, ob 15:30 pa je znašala 23,9 °C.

V kabinetu smo na dan meritev predvidel režim okna odprta na kip, kjer so bila okna cel dan odprta na kip.

V Tabela 27 lahko vidimo vrednosti površinskih temperatur ob 8.15 uri in 15:30 uri na dan merjenja. Iz podatkov lahko razberemo, da so se temperature na vseh merjenih mestih tekom delovnega dne nekoliko zmanjšale, saj smo zjutraj odprli okna na kip. Najvišja temperatura ob 8.15 je bila na merilnem mestu M8 – na notranji steni pri vratih. Medtem ko je bila najnižja površinska temperatura na merilnem mestu M1, okno. Najvišja temperatura ob 15:30 je bila na merilnem mestu M1 – na oknu, zaradi vpada sončnega sevanja in ogrevanja. Medtem ko je bila najnižja površinska temperatura na merilnem mestu M3 – tla pri oknu.

- **Režim prezračevanja: poljubno prezračevanje**

Tabela 28: Površinske temperature v predavalnici D1-408 dne 16.05.2019

POVRŠINSKE TEMPERATURE			
16.05.2019, predavalnica D1-408			
		ob 08:15 [°C]	ob 15:30 [°C]
OKNO	M1	21,8	23,7
ZUNANJA STENA	M2	23,6	23,9
TLA PRI OKNU	M3	23,9	24,3
STROP PRI OKNU	M4	23,9	24,8
STROP SREDINA	M5	24,7	25
TLA SREDINA	M6	24,6	25
NOTRANJA STENA SREDINA ZAHOD	M7	24,5	25
STENA VRATA	M8	24,5	25
NOTRANJA STENA SREDINA VZHOD	M9		

Dne 16.05.2019 smo izvajali meritve površinskih temperatur na 9 vnaprej določenih mestih v kabinetu D1-408. Na dan meritev je bila ob 8:15 izmerjena zunanja temperatura zraka 21,9 °C ob oblačnem vremenu, ob 15:30 pa je znašala 23,4 °C ob oblačnem vremenu.

Ob 8:00 je bila izmerjena notranja temperatura zraka 24°C, ob 15:00 pa je znašala 23,8 °C.

V kabinetu smo na dan meritev predvideli režim poljubnega prezračevanja.

V Tabela 28 lahko vidimo vrednosti površinskih temperatur ob 8.15 in 15:30 na dan merjenja. Iz podatkov lahko razberemo, da so se temperature na vseh merjenih mestih tekom delovnega dne povečale. Najvišja temperatura ob 8.15 je bila na merilnem mestu M5 – strop sredina. Medtem ko je bila najnižja površinska temperatura na merilnem mestu M1, okno. Najvišja temperatura ob 15:30 je bila na merilnem mestu M5, M6, M7 in M8, strop in notranje stene zaradi ogrevanja. Medtem ko je bila najnižja površinska temperatura na merilnem mestu M1 – okno.

- **Režim prezračevanja poljubno prezračevanje**

Tabela 29: Površinske temperature v predavalnici D1-408 dne 30.05.2019

POVRŠINSKE TEMPERATURE			
30.05.2019, predavalnica D1-408			
		ob 08:15 [°C]	ob 15:30 [°C]
OKNO	M1	22,3	21
ZUNANJA STENA	M2	23,3	20,7
TLA PRI OKNU	M3	24,2	21,8
STROP PRI OKNU	M4	23,5	21,7
STROP SREDINA	M5	24,8	22,3
TLA SREDINA	M6	24,5	22
NOTRANJA STENA SREDINA ZAHOD	M7	24,4	22
STENA VRATA	M8	25,4	22,9
NOTRANJA STENA SREDINA VZHOD	M9	24,4	22,1

Dne 30.05.2019 smo izvajali meritve površinskih temperatur na 9 vnaprej določenih mestih v kabinetu B-419. Na dan meritev je bila ob 8:00 izmerjena zunanja temperatura zraka 14,7 °C ob jasnem vremenu, ob 15:00 pa je znašala 20,6 °C ob oblačnem vremenu.

Ob 8:20 je bila izmerjena notranja temperatura zraka 23,1 °C, ob 15:00 pa je znašala 23,5 °C.

V predavalnici smo na dan meritev predvideli režim prezračevanja med odmori (za 10 minut).

V Tabela 29 lahko vidimo vrednosti površinskih temperatur ob 8:00 uri in 15:30 uri na dan merjenja. Iz podatkov lahko razberemo, da so se temperature na nekaterih merjenih mestih tekom delovnega dne povišale na nekaterih pa znižale. Najvišja temperatura ob 8:00 je bila na merilnih mestih M3 in M4 – na tleh in stropu pri oknu. Medtem ko je bila najnižja površinska temperatura na merilnem mestu M5 – na stropu na sredini. Najvišja temperatura ob 15:30 je bila na merilnih mestih M5 i M6 – na stropu in tleh na sredini prostora zaradi ogrevanja. Medtem ko je bila najnižja površinska temperatura na merilnem mestu M1 – na oknu zaradi zunanjih vplivov.

Ugotovitve:

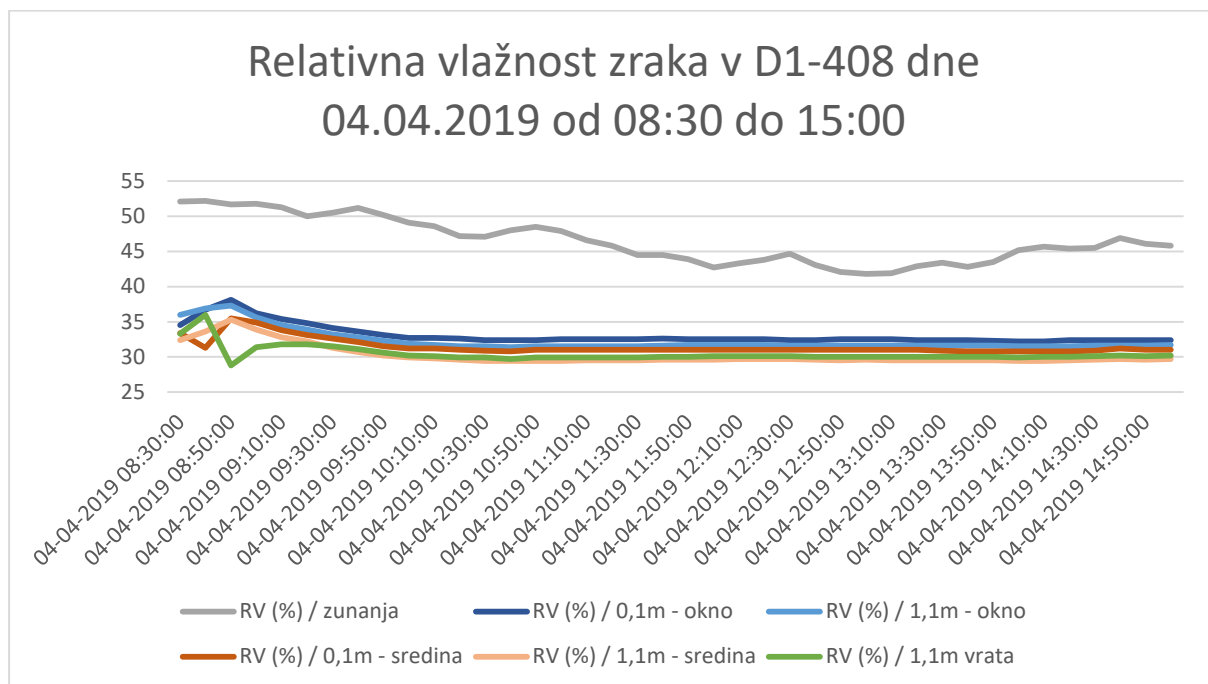
Z analizo površinskih temperatur različnih prezračevalnih režimov prostora smo ugotovili, da se površinska temperatura najbolj povečuje tekom dneva pri režimu, ko ne prezračujemo ob predpostavki, da deluje ogrevanje z radiatorjem. Najbolj pa se je temperatura spremenila ob poljubnem prezračevanju oziroma ko je bilo okno odprto na kip, kar pa je seveda bilo v veliki meri odvisno od zunanjih razmer.

Najnižje površinske temperature so bile na merilnih mestih na zunanji steni zaradi slabše izoliranosti, kar ima lahko ob hladnejših dnevih negativen vpliv na uporabnika, ki sedi neposredno ob steni, saj stena oddaja hladno sevalno temperaturo. Najvišje temperature so bile izmerjene popoldan na merilnem mestu na oknu zaradi sončnega sevanja in na stropu zaradi ogrevanja.

Površinske temperature v merjenem prostoru na uporabnika nimajo velikega neugodnega vpliva, saj bistveno ne odstopajo od notranje temperature zraka in zaradi tega ne pride do neudobja.

3.4.3.3 RELATIVNA VLAGA

- Režim prezračevanja: neprezračevano



Graf 39

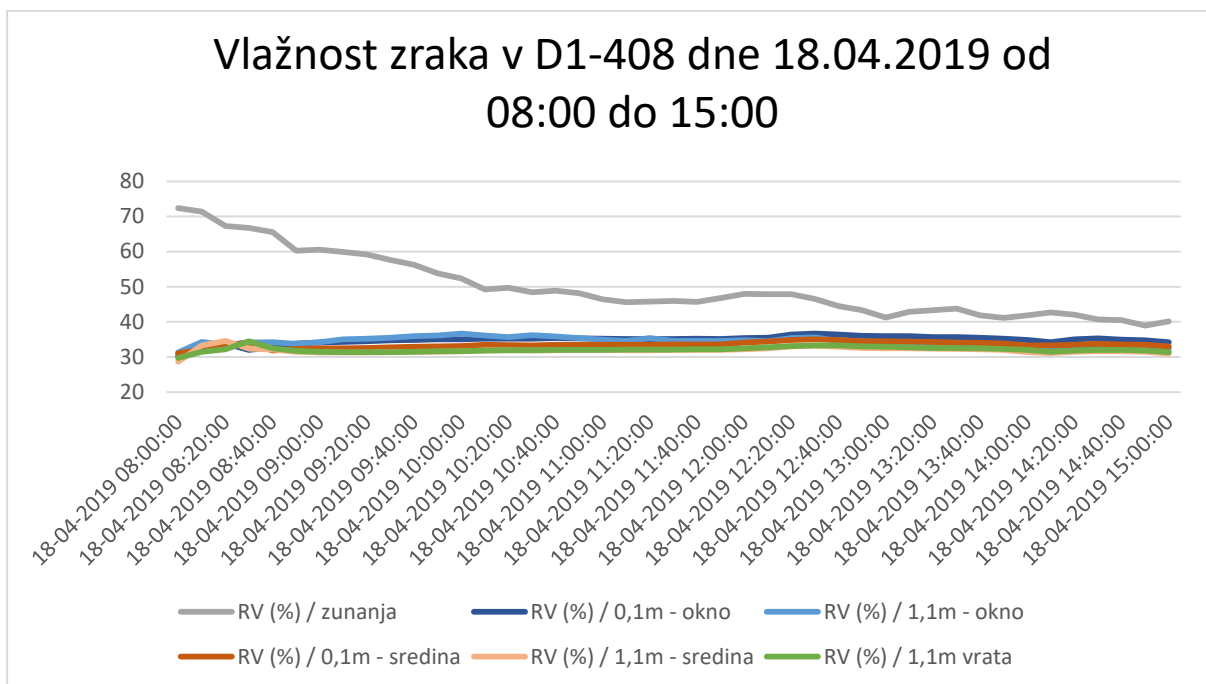
Dne 04.04.2019 smo izvajali meritve vlažnosti zraka v kabinetu D1-408. Na dan meritev je zjutraj ob 8.30 bila izmerjena zunanja relativna vlažnost zraka 51,1 % ob sončnem vremenu, ob 15:00 pa 45,8 % ob oblačnem vremenu.

V kabinetu smo na dan meritev predvideli neprezračevan režim. Ogrevanje poteka daljinsko, kjer se ponoči zmanjša moč ogrevanja, ponovno pa se poveča ob 6:00 uri zjutraj.

Relativna vlažnost zraka se je gibala v območju med 29,4 % in 33,6 %, v prostoru na ta dan, ko smo po merjenju zapustili prostor, ni bilo oseb. Minimalna relativna vlažnost zraka je bila ob 11:00, in sicer je ta znašala 29,4 %. Ko je zunanja temperatura dosegla maksimum je relativna vlažnost zraka dosegla svoj minimum.

Relativna vlažnost v prostoru je bila tekom dneva prenizka glede zahtev bivalnega ugodja, ki so med 40 % in 60 %.

- **Režim prezračevanja: okna na kip**



Graf 40

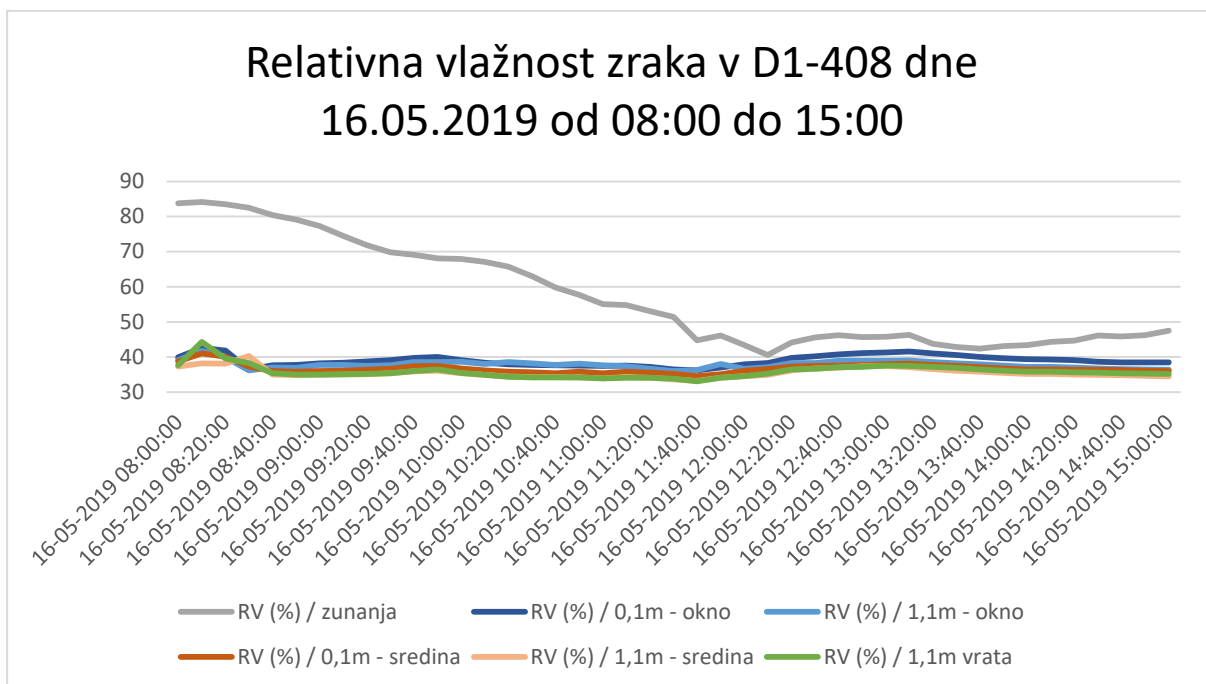
Dne 18.04.2019 smo izvajali meritve vlažnosti zraka v kabinetu D1-408. Na dan meritev je zjutraj ob 8:00 bila izmerjena zunanja relativna vlažnost zraka 72,4 % ob delno sončnem vremenu, ob 15:00 pa je znašala 40,1 % ob delno sončnem vremenu.

V kabinetu smo na dan meritev predvideli režim prezračevanja okna na kip. Ogrevanje poteka daljinsko, kjer se ponoči zmanjša moč ogrevanja, ponovno pa se poveča ob 6:00 uri zjutraj.

Relativna vlažnost zraka se je gibala v območju med 31,5 in 36,7 %, v prostoru pa sta bili občasno prisotni do 2 osebi. Minimalna relativna vlažnost zraka je bila ob 14:10, in sicer je ta znašala 31,5%.

Relativna vlažnost v prostoru je bila tekom dneva prenizka glede zahtev bivalnega ugodja, ki so med 40 % in 60 %.

- **Režim prezračevanja: poljubno prezračevanje**



Graf 41

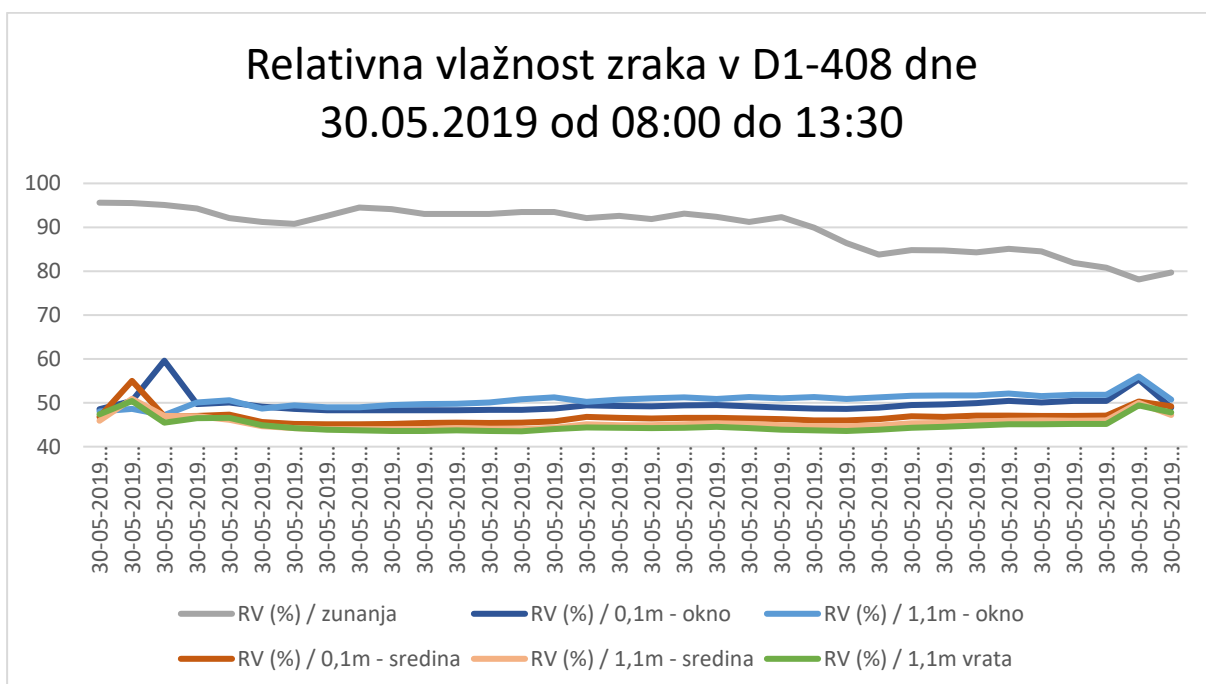
Dne 16.05.2019 smo izvajali meritve vlažnosti zraka v kabinetu D1-408. Na dan meritev je ob 8:00 bila izmerjena zunanja relativna vlažnost zraka 83,8% ob oblačnem vremenu, ob 15:00 pa je znašala 47,5 % ob oblačnem vremenu.

V kabinetu smo na dan meritev predvideli režim poljubnega prezračevanja. Ogrevanje poteka daljinsko, kjer se ponoči zmanjša moč ogrevanja, ponovno pa se poveča ob 6:00 uri zjutraj.

Relativna vlažnost zraka se je gibala v območju med 33,1 % in 41,6 %, v prostoru pa sta bili občasno prisotni do 2 osebi. Minimalna relativna vlažnost zraka je bila ob 11:40, in sicer je ta znašala 33,1 %. Ko je temperatura dosegla maksimum je relativna vlažnost zraka dosegla svoj minimum.

Relativna vlažnost v prostoru je bila tekom dneva prenizka glede zahtev bivalnega ugodja, ki so med 40 % in 60 %.

- **Režim prezračevanja: poljubno prezračevanje**



Graf 42

Dne 30.05.2019 smo izvajali meritve vlažnosti zraka v kabinetu D1-408. Na dan meritev je ob 8:00 bila izmerjena zunanja relativna vlažnost zraka 95,6 % ob deževnem vremenu, ob 13:30 pa je znašala 79,7 % ob oblačnem vremenu.

V kabinetu smo na dan meritev predvideli režim poljubnega prezračevanja. Ogrevanje poteka daljinsko, kjer se ponoči zmanjša moč ogrevanja, ponovno pa se poveča ob 6:00 uri zjutraj.

Relativna vlažnost zraka se je gibala v območju med 43,5 % in 51,2 %, v prostoru pa sta bili občasno prisotni do 2 osebi. Minimalna relativna vlažnost zraka je bila ob 10:10, in sicer je ta znašala 33,1 %. Ko je temperatura dosegla maksimum je relativna vlažnost zraka dosegla svoj minimum.

Relativna vlažnost v prostoru je bila tekom dneva ustrezna glede zahtev bivalnega ugodja, ki so med 40 % in 60 %, vendar v večinski meri zaradi zunanjih razmer, saj je bilo okno večino dne na kip.

Ugotovitve:

Z analizo relativne vlažnosti zraka različnih prezračevalnih režimov prostora smo ugotovili, da na relativno vlažnost v prostoru različni prezračevalni režimi niso imeli bistvenega vpliva pri vremenu, ko ni deževalo, saj je bila relativna vlažnost v prostoru tekom dneva vedno prenizka glede zahtev bivalnega ugodja, ki so med 40 % in 60 %. Relativna vlažnost v prostoru je bila tekom dneva ustrezna glede zahtev bivalnega ugodja le takrat, ko je zunaj deževalo in je bila relativna vlažnost zraka zunaj nad 90 %.

3.4.3.4 INTEGRALNO OCENJEVANJE TOPLOTNEGA UGODJA (PMV-PPD)

Toplotno okolje smo 30.05.2019 ocenjevali s pomočjo indeksa pričakovane presoje toplotnega občutja PMV. PMV indeks podaja pričakovano povprečno oceno toplotnega okolja večjega števila ljudi s pomočjo sedem stopenjske lestvice. PPD predstavlja pričakovan odstotek ljudi, ki izražajo nezadovoljstvo kot posledico toplotnega okolja. Ostali ljudje v skupini ocenjujejo toplotno okolje kot nevtrarno, prijetno hladno ali prijetno toplo.

Spremljali smo število prisotnih oseb, uporabo senčil in razsvetljave, zunanje pogoje, kako so oblečeni prisotni v prostoru, metabolizem (dejavnosti uporabnikov prostora), uporabo elektronskih naprav in režim prezračevanja. Merili smo tudi temperaturo, relativno vlažnost, sevalno energijo in gibanje zraka.

Skladno s standardom SIST EN ISO 7730:2006 Ergonomija toplotnega okolja – Analitično ugotavljanje in interpretacija toplotnega udobja z izračunom indeksov PMV in PPD ter merili za lokalno toplotno ugodje, smo s pomočjo vnaprej izdelane tabele in vstavljanje vnaprej izmerjenih podatkov smo lahko določili kategorijo toplotnega okolja glede na PMV indeks in PPD vrednost.

Za nas so bile pomembne tri kategorije toplotnega okolja in sicer A, B in C, kjer kategorija A predstavlja najboljšo ugodje, kategorija C pa slabšo ugodje. Ugotovili smo, da so na ta dan bile zadovoljive vrednosti, kategorija C je bila le redko dosežena. Najbolj ugodno je za uporabnike, če je PMV vrednost 0.

Table A.1 — Categories of thermal environment

Category	Thermal state of the body as a whole		Local discomfort			
	PPD %	PMV	DR %	PD % caused by		
				vertical air temperature difference	warm or cool floor	radiant asymmetry
A	< 6	-0,2 < PMV < +0,2	< 10	< 3	< 10	< 5
B	< 10	-0,5 < PMV < +0,5	< 20	< 5	< 10	< 5
C	< 15	-0,7 < PMV < +0,7	< 30	< 10	< 15	< 10

Slika 74: Kategorije notranjega ugodja po SIST EN IS 7730

Ugotovitve

Podrobnejše meritve v kabinetu D1-408 smo na dan 30.05.2019 izvajali od 8:00 do 13:30. Ugotovili smo, da zaradi redke uporabe prostora malega števila oseb, ta prostor ni primeren za ugotavljanje toplotnega ugodja po tej metodi.

3.4.3.5 SUBJEKTIVNI INDOKATORJI TOPLOTNEGA UGODJA

Za potrebe merjenja subjektivnih indikatorjev toplotnega ugodja smo predvideli natančno spremljanje dogajanja aktivnosti v pisarni. Spremljali bi število prisotnih oseb, uporabo senčil in razsvetljave, zunanje pogoje, kako so oblečeni prisotni v prostoru, uporabo elektronskih naprav in režim prezračevanja. Merili smo tudi sevalno energijo, gibanje zraka ter udeležencem razdelili anketne vprašalnike (PRILOGA 3 – ANKETA) za ocenjevanje subjektivnih meril z anketami po standardu SIST EN ISO 10551.

Ugotovitve:

Ker pisarna dalj časa ni bila v uporabi subjektivnih indikatorjev toplotnega ugodja nismo mogli kakovostno analizirati. Kljub temu lahko predvidimo, da je v pisarni v sočnem vremenu precej toplo saj je orientirana na jug ter se nahaja v mansardi.

3.4.4 AKUSTIČNO UGODJE

Zvoki oblikujejo naše življenje. Oddajanje in sprejemanje zvokov nam omogočata, da se sporazumevamo, spoznavamo okolje, se orientiramo v prostoru in opravljamo različne dejavnosti, ki so potrebne za normalno življenje. Premikanje listov, ko zapiha veter, premakne molekule v zraku in molekule zanihajo. To nihanje imenujemo zvočno valovanje, naš sluh pa poskrbi, da nihanje tudi zaznamo.

Neprestano nas obkrožajo različni zvoki. Največ je prijetnih ali koristnih, mnogokrat pa je zvok premočan ali nezaželen in postane hrup. Hrup je zvok, ki lahko povzroči okvare sluha ali pa moti in škoduje zdravju in počutju človeka.

Večina ljudi je vsakodnevno izpostavljena hrupu pri delu, s tem pa tudi vsem tveganjem za zdravje. Največkrat si pod oznako hrup na delovnem mestu predstavljamo predvsem glasne dejavnosti, kot so gradbeništvo in industrija. Vendar tudi v »tihem« pisarniškem okolju obstaja hrup, ki zaznamuje počutje in zdravje prisotnih. Ne gre za hrup, ki bi z jakostjo povzročal poškodbe sluha, pač pa je moteč predvsem pri delu, kjer je potrebna visoka zbranost. Zato tudi hrup v pisarniških prostorih lahko vodi v

vrste obolenj, zmanjšuje delovno učinkovitost in koncentracijo zaposlenih in je eden od dejavnikov, ki pripomorejo k nastanku stresa.

Ljudje zvok zaznavamo različno, saj smo posamezniki različno občutljivi. Tako je lahko isti zvok v določenem trenutku moteč ali pa ne. Človeško uho sicer vrednoti raven zvočnega tlaka sorazmerno glede na jakost hrupa. Raven zvočnega tlaka merimo v decibelih (dB). Najmanjši zvočni tlak, ki ga človeško uho zazna, imenujemo prag slišnosti in je ovrednoten z 0 dB. Zvočni tlak, pri katerem je moč hrupa nevzdržna in se pojavi bolečina, imenujemo prag bolečine in ima vrednost okrog 120 dB. Hrup povzroča škodljive učinke na človeški organizem, ki se lahko pojavijo že pri nižjih ravneh jakosti (30–70 dB).

V prostoru so se dne 30.05.2019 izvajale meritve hrupa. Izmerjeno je bilo, da je vrednost mejne ravni hrupa, ki ga v poslovnih prostorih stavbe povzroča obratovalna oprema ali hrup iz prostorov druge namembnosti LAFmax krepko presežena, saj se je gibala med 71 dB in 91 dB, za doseganje optimalnega akustičnega ugodja pa bi morala biti vrednost 40 dB. Mejna vrednost ekvivalentne ravni hrupa LAeq je po zahtevah iz pravilnika Zaščite pred hrupom v stavbah TSG – 1 – 005:2012 v predavalnicah in poslovnih prostorih v dnevnom času 35dB. Merjene vrednosti v predavalnici A-202 pa se gibljejo med 42 in 69dB, kar presega predpisano vrednost. Ker nam ta vrednost predstavlja merjeno raven hrupa glede na zvočno izolacijo zunanjih in notranjih ločnih elementov, lahko iz presežene vrednosti sklepamo, da ta ni ustrezna. Vrednost dnevne izpostavljenosti hrupu v prostoru ob odprtih oknih je znašala 52,7dB, ob zaprtih oknih 47,9 dB in ob govorjenju 68,7 dB. Vse tri vrednosti so v skladu z dopustnimi ekvivalentnimi vrednostmi ravni hrupa dnevne izpostavljenosti na delovnem mestu.

Ugotovitve:

Iz analize lahko ugotovimo, da je hrup, ki ga povzročajo zunanji dejavniki in oprema v prostorih moteč za uporabnika, ter, da stavba ni dovolj izolirana iz akustičnega vidika. Dnevne vrednosti hrupa pa kljub temu niso presežene in posledično nemoteče za uporabnike.

3.4.5 KAKOVOST NOTRANJEGA ZRAKA

Kisik in ogljikov dioksid smo merili z dvema merilcema, ki sta bila povezana na računalnika. Meritve je beležil program SPARKvue. Koncentracija je bila izmerjena vsakih 10 minut. Kisik smo merili v procentih, ogljikov dioksid pa v ppm. Spodnja meja ugodja za koncentracijo kisika v prostoru je 20 %. Zgornja meja ugodja koncentracije ogljikovega dioksida pa je 1000 ppm.

3.4.5.1 KISIK

Meritve koncentracije kisika v kabinetu D1-408 so zbrane v nadaljevanju in sicer z grafičnim prikazom. Koncentracija kisika v kabinetu D1-408 je bila merjena:

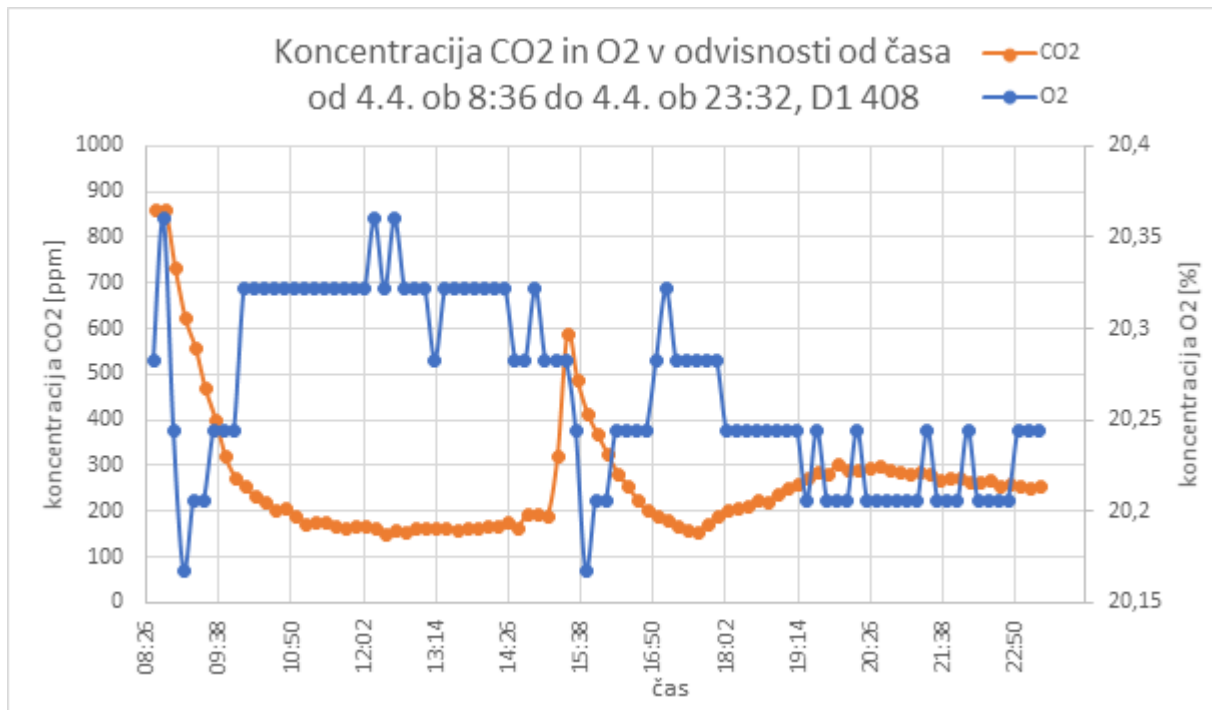
- 04.04.2019 (Graf 43)
- 18.04.2019 (Graf 44)
- 28.05.2019 (Graf 45)
- 30.05.2019 (Graf 46)

3.4.5.2 OGLJIKOV DIOKSID

Meritve koncentracije ogljikovega dioksida v D1-408 so zbrane v nadaljevanju in sicer z grafičnim prikazom. Koncentracija ogljikovega dioksida v kabinetu D1-408 je bila merjena:

- 04.04.2019 (Graf 43)
- 18.04.2019 (Graf 44)
- 28.05.2019 (Graf 45)
- 30.05.2019 (Graf 46)

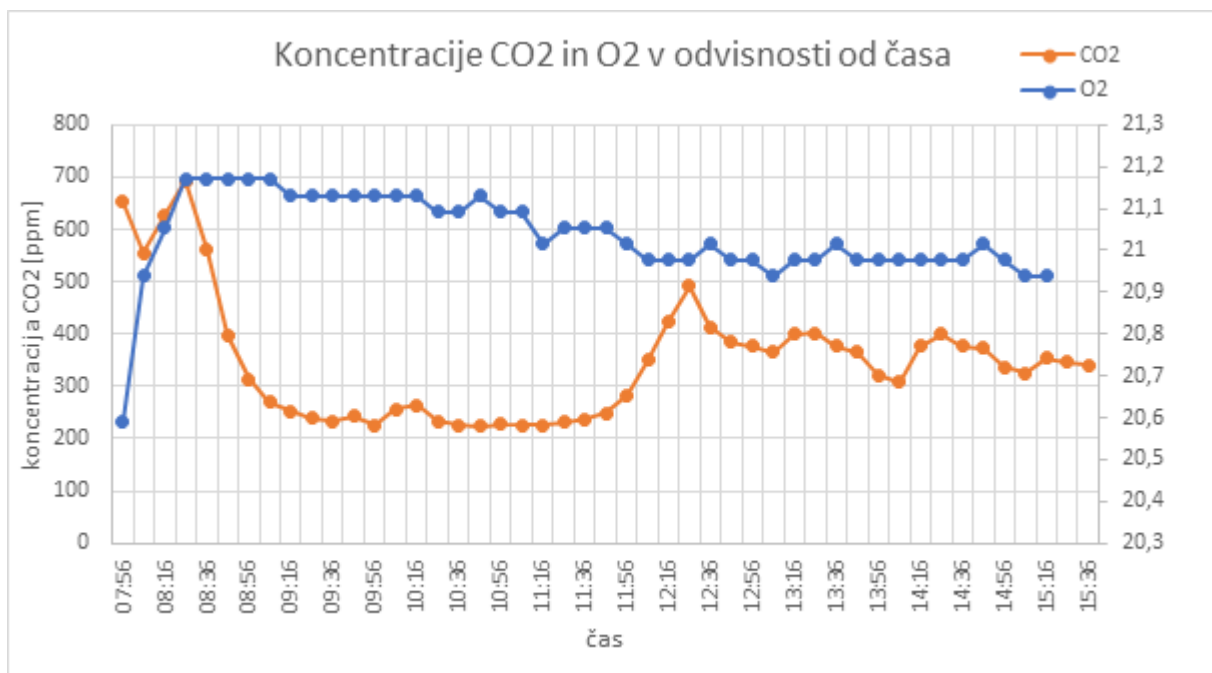
- **Režim prezračevanja: neprezračevano**



Graf 43: Koncentracija CO₂ in O₂ v odvisnosti od časa (04.04.2019)

Dne 04.04.2019 je bil v prostoru D1-408 neprezračevan, uporabniki naj oken ne bi odpirali. Na Graf 43 vidimo, da koncentracija CO₂ doseže približno 900 ppm, zgornje meje in 150ppm spodnje meje. Koncentracija kisika se giba med 20,15 % in 20,4 %. Meritve so potekale od 8:26 do 22:50.

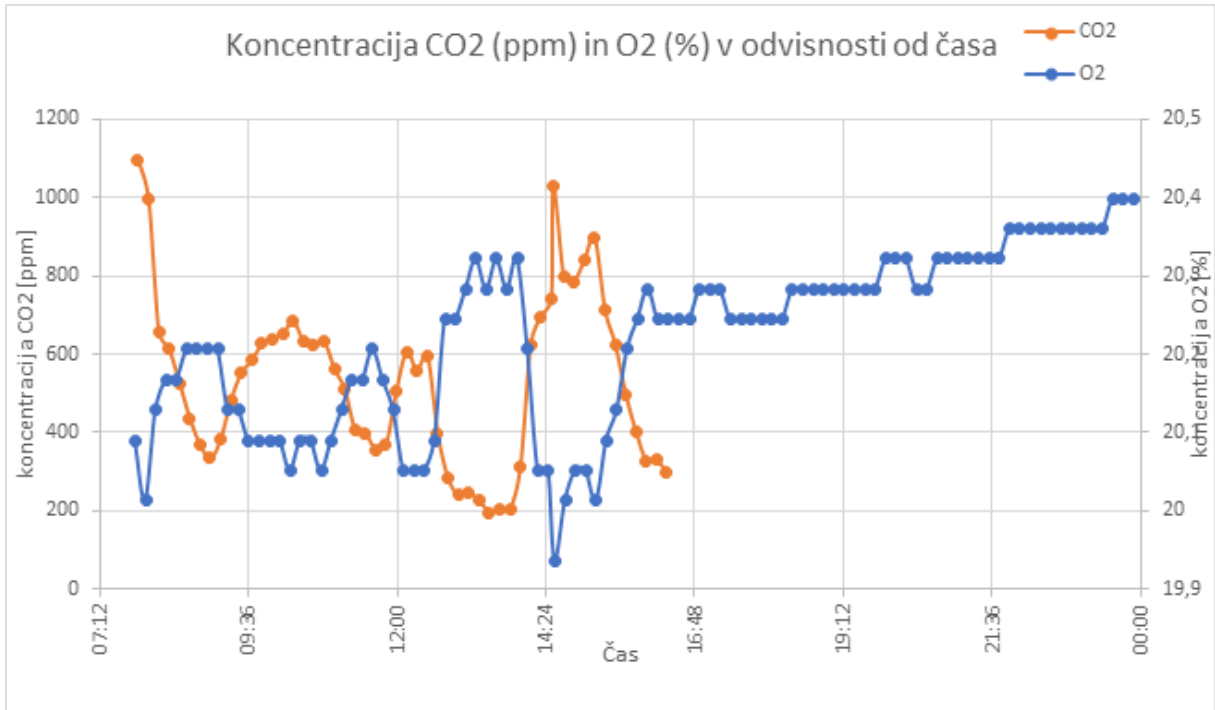
- **Režim prezračevanja: okna odprta na kip**



Graf 44: Koncentracija CO₂ in O₂ v odvisnosti od časa (18.04.2019)

Dne 18.04.2019 je bil v prostoru D1-408 režim zračenja: okna ves čas odprta na kip. Na Graf 44 vidimo, da koncentracija CO₂ doseže približno 700 ppm, zgornje meje. Koncentracija kisika se giblje med 20,5 % in 21,2 %, kar je za uporabnike prostora zelo ugodno. Meritve so potekale od 7:56 do 15:36.

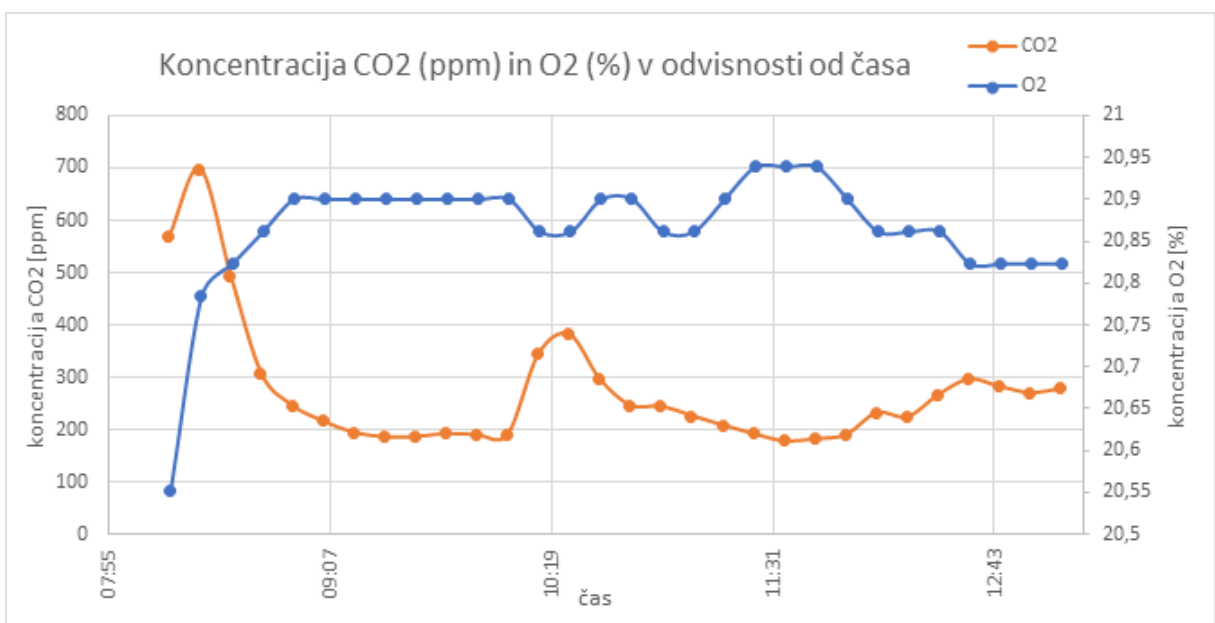
- **Režim prezračevanja: nekontrolirano zračenje**



Graf 45: Koncentracija CO₂ in O₂ v odvisnosti od časa (28.05.2019)

Dne 18.4.2019 je bil v prostoru D1-408 zračenje nekontrolirano. Na Graf 45 vidimo, da se koncentracija CO₂ giblje med 200 ppm in 1100 ppm. Koncentracija kisika se giblje med 19,9 % in 20,4 %. Meritve so potekale od 7:12 do 00:00.

- **Režim prezračevanja: nekontrolirano zračenje**



Graf 46: Koncentracija CO₂ in O₂ v odvisnosti od časa (30.05.2019)

Dne 30.05.2019 je bil v prostoru D1-408 zračenje nekontrolirano. Na Graf 46 vidimo, da se koncentracija CO₂ giblje med 200 ppm in 700 ppm. Koncentracija kisika se giblje med 20,55 % in 20,95 %. Meritve so potekale od 7:55 do 12:43.

3.4.5.3 FORMALDEHID

Koncentracijo formaldehida smo izmerili po principu steklenične metode. Vzorce, ki so bili vzeti iz prostorov, smo pritrdili z žico v plastenke. V plastenke smo dodali 50 ml destilirane vode. Plastenke smo neprodušno zaprli in jih 3 ure termostatirali pri 40 °C. Pripravili smo raztopine za izdelavo umeritvene krivulje. Umeritvena krivulja je zajemala točke s koncentracijami 0,75 µg/ml, 1,5 µg/ml, 3 µg/ml, 7,5 µg/ml in 15 µg/ml. Koncentracijo formaldehida v vzorcih smo določili s spektrofotometrom.

V kabinetu D1-408 smo odvzeli dva vzorca za določanje formaldehida in sicer iz stropa ter pohištva.

Tabela 30: Vrednost formaldehida v steni in pohištvu v predavalnici A-202

	Fv [mg/kg]
Strop	0,0425
Pohištvo	0,0257

V Uradnem listu (https://www.uradni-list.si/files/RS_-2011-102-04404-OB~P008-0000.PDF?fbclid=IwAR0kq9wheA5RUtogu6JhS2I-ZXKZLjd-C4S3IGpunUKs-qAtLVppuTUS9W0) je predpisano, da izhajanje formaldehida iz lesnih tvoriv ne sme presegati 8 mg/100 g. Vrednosti ne presegajo mejne vrednosti.

3.4.6 KAKOVOST PITNE VODE

Kakovost pitne vode je bila določena z metodo induktivno sklopljene plazme z masno selektivnim detektorjem.

Narejena je bila umeritvena krivulja, ki je zajemala točke s koncentracijami 0,01 mg/L, 0,05 mg/L, 0,1 mg/L, 0,5 mg/L in 2,4 mg/L. Raztopine so bile pripravljene iz standardne raztopine 23 elementov koncentracije 1 g/L (ICP multi-element standard solution IV). Induktivno sklopljeno plazmo z masno selektivnim detektorjem določa več kovin naenkrat. Temperatura plazme je od 800 K do 1000 K, kar je bilo vidno kot bela svetloba oziroma močan plamen. Vsak element emitira svojo valovno dolžino, koncentracija elementa pa je odvisna od emitirane svetlobe. Pri določenih valovnih dolžinah lahko pride do interferenc, kar pomeni, da ima en element emitira več valovnih dolžin. Z induktivno sklopljeno plazmo z masno selektivnim detektorjem se lahko merijo srednje nizke koncentracije elementov. Koncentracija je bila določena na podlagi umeritvene krivulje.

Voda v prostoru D1-408 je bila zaprta od petka 24.05.2019 popoldne do ponedeljka 27.05.2019 zjutraj, ko je bilo vzeti prvih pol litra vzorca. Potem je voda odtekala dve minuti pri srednjem curku in nato je bil vzeti drugi vzorec. V vodi so bile določene koncentracije bakra, kadmija, kroma, niklja, svinca, mangana, železa in cinka. Rezultati so prikazani v Tabela 31.

Tabela 31: Koncentracije kovin v vodi v predavalnici A-202

28.05.2019	baker	kadmij	krom	nikelj	svinec	mangan	železo	cink
prvi vzorec (mg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	0,019	0,011	<0,01	0,189	2,249
drugi vzorec (mg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	0,015	<0,01	<0,01	0,099	2,012

Določili smo, da nobena kovina ne presega mejnih vrednosti. V prvem vzorcu je nekoliko povečan svinec z vrednostjo 0,011 (mejna vrednost 0,01), vendar to velja samo za ogrožene skupine. Vidimo tudi, da se to izboljša v drugem vzorcu, torej mora voda nekaj časa teči.

Poleg kovin so bili v vzorcih izmerjeni še pH vrednost, električna prevodnost, temperatura in motnost. Rezultati so podani v Tabela 32.

Tabela 32: Meritve pH, prevodnosti in motnosti vode v kabinetu D1-408

28.05.2019	pH	Prevodnost (merjena pri sobni temperaturi) [mS/cm]	Motnost [NTU]
prvi vzorec	7,6	21,7	0,526
drugi vzorec	7,59	21,7	0,576

Vrednost pH je znotraj dovoljenih mej, vrednost prevodnosti in motnosti se ocenjujeta v povezavi z ostalimi parametri.

Ugotovitev:

Voda v prostoru D1-408 je pitna, spiranje pred uporabo je priporočljivo.

4 PREDLOG UKREPOV

4.1 MEHKI UKREPI

Iz arhitekturnega vidika glede mehkih izboljšav menimo, da so prilagodljive odvisno od letnega časa, vremena in ure v dnevu. Glede na zadostno količino naravne svetlobe, bi lahko se v predavalnice izobesilo slikovno gradivo, ki bi opozarjalo uporabnike, da so varčnejši z uporabo svetil in jih poučili, da lahko z pravilno uporabo obstoječih senčil sami regulirajo količino osvetlitve, torej da se ob oblačnem dnevu najprej odprejo senčila, nato se po potrebi prižgejo luči. Prav tako bi se uporabnike opozarjalo na to, da se zjutraj obvezno prižgejo luči, saj smo po meritvah ugotovili, da je naravne svetlobe premalo, da zagotavljamo zahteve po standardu (300 lux). Popoldne pa je svetlobe dovolj za doseganje normativov o osvetljenosti v prostoru, zato luči niso potrebne.

Iz kemijskega vidika smo ugotovili, da je za uporabnike prostorov najbolj primerno zračenje, ko so okna ves čas odprta na kip. Na takšen način vstopa v prostor zadostna količina kisika, ki ugodno vpliva na bivalno ugodje. Zavedamo se, da je takšen način zračenja možen samo v toplejših mesecih, saj bi v zimskih mesecih z odprtimi okni prihajalo do toplotnih izgub. V zimskih mesecih svetujemo prezračevanje med odmori.

Pri analizi vzorčene vode smo ugotovili, da se kakovost pitne vode izboljša po nekaj sekundah tekočega curka. Uporabnikom svetujemo, da vodo pred uporabo pustijo teči približno 30 sekund pri srednjem curku. Na ta način se sperejo kovine, ki se zadržujejo v cevih.

4.2 TEHNIČNI UKREPI

V predavalnici A-105, ki je orientirana proti jugu in ima kapaciteto 100 oseb in predavalnici A-202, ki je prav tako orientirana proti jugu in ima kapaciteto 40 oseb, bi lahko na podlagi opravljene raziskave, sprejeli precej tehničnih ukrepov za izboljšanje delovnega oziroma študijskega ugodja v prostoru.

Delovno oziroma študijsko ugodje v predavalnicah A-105 in A-202 lahko izboljšamo s primernim avtomatskim senčenjem, ki bi uravnaval svetlobo in pregrevanje v prostoru glede na zunanje pogoje. Temperaturo in vlažnost v prostoru bi lahko izboljšali z umetnim prezračevanjem. V prostore bi bilo smiselno namestiti avtomatske termostate in senzorje za merjenje relativne vlažnosti zraka v prostoru, ki bi zaznavali razmere v prostoru in javljali informacije, da bi se ažurno spreminjale in prilagajale razmeram v prostoru.

Iz arhitekturnega vidika bi bila potrebna tudi zamenjava pohištva, ki bi bilo primernejše za premikanje in prilagoditvi delo v skupinah. Mize in stoli so sedaj kot en element, katerega ni možno premikati po prostoru in je nefunkcionalno.

V pisarni D1-408, ki je orientirana proti jugu in ima kapaciteto za 2 osebi, bi lahko na podlagi opravljene raziskave, sprejeli precej tehničnih ukrepov za izboljšanje delovnega ugodja v prostoru.

Delovno ugodje v pisarni D1-408 lahko izboljšamo s prenovljenim senčenjem, s katerim bi kakovostno uravnavali svetlobo in pregrevanje v prostoru glede na zunanje pogoje. Temperaturo in vlažnost v prostoru bi lahko izboljšali z umetnim prezračevanjem. V prostor bi bilo smiselno namestiti avtomatski termostat in senzor za merjenje relativne vlažnosti zraka v prostoru, ki bi zaznavala razmere v prostoru in javljala informacije, da bi se ažurno spreminjale in prilagajale razmeram v prostoru.

Za zmanjšanje hrupa v prostorih bi bilo smiselno namestiti zvočno izolativna vrata, da zmanjšamo zvočni vpliv iz hodnikov fakultete.

V pisarni B-419, ki je orientirana proti severu in ima kapaciteto za 2 osebi, bi lahko na podlagi opravljene raziskave, sprejeli precej tehničnih ukrepov za izboljšanje delovnega ugodja v prostoru.

Delovno ugodje v pisarni B-419 lahko izboljšamo z umetnim prezračevanjem ter s tem uravnavamo temperaturo in vlažnost v prostor. V prostor bi bilo smiselno namestiti avtomatski termostat in senzor za merjenje relativne vlažnosti zraka v prostoru, ki bi zaznavala razmere v prostoru in javljala informacije, da bi se ažurno spreminjale in prilagajale razmeram v prostoru.

Za zmanjšanje hrupa v prostorih bi bilo smiselno namestiti zvočno izolativna vrata, da zmanjšamo zvočni vpliv iz hodnikov fakultete.

Iz arhitekturnega vidika bi se prostoru prav tako zamenjalo pohištvo, katerega je trenutno preveč in je v prostoru še manj naravne svetlobe, kot bi jo lahko bilo z boljšo razporeditvijo. Glede na to, da na odboj svetlobe vpliva kakšne barve je pohištvo, so temu primernejši svetlejši stoli, mize in omare.

5 ZAKLJUČEK

Po zaključku projekta se ugotovi, da ima vsak prostor prednosti in slabosti, na katerih lahko gradimo že takoj, lahko pa tudi izboljšamo v smeri tehnologije. Kljub vsemu, so prostori dobro zasnovani tako iz arhitekturnega vidika, kot tudi vizualnega, toplotnega in v smeri kakovosti vode. Pomanjkljivosti, kot so starejša senčila, slaba umetna razsvetljava in nepremično pohištvo pa je možno zamenjati in prostoru dodati novo kvaliteto ter boljše bivalno ugodje. Kako pa se lahko s problemi soočimo že jutri, pa je z različnimi grafikami in obvestili, ki uporabnike v prostoru spodbudijo k boljši uporabi senčil, umetne razsvetljave ter vode. Primeri plakatov so prikazani na slikah (od Slika 75 do Slika 78), ki so preproste in jih razume lahko vsak, ki stopi v prostor.

Cilj projekta je, da prostoru dodamo novo kvaliteto in boljše delovno udobje, k kateremu pa seveda najbolj vplivajo tisti, ki ta prostor uporabljajo vsakodnevno. Ker so pristopi lahko različni, je ideja uporabe slikovnega gradiva seveda še najbližja in lahko v uporabi takoj. Vpeljava tehničnih ukrepov pa je le pika na i, ki prostor še dodatno izboljša in je delovanje v le tem uporabniku toliko lažje in kvalitetnejše.

Tabela 33: Skupni mehki in tehnični ukrepi za izboljšanje bivalnega ugodja

MEHKI UKREPI	TEHNIČNI UKREPI
<ul style="list-style-type: none">• Postavitev slikovnega gradiva - uporabnika prostora spodbudi k pravilni uporabi vode, prezračevanja in prižiganju ter ugašanju luči• Prezračevanje prostora pred predavanjem oz. med odmori• Vodo pustit 10 sekund da teče pred uporabo	<ul style="list-style-type: none">• Menjava starih senčil - avtomatsko senčenje• Novo pohištvo - možnost premikanja ter večja funkcionalnost• Avtomatsko prižiganje luči in uravnavanje svetlobe• Umetno prezračevanje - predvsem v predavalnicah, kjer je število uporabnikov večja• Avtomatski termostat in senzor za merjenje relativne vlažnosti zraka v prostoru - predavalnice• Nova okna in vrata



Slika 75: Plakat, ki ozavešča uporabnike prostora o prezračevanju



Slika 76: Plakat, ki ozavešča uporabnike prostora o ugašanju luči



Javni štipendijski, razvojni, invalidski in preživninski sklad Republike Slovenije



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,
ZNANOST IN ŠPORT

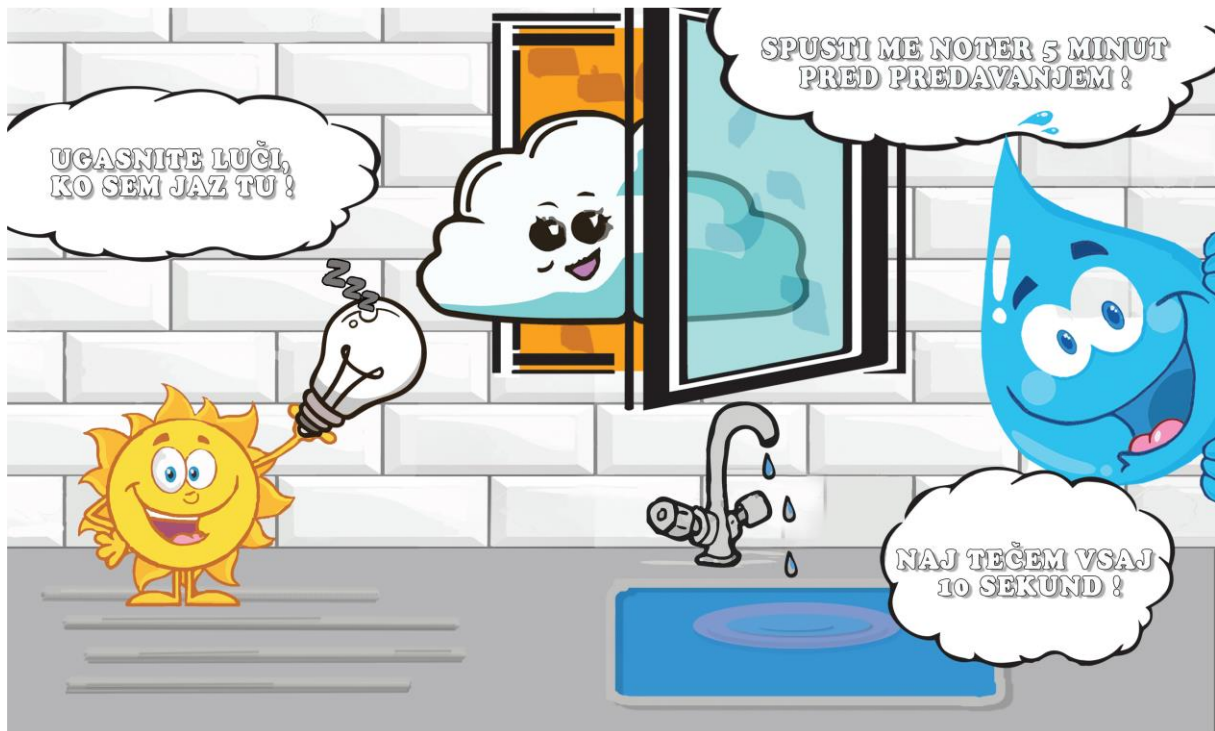


EVROPSKA UNIJA
EVROPSKI SKLAD
NALOŽBA V VAŠO PRIHODNOST



Univerza v Mariboru
Fakulteta za gradbeništvo,
prometno inženirstvo in arhitekturo

Slika 77: Plakat, ki ozavešča uporabnike prostora o kvalitetnejši vodi



Javni štipendijski, razvojni, invalidski in preživninski sklad Republike Slovenije



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,
ZNANOST IN ŠPORT



EVROPSKA UNIJA
EVROPSKI
SOCIALNI SKLAD
NALOŽBA V VAŠO PRIHODNOST



Univerza v Mariboru
Fakulteta za gradbeništvo,
prometno inženirstvo in arhitekturo

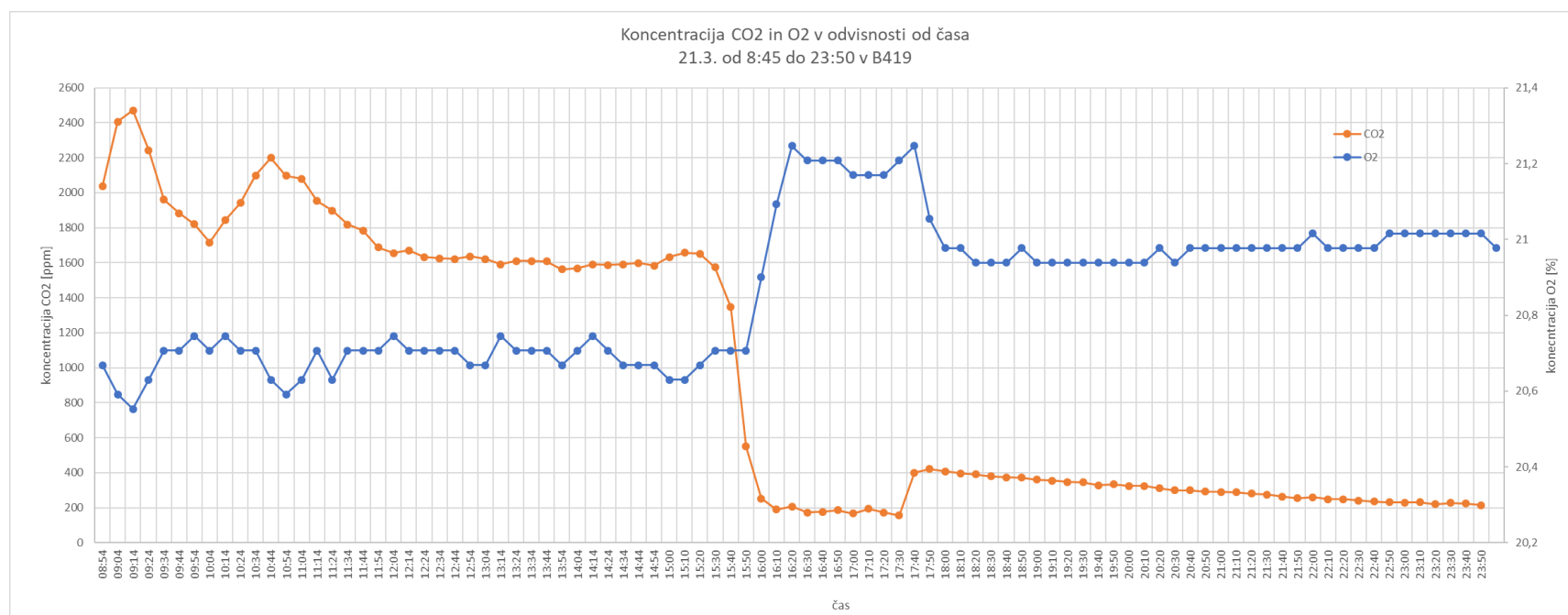
Slika 78: Poster mehkih ukrepov

6 VIRI IN LITERATURA

<https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina/22542>
http://www.mddsz.gov.si/fileadmin/mddsz.gov.si/pageuploads/vzd/Metode_ocenjevanja_delovnega_okolja.pdf
<https://www.dnevnik.si/1042634545>
http://lrf.fe.uni-lj.si/fkkt_ev/EV_R_07.pdf
http://www.zbornica-vzd.si/media/5_Kobav.pdf
<http://www.interteam.si/ergonomija-osvetlitve/>
https://files.dnevnik.si/g/mojdom/_custom/_119192760.jpg
<http://www.mizarstvo-semrl.si/wp-content/uploads/2016/08/slika-šemrl.jpg>
<http://www.decibel.si/prostorska-akustika/prostorska-akustika>
Pinterić, M., 2017, *Building Physics*
Medved, S., 2010, *Gradbena fizika Fakulteta za arhitekturo*

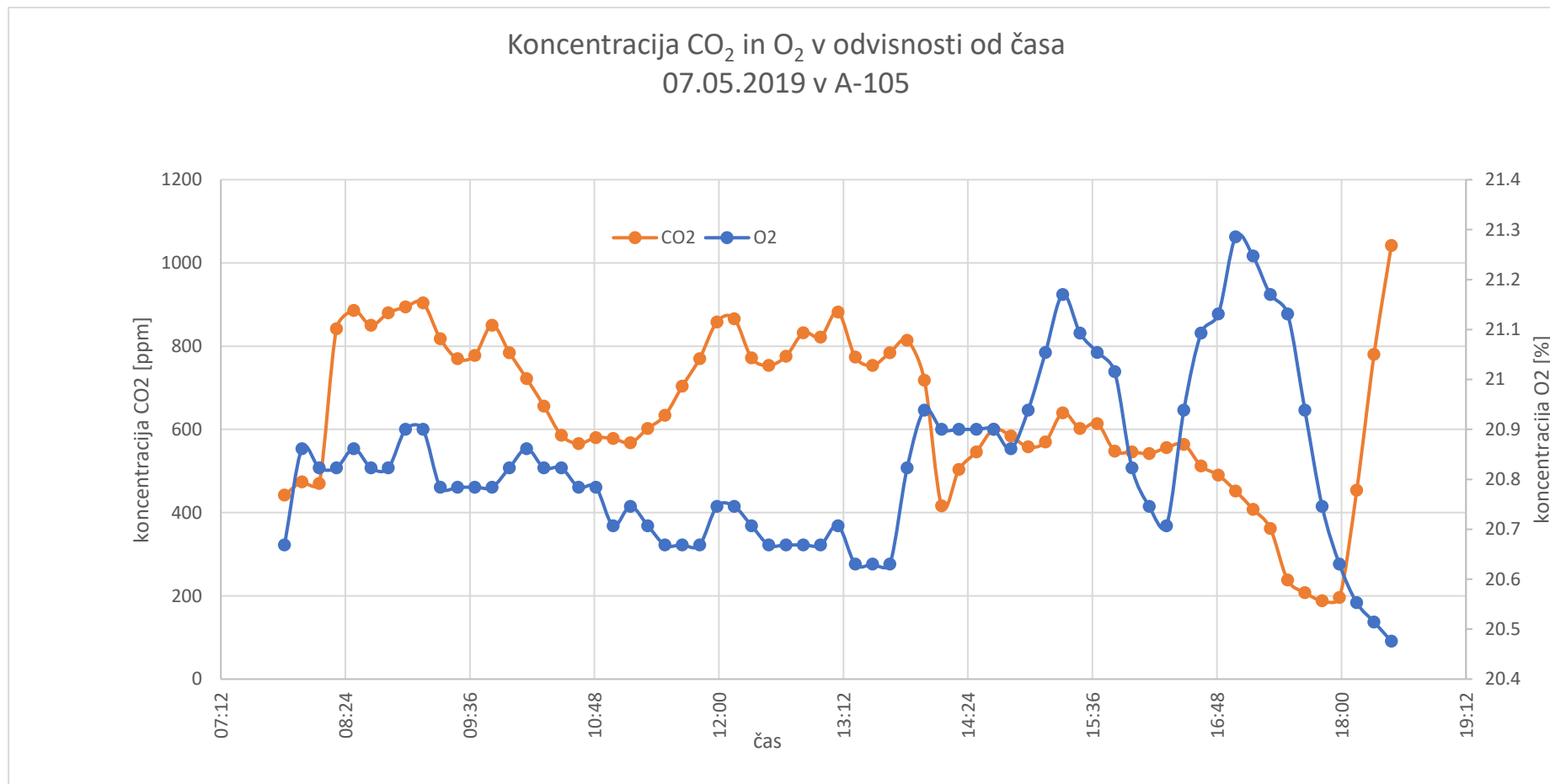
7 PRILOGE

7.1 PRILOGA 1



Graf 47: Koncentracija CO2 in O2 v odvisnosti od časa (21.03.2019)

7.2 PRILOGA 2



Graf 48: Koncentracija CO₂ in O₂ v odvisnosti od časa (07.05.2019)

7.3 PRILOGA 3 – ANKETA

Projekt Po kreativni poti do znanja DELOUM ANKETNI VPRAŠALNIK

1. Kako se počutite v tem trenutku? (prosim označite ustrezen kvadratik):

Zelo mrzlo	Mrzlo	Hladno	Malo hladno	Niti toplo niti mrzlo	Malo toplo	Toplo	Vroče	Zelo vroče
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2. Kako se počutite ob tem?

Udobno	Malo udobno	Neudobno	Zelo neudobno	Nevzdržno neudobno
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. V tem trenutku, kaj bi vam bolj ugajalo?

Zelo hladneje	Hladneje	Malo hladneje	Tako kot je	Malo topleje	Topleje	Zelo topleje
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. Glede na vaše osebne preference, ali bi takšno klimatsko okolje raje sprejeli kot zavrnil?

Da	Ne
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. Ali je tako okolje, glede na vaše mnenje?

Odlično za dihanje	Malo oteženo za dihanje	Oteženo za dihanje	Zelo oteženo za dihanje	Nemogoče za dihanje
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6. Zabeležite približno zunanjo temperaturo zraka _____ in sezonske razmere:

a.)

Zima	Pomlad	Poletje	Jesen
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

b.)

Sončno

Delno
oblačno

Oblačno

Dež

7. Kakšen je vaš toplotni občutek? (Prosim označite najbolj ustreznega)

Vroče

Toplo

Malo
toplo

Neutralno

Malo
hladno

Hladno

Mrzlo

8. Kje v prostoru se nahajate? Označite v prostoru ali v ustreznem okvirčku.
(prosim označite pozicijo oken, vrat in strani neba)

Sever

Vzhod

Jug

Zahod

Sredina

Ne vem

9. Ali ste v bližini zunanjega zida (do 4,5 m)?

Da

Ne

10. Ali ste v bližini okna (do 4,5 m)?

Da

Ne

11. Prosim označite, v spodnjem seznamu, katero vrsto obleke trenutno nosite. (označite vse, ki veljajo za vas):

Majica z kratkimi rokavi Dolgo krilo Kombinezon

Majica z dolgimi rokavi Obleko Pajkice

Zgornji del trenirke Kratke hlače Nogavice

Pulover Spodnji del trenirke Škornje

Brezrokavnik Hlače Čevlje

Jakno Spodnja majica Natikače

Kratko krilo Dolge spodnje hlače Drugo: _____

12. Kakšna je vaša trenutna stopnja aktivnosti? (označite najprimernejšo)

Naslonjeno

Sedeče

Sproščeno stoječe

Stoječe malo aktivno

Stoječe srednje aktivno

Zelo aktivno

13. Kako ste zadovoljni s temperaturo v prostoru? (označite najprimernejši okvirček)

Zelo
zadovoljni



Zelo
nezadovoljni

14. Če ste nezadovoljni s temperaturo v vašem okolju, kateri parametri prispevajo k vašemu neugodju:

a.) Ob toplen / vročem vremenu, je temperatura v mojem prostoru:

Vedno prevroča

Pogosto
prevroča

Občasno
prevroča

Občasno
premrzla

Pogosto
prehladna

Vedno
prehladna

b.) Ob hladnem / mrzlem vremenu, je temperatura v mojem prostoru:

Vedno prevroča

Pogosto
prevroča

Občasno
prevroča

Občasno
premrzla

Pogosto
prehladna

Vedno
prehladna

c.) Kdaj je najpogosteje problem?

- Zjutraj
(pred 11:00)
- Med
(11:00-14:00)
- Popoldan
(14:00-17:00)
- Zvečer
(po 17:00)
- Vikendi/prazniki
- Ponedeljek
zjutraj
- Vedno
- Drugo:

d.) Kako bi najbolje opisali izvor tega neugodja?

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Vlaga previsoka (vlažno) | <input type="checkbox"/> Moj območje je
toplejše/hladnejše od drugih |
| <input type="checkbox"/> Vlaga prenizka (suho) | <input type="checkbox"/> Termostat ni na voljo |
| <input type="checkbox"/> Prevelika hitrost zraka | <input type="checkbox"/> S termostatom upravljajo
druge osebe |
| <input type="checkbox"/> Premajhna hitrost zraka | <input type="checkbox"/> Politika oblačil ni fleksibilna |
| <input type="checkbox"/> Vpadajoče sonce | <input type="checkbox"/> Ogrevalni/hladilni sistem se ne
odziva dovolj hitro |
| <input type="checkbox"/> Toplota od pisarniške opreme | <input type="checkbox"/> Vroče/mrzle površine v bližini
(tla, strop, stene ali okne) |
| <input type="checkbox"/> Prepih zaradi oken | <input type="checkbox"/> Pomanjkljiva okna
(neuporabna) |
| <input type="checkbox"/> Prepih zaradi ventilatorjev | <input type="checkbox"/> Drugo:
_____ |

e.) Prosim opišite tudi druge možne vzroke za previsoko ali prenizko temperaturo v vašem okolju:

HVALA ZA VAŠ ČAS!

(*Anketa je anonimna. Podatki bodo uporabljeni samo za analizo v okviru projekta PKP DELOUM.*)