



Fakulteta za organizacijske vede

Diplomsko delo visokošolskega strokovnega študija
Organizacija in management kadrovskih in
izobraževalnih sistemov

**ANALIZA IN OCENA PARAMETROV
TOPLOTNEGA UGODJA V SPREJEMNI
PISARNI URI SOČA**

Mentor: red. prof. dr. Zvone Balantič

Kandidatka: Ada Prezel

Kranj, junij 2015

ZAHVALA

Najlepše se zahvaljujem red. prof. dr. Zvonetu Balantiču za neverjetno priložnost in usmerjanje med izdelavo diplomskega dela.

Zahvaljujem se tudi g. Damijanu Vodnjovu – vodji investicij v URI Soča, ki mi je pomagal na vsakem koraku izdelave diplomskega dela in je bil vedno pripravljen odgovarjati na moja vprašanja.

Še posebej se zahvaljujem svojim staršem, očetu, ki mi je omogočil izvedbo diplomskega dela z izposajo merilnih instrumentov, in materi, ki me je bodrila in spodbujala ves čas nastajanja diplomskega dela.

POVZETEK

Na delovnem mestu ljudje preživimo veliko svojega časa. Ker v polni delovni dobi na delovnem mestu preživimo zelo velik del svojega življenja, je zelo pomembno, da je delovno mesto urejeno in da se vsak zaposleni na njem dobro počuti. Delovno mesto je vsako mesto, kjer poteka delo. En zaposleni ima lahko več delovnih mest in prav vsa morajo biti urejena. Z urejenim delovnim mestom zmanjšamo možnosti za bolezni in napake, poveča se učinkovitost posameznika, ki deluje na dobro urejenem delovnem mestu. K ugodju na delovnem mestu spada tudi toplotno ugodje, ki mora biti urejeno in prilagojeno delu, ki se izvaja na delovnem mestu. V Univerzitetnem rehabilitacijskem inštitutu Soča v Ljubljani se pojavlja problem toplotnega neugodja v sprejemni pisarni, ki je povezovalna pisarna med pacienti in zdravniki. V diplomskem delu se tako obravnava reševanje toplotnega neugodja v tej pisarni. Namen diplomskega dela je bil analizirati in oceniti parametre toplotnega ugodja v sprejemni pisarni. Opravili smo meritve v sprejemni in pomožni pisarni, ki neposredno vpliva na ugodje v sprejemni pisarni, ter predstavili in analizirali nihanja vseh parametrov, ki so pomembna za toplotno ugodje. Meritve smo izvajali devet delovnih dni, na podlagi česar smo ugotovili, kje prihaja do toplotnega neugodja. V diplomskem delu so predstavljene različne tehnologije vlaženja, podrobneje parni vlažilnik, vgrajen v klimatsko napravo.

KLJUČNE BESEDE:

- toplotno ugodje
- mikroklima
- relativna vlažnost
- vlaženje

ABSTRACT

People spend a lot of time at their workplace. A lot of time is spent at the workplace, so it is very important that the workplace is regulated and that each employee feels comfortable. A workplace is any place where the work is performed. One employee may have more job posts and all have to be regulated. Regulated workplace reduces the possibility of disease and defects, and the efficiency of an individual working in a regulated workplace is increased. Moreover, thermal comfort must be arranged and adapted to the work carried out in the workplace. In the reception office of the University Rehabilitation Institute Soča in Ljubljana, the problem of thermal discomfort is detected. In the diploma thesis, the thermal discomfort of that office is dealt with. The purpose of the diploma thesis is to analyse and assess the parameters of thermal comfort in the reception office. The measurements were made in the reception and auxiliary office, which directly affects the comfort in the reception office; the variations in all parameters that are important for thermal comfort are introduced and analysed. The measurements were carried out for nine working days; based on the measurements, the source of thermal discomfort was identified. The diploma

paper presents a variety of humidification technology, namely steam humidifier installed in the air conditioning.

KEYWORDS:

- thermal comfort
- microclimate
- relative humidity
- humidification

KAZALO

1 UVOD	1
1.1 PROBLEM.....	1
1.2 UNIVERZITETNI REHABILITACIJSKI INŠTITUT SOČA.....	1
1.3 METODE DELA	2
2 NOTRANJE OKOLJE	4
2.1 ČLOVEK NA DELOVNEM MESTU	4
2.2 TOPLOTNO OKOLJE.....	5
2.2.1 UGODJE IN TELESNA TEMPERATURA	6
2.3 TOPLOTNO UGODJE	7
2.3.1 PMV IN PPD	7
2.3.2 PARAMETRI, POMEMBNI ZA IZRAČUN PMV IN PPD	8
2.3.3 ZRAK V PROSTORU IN PREZRAČEVANJE.....	11
3 OBSTOJEČE STANJE	13
3.1 POSNETEK OBSTOJEČEGA STANJA.....	13
3.2 ANALIZA TOPLOTNEGA UGODJA	15
4 PREOBLIKOVANJE STANJA	29
4.1 KLIMATSKA NAPRAVA IN VGRAJEN PARNI VLAŽILNIK	30
5 ZAKLJUČEK	35
LITERATURA IN VIRI.....	36

1 UVOD

1.1 PROBLEM

Raziskovalni problem je predstavljala ureditev mikroklima v sprejemni pisarni Univerzitetnega rehabilitacijskega inštituta Republike Slovenije – Soča (v nadaljevanju: URI Soča). Sprejemna pisarna je prostor, v katerem se dnevno giblje veliko ljudi, zato je treba upoštevati standarde za prezračevanje, ohlajanje in ogrevanje. Velikokrat pa tudi ob upoštevanju standardov za prisilno in naravno prezračevanje zrak ne kroži pravilno in pride do slabšega toplotnega ugodja. Tak primer je sprejemna pisarna. Kljub upoštevanju vseh pravil in standardov stanje v njej ni tako, kot bi moralo biti. Posledice slabših toplotnih pogojev lahko povzročajo večje nezadovoljstvo zaposlenih, pacientov in obiskovalcev. URI Soča je institucija, v kateri je nenehno prisotno delo s človekom, zato sta potrebna velika zbranost in dober odnos. Zaposleni v sprejemni pisarni pogosto predstavljajo prvi stik pacienta z URI Soča, zato je pomembno, da je ta odnos, med pacienti in zaposlenimi v sprejemni pisarni, pozitiven. Poleg mogočih neskladij z optimalno mikroklimo lahko prihaja tudi do obolenj oseb, ki se v tem prostoru zadržujejo dlje časa. Zaradi medsebojnega vpliva prostorov za objektivno oceno potrebujemo tudi verodostojne podatke oziroma meritve v prostorih, ki mejijo na sprejemno pisarno ali imajo nanjo posredni vpliv.

Z raziskavo smo ugotovili, kje se najbolj kaže ta problem in kje so odstopanja največja. Za začetek smo izmerili toplotno ugodje v predpisanih časovnih obdobjih, ki so medsebojno primerljiva. Osredotočili smo se predvsem na morebitne težave z namenom ohranjanja zdravega delovnega okolja.

1.2 UNIVERZITETNI REHABILITACIJSKI INŠTITUT SOČA

Celo ime inštituta je Univerzitetni rehabilitacijski inštitut Soča, večinoma se uporablja skrajšano ime URI - Soča. Generalni direktor je mag. Robert Cugelj. Inštitut je na Linhartovi ulici 51 v Ljubljani. Je javni zdravstveni zavod, njegova glavna dejavnost pa je bolnišnična zdravstvena dejavnost. URI Soča je razdeljen na tri ravni, ki zajemajo strokovno področje, medicinsko področje ter upravo in poslovno dejavnost.

V medicinsko področje spada klinika za fizikalno in rehabilitacijsko medicino, kjer izvajajo celovito ambulantno in hospitalno rehabilitacijo odraslih in otrok z okvarami osrednjega in perifernega živčevja, z gibanjem povezanih telesnih zgradb in funkcij ter bolnikov s kronično bolečino in rakom. Gre za rehabilitacijski inženiring, kjer izvajajo oskrbo, seznanjanje, demonstracije, testiranje, individualne izdelave, prilagoditve, aplikacije, učenje in preverjanje pacientov s tehničnimi pripomočki in tehnološkimi rešitvami, da bi izboljšali njihovo delovanje in vključenost v socialno okolje. V centru za poklicno rehabilitacijo poteka timsko načrtovanje, izvedba in ocenjevanje programov poklicne in zaposlitvene rehabilitacije, ki so sestavni del programov celostne rehabilitacije. Medicinsko področje ima dve enoti, eno v Ljubljani in drugo v Mariboru.

Strokovno področje zajema službo za raziskave in razvoj, ki nudi podporo pri pripravah, vodenju in izvajanju raziskovalnih projektov s področja fizikalne in

rehabilitacijske medicine ter izvaja laboratorijske preiskave s področja kineziologije in biomehanske dinamometrije za potrebe ambulantne rehabilitacijske službe. Deluje na razvoju merilnih, diagnostičnih in terapevtskih tehnik, metod in naprav ter njihovih evalvacij v rehabilitaciji gibalno prizadetih oseb. Izvaja tudi meritve gibanja, meritve izometričnih in izokinetičnih jakosti posameznih mišičnih skupin ter izvaja terapevtsko gibanje v posameznih sklepih z izokinetičnim dinamometrom.

Uprava in poslovna dejavnost kot tretja raven zajema službo za informatiko, finančno-računovodsko službo, lekarno, službo za investicije, servisno službo in službo za ravnanje s človeškimi viri. Povezovanje prikazuje spodnja slika (<http://www.ir-rs.si/>, 23. 3. 2015).

1.3 METODE DELA

Izbrali smo metodo merjenja. Spreminjanje parametrov toplotnega ugodja v sprejemni pisarni v URI - Soča smo spremljali v dveh prostorih. Pri metodi merjenja smo uporabljali instrument, ki je namenjen meritvam mikroklima (Metrel Multinorm MI 6201). Upoštevali smo kriterije, ki jih določata standard SIST EN ISO 7730 in standard zahtev za merjenje SIST EN 27726. Najpomembnejša kriterija sta PMV (angl. Predicted Mean Vote) in PPD (angl. Predicted Percentage of Dissatisfied). PMV je sistematična vrednost, ki nima enote, PPD pa nam pove, kolikšen delež (%) zaposlenih je v povprečju nezadovoljen s toplotnim okoljem, ki ustreza določeni vrednosti PMV.

Uporabljali smo instrument Metrel Multinorm MI 6201, na katerega smo priključili sondo za vlažnost in temperaturo (slika 2) ter črni globus termometer (slika 3). Meritve smo opravljali en delovni teden v sprejemni pisarni in pisarni poleg nje. Vsak dan smo merili en delovnik (osem ur), v instrument pa smo nastavili sekvenčni zapisovalnik merjenih veličin (logger), ki je izmerjene podatke zapisoval vsakih deset minut.



Slika 1: Set za merjenje mikroklima (Vir: <http://nakup.metrel.si/izdelki/kakovost-delovnega-okolja/mi-6201-multinorm/opcijski-pribor.html>, 2015)



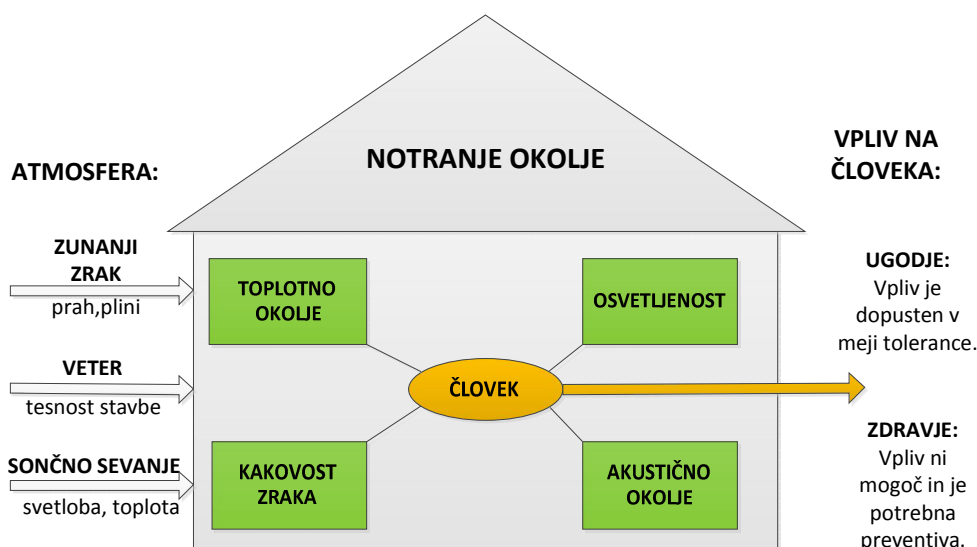
Slika 2: Sonda za merjenje vlažnosti in temperature (Vir: <http://nakup.metrel.si/izdelki/kakovost-delovnega-okolja/mi-6201-multinorm/opcijski-pribor.html>, 2015)



Slika 3: Globus termometer (Vir: <http://nakup.metrel.si/izdelki/kakovost-delovnega-okolja/mi-6201-multinorm/opcijski-pribor.html>, 2015)

2 NOTRANJE OKOLJE

Večino svojega časa preživimo v zaprtih prostorih, zato moramo biti zelo pozorni na to, kakšne pogoje si ustvarjamo za bivanje v teh prostorih. Pogoje si najpogosteje ustvarjamo umetno (razsvetljava, prezračevanje, vlažnost itd.), ker naj bi umetne sisteme lažje nadzorovali ter jih prilagajali svojim občutkom in potrebam. Pa vendar včasih pride do okvar sistemov ali napačne postavitve teh, kar pa lahko povzroča poškodbe, obolenja in vsesplošno slabo počutje. Da do teh težav ne pride, moramo notranje okolje načrtovati: načrtovati aktivnosti, ki se bodo izvajale v določenih prostorih, ter vzpostaviti sisteme in naprave za doseganje minimalnih zahtev. Pomembno je tudi vzdrževanje teh sistemov in naprav ter posledično mnenja strokovnjakov, ki nam pomagajo pri pravilni postavitvi ter zagonu sistemov in naprav. Notranje okolje moramo čim bolj približati stanju in podnebjju zunanjega okolja. Parametri notranjega okolja ne prihajajo samo od znotraj, temveč tudi od zunaj, kot je vidno iz slike 4. Pri vsem tem pa moramo paziti, da ne posegamo ali uničujemo okolja in narave. (Batič in drugi, 2002, str. 239)

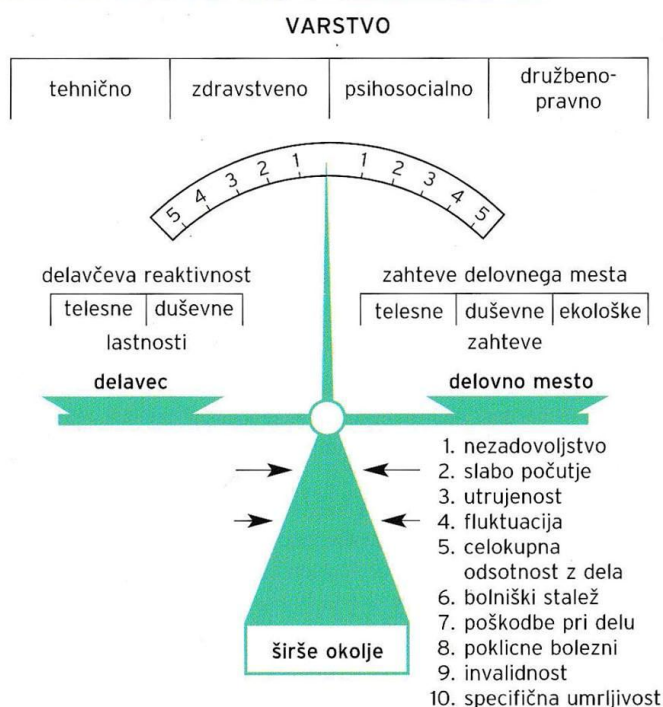


Slika 4: Parametri notranjega okolja (Vir: Balantič, 2000)

2.1 ČLOVEK NA DELOVNEM MESTU

Vsi standardi, ukrepi in priporočila so postavljeni z namenom varovanja človeškega zdravja in počutja. Vse se začne in konča pri človeku. Vsak človek se odziva na prevelike obremenitve. Sicer ima vsak človek različne tolerančne meje za obremenitve, vendar so te meje določene s standardi in zakoni. Obremenitve so med seboj odvisne, kot je prikazano na sliki 5. Obremenitve se lahko pojavljajo na različnih področjih in so lahko (Batič in drugi, 2002, str. 35–38):

- ergonomske,
- psihosocialne,
- ekološke: fizikalne (mehanska energija, vibracije, zvišan in znižan tlak, hrup, toplotna energija, električni tok itd.), kemijske in biološke (virusi, bakterije, paraziti, glivice).



Slika 5: Tehnica dinamičnega ravnovesja delavec : delovno okolje (Vir: Batič in drugi, 2002, str. 37)

2.2 TOPLOTNO OKOLJE

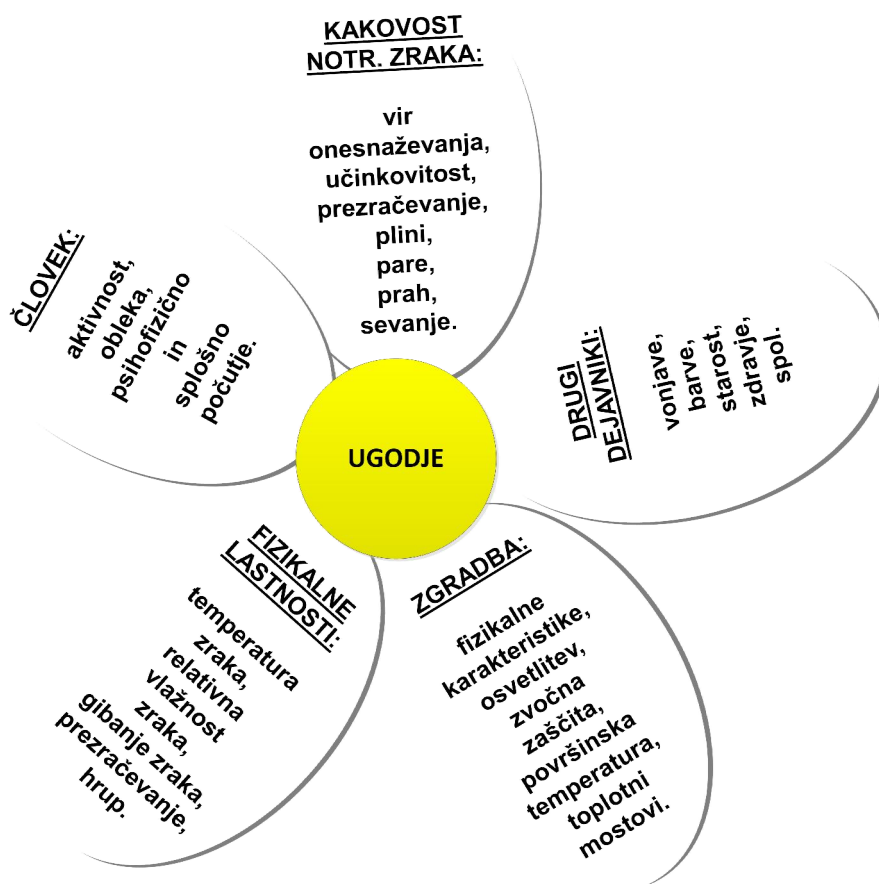
V atmosferi je naravna klima, katere veličine lahko merimo. Navadno merimo veličine, ki vplivajo na človekovo počutje in zdravje. Človeško telo ima obrambne mehanizme, ki se pojavijo ob neugodju v naravni klimi (znojenje, zmanjšanje metabolizma, spreminjanje telesne temperature, drhtenje, čezmerna vlaga itd.). Na ta način se človeško telo prilagaja na naravno klimo. Ob prevelikih obremenitvah pa si človek poišče ugodnejše razmere, ki jih v današnjem času predstavljajo hiše in bivalni prostori. V teh omenjenih prostorih se pojavi umetna klima, ki si jo človek prilagaja. Velikokrat pride do napačnih prilagoditev umetne klime, zaradi česar se človeško počutje poslabša in prihaja do neugodij. Ko smo v bivalnih prostorih, si lažje prilagodimo umetno klimo individualnim občutkom in potrebam, kot na primer: če nekoga zebe zaradi slabe prekrvavitve, lahko v svojih bivalnih prostorih vzdržuje višjo temperaturo. Problem nastaja na delovnih mestih, kjer si lahko prostor delimo z večjim številom ljudi, ob tem pa je vsak človek drugačen ter drugače doživlja ugodje ali neugodje. Zaradi tega imamo zakonsko določene meje toplotnega ugodja, ki nam pomagajo optimizirati počutje vseh zaposlenih v organizacijah. Umetno klimo lahko vzdržujemo z rednimi meritvami delovnega okolja. V vsaki klimi lahko merimo: sestavo zraka, toplotno sevanje, tlak zraka, temperaturo zraka, hitrost gibanja zraka in vlažnost zraka. (Drusany, 1999, str. 466–474)

2.2.1 UGODJE IN TELESNA TEMPERATURA

UGODJE

Ugodje vsak človek zaznava drugače, zato se pri opravljanju meritev na delovnih mestih držimo zakonskih določil za ugodno delovno okolje. Kljub različnim zaznavam vsak potrebuje ugodje, da lahko opravlja naloge. Z zagotavljanjem toplotnega ugodja povečujemo učinkovitost in produktivnost zaposlenih ter zadovoljstvo. Toplotno ugodje je zelo pomembno tudi za zmanjševanje napetosti zaposlenih, s tem pa ustvarjamo sproščeno klimo in učinkovito opravljanje dela. Neugodno toplotno okolje lahko pripelje do napak in nesreč pri delu. Človek se klimi prilagaja, vendar se človeško telo, če je klima neugodna, na to odzove, pri čemer se zmanjšajo zanesljivost, spretnost in vse druge lastnosti človeka. Da do tega ne pride, moramo ugodje najprej vzpostaviti in ga kasneje vzdrževati. Notranje okolje je treba načrtovati, načrtovati pa je treba tudi dejavnosti, ki se bodo izvajale v okolju. Toplotno ugodje lahko vzdržujemo s poznavanjem faktorjev, ki vplivajo na ugodje. (Batič in drugi, 2002, str. 238–250)

Faktorje ugodja lahko razberemo iz slike 6.



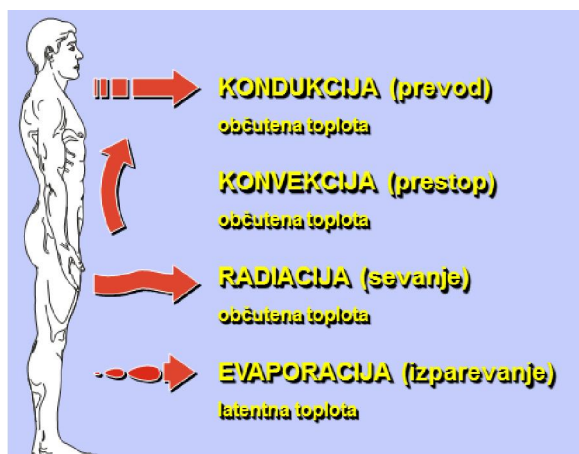
Slika 6: Faktorji ugodja (Vir: Balantič, 2000)

ČLOVEŠKA ENERGIJA

Vsak človek potrebuje za opravljanje dela energijo, ki jo dobi s hrano in kisikom. Telo obdeluje vstopno hrano in kisik, ta proces pa imenujemo metabolizem ali presnova. Po končani presnovi človeško telo pridobi toploto, energijo za delo in električno energijo, izloči pa ogljikov dioksid. (Balantič, 2000)

Klima v naravi se spreminja, spreminjajo se letni časi, dnevno se spreminjajo pogoji življenja, pa vendar človeško telo ohranja konstantno temperaturo s pomočjo oksidacije hrane (metabolizem), ki jo zaužijemo. Človeško telo komunicira z okolico z oddajanjem in sprejemanjem toplote (Drusany, 1999, str. 466–469), kot prikazuje slika 7 (Balantič, 2000):

- neposredni prevod toplote na okolico in predmete (KONDUKCIJA),
- prestop toplote s kože na hladnejšo okolico (KONVEKCIJA),
- sevanje toplote v okolico (RADIACIJA),
- potenje telesa (EVAPORACIJA).



Slika 7: Človek in oddaja toplote (Vir: Balantič, 2000)

2.3 TOPLOTNO UGODJE

Toplotno ugodje merimo s trifunkcijsko sondo na višini 1,1m, delavec v času merjenja ne sme biti prisoten. (Polanc, 2007)

2.3.1 PMV IN PPD

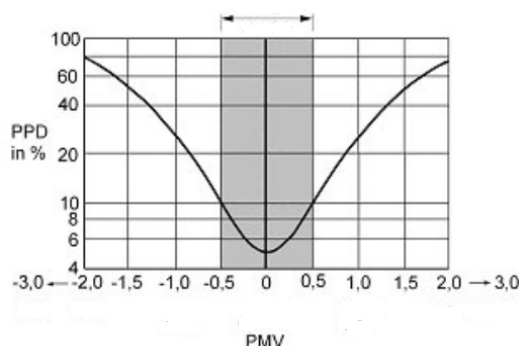
Ti kratici sta ključnega pomena pri ugotavljanju toplotnega ugodja. Določeni sta po standardih SIST EN ISO 7730 in SIST ISO 10551 ter sta angleškega izvora:

PMV – Predicted Mean Vote (predvidena mera za toplotno udobje): to je sistematično merilo, ki nima enote in zavzame vrednosti od –3 ali manj do +3 ali več. Okolje se šteje kot toplotno nevtrarno, če je vrednost PMV v intervalu med $[-0,5; +0,5]$ čim bliže vrednosti 0.

PPD – Predicted Percentage of Dissatisfied (mera za oceno toplotnega udobja). Merilo za udobje je povezano z merilom PPD, ki pove, kolikšen delež ljudi (v %) je v povprečju nezadovoljnih s toplotnim okoljem, ki ustreza določeni vrednosti PMV. Odnos med PPD in PMV je viden na sliki 8. (Gspan, 2004, str. 13)

PMV in PPD sta dva kriterija za ocenjevanje toplotnega ugodja na delovnem mestu. (Gspan, Srna, & Jurjavčič, 2002, str. 7) Med seboj sta kriterija odvisna, kot prikazuje slika 9.

Instrument nam poda vrednosti PPD in PMV, ki sta odvisni od temperature zraka, subjektivne zaznave, izolativnosti obleke, metabolizma, relativne vlažnosti, hitrosti gibanja zraka in temperature sevanja. PPD in PMV sta tudi kriterija za toplotno udobje. Projektiran ali izmerjen občutek človekovega toplotnega okolja se izrazi skladno z zahtevami standarda SIST ISO 7730. Če obleka in aktivnost nista opredeljeni, znašata vrednosti za obleko (tabela 2) v povprečju 0,5clo - izolativnost oblačil (0,078 m²K/W) v času brez ogrevanja (letnem) in 1,0clo - izolativnost oblačil (0,155 m²K/W) v ogrevalnem (zimskem) obdobju pri aktivnosti 1,2 met (sedenje). (Uradni list RS, št. 42/2002)



Slika 8: Odnos med merilom PMV in PPD (Vir: Gspan, *Praktične smernice za preiskave delovnega okolja*, 2004, str. 13)

2.3.2 PARAMETRI, POMEMBNI ZA IZRAČUN PMV IN PPD

Iz vrednosti PMV in PPD razberemo, kako se zaposleni počutijo v delovnem okolju, za izračun teh dveh parametrov pa moramo poznati tudi druge parametre, ki posledično vplivajo na ugodje ali neugodje zaposlenih. Ti parametri so: metabolizem (aktivnost) pri delu, izolativnost oblačil in toplotne razmere v okolju. (Gspan, 2004, str. 12–14)

METABOLIZEM

Metabolizem merimo s porabo kisika in množino ogljikovega oksida v izdihanem zraku. Ker so takšne meritve zelo zahtevne, imamo zato že pripravljene tabele (tabela 1), iz katerih lahko odčitamo stopnjo metabolizma, ki jo zahteva določen delovni napor. Velikost metabolizma izražamo v vatih na enoto površine telesa [W/m²] ali v starejših enotah [met]. Pretvornik iz met v W/m² je 1 met = 58,15 W/m². (Gspan, 2004, str. 14)

Tabela 1: Nivoji metabolizma in dejavnosti

Dejavnost	W/m ²	met
Počitek	47	0,8
Mirno sedenje	58	1,0
Aktivno sedenje (šola, pisarna)	70	1,2
Sproščena stoja	70	1,2
Lahka aktivnost stoje (lahka industrija, nakupovanje, laboratorijsko delo)	93	1,6
Srednja aktivnost stoje (gospodinjstvo, trgovski pomočnik)	116	2,0
Velika aktivnost	175	3,0

Vir: (Uradni list RS, št. 42/2002)

IZOLATIVNOST OBLEKE

Prav tako kot metabolizem ima tudi izolativnost obleke po standardu SIST ISO 9920 že ustvarjene tabele (tabela 2) v katerih so navedeni podatki za značilna oblačila za določena opravila ali dane toplotne razmere. Izolativnost oblačil označujemo z Icl z enoto [m²K/W] ali s starejšo enoto [clo], pri čemer je 1clo = 0,55 m²K/W. Izolativnost oblačil lahko tudi izračunamo, če poznamo posamezne kose obleke, ki jih nosi oseba. (Gspan, 2004, str. 15)

Tabela 2: Toplotna izolativnost obleke

Oblačilo	Icl
Brez obleke	0
Kratke hlače	0,1
Tropska obleka	0,3–0,4
Lahka poletna obleka	0,5
Lahka delovna obleka za delo na vročem	0,6
Vojaška tropska uniforma	0,8
Lahka športna obleka	0,9
Moška poslovna obleka	1
Poslovna obleka in lahek plašč	1,5
Težka tradicionalna evropska moška poslovna obleka	1,5
Topla vojaška uniforma	1,5–2,0
Topla polarna obleka	3–4

Vir: (Uradni list RS, št. 42/2002)

TOPLOTNE RAZMERE V OKOLJU

Da dobimo celotne toplotne razmere v okolju, moramo poznati: temperaturo zraka, temperaturo sevanja, hitrost gibanja zraka in relativno vlažnost. Vse te parametre izmerimo na samem delovnem mestu. (Gspan, 2004, str. 16–20)

Temperatura zraka

Temperaturo zraka navadno označujemo s simbolom "T" in jo merimo v °C.

Delodajalec je dolžan zaposlenim zagotoviti ustrezne mikroklimatske razmere, kar pomeni, da moramo najprej zagotoviti ustrezno in predpisano temperaturo zraka na delovnem mestu. Zahteve se razlikujejo glede na delovno mesto, pogoje dela

in letno obdobje. Ko prostora ne ogrevamo (poletno obdobje), moramo zagotoviti temperaturo prostora med 22 °C in 26 °C, priporočljiva temperatura znaša 23 °C do 25 °C. V ogrevalni sezoni moramo zagotoviti temperaturo med 19 °C in 24 °C, kjer je priporočljivo območje med 20 °C in 22 °C. To so zahteve za delovno mesto, ki ni izpostavljeno previsokim ali prenizkim temperaturam. (Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb, 2002, 14. člen)

Temperatura zelo vpliva na človeka, zato je treba paziti, da je temperatura enaka kot v zahtevah in neobremenjujoča za človeka. Neustrezna temperatura vpliva na človeka in njegov organizem. Pri previsoki temperaturi človeško telo ne oddaja dovolj toplote v okolico, kar pomeni dvig telesne temperature, manjšo zmogljivost srca, padec splošne zmogljivosti, pojav utrujenosti in zaspanosti ter dvig števila napak pri delu, kar lahko pripelje tudi do nesreče pri delu. Paziti pa moramo tudi na to, da temperatura ni prenizka, saj takrat človeško telo oddaja toploto v okolje, zato se pojavi drgetanje in otrplost, togost sklepov in mišic, zmanjšana koncentracija in hiter občutek prepiha. (Balantič, 2000)

Temperatura sevanja

Temperaturo sevanja definiramo v odnosu okolja do človeka. Izraža se v enoti °C, razen če ni posebej navedeno, da v K. Temperatura sevanja pomeni odnos med temperaturo površin v prostoru in temperaturo zraka v prostoru.

Priporočena razlika med sevalno temperaturo površine in okoliško temperaturo je 2-3 °C. (Balantič, 2000)

Previsoka sevalna temperatura pomeni, da telo dobiva preveč energije od izvora energije in ima preobremenjen krvni obtok, pojavita se toplotni udar in poškodba vida. Druge posledice so podobne kot pri previsoki temperaturi zraka, kjer človeško telo ne oddaja dovolj toplote v okolico, kar pomeni dvig telesne temperature, manjšo zmogljivost srca, padec splošne zmogljivosti, pojav utrujenosti in zaspanosti ter dvig števila napak pri delu, kar lahko pripelje tudi do nesreče pri delu. Prenizka temperatura sevanja pa prisili telo, da oddaja preveč toplote hladnim površinam. Posledice prenizkih sevalnih temperatur so okvara receptorjev, poškodbe kožnih žil in padec odpornosti, druge posledice so podobne kot pri prenizki temperaturi okolice, kjer človeško telo oddaja toploto v okolje, zato se pojavi drgetanje in otrplost, togost sklepov in mišic, zmanjšana koncentracija in hiter občutek prepiha. (Balantič, 2000)

Relativna vlažnost

Relativna vlažnost predstavlja razmerje med dejansko količino vode v obliki vodne pare v zraku in največjo sprejemljivo količino vodne pare v zraku pri določeni temperaturi.

Kot je navedeno v 22. členu Pravilnika o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih, mora delodajalec, ki delovni prostor prezračuje s prezračevalno ali klimatsko napravo, zagotoviti, da naprava v prostor dovaja zrak s takšnim odstotkom relativne vlažnosti, ki zagotavlja delavcem ugodje pri delu.

Relativna vlažnost dovedenega zraka je odvisna od njegove temperature in ne sme presežati naslednjih vrednosti (Pravilnik o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih, 1999):

- 80 % pri temperaturi zraka, ki je enaka ali nižja od 20 °C,
- 73 % pri temperaturi zraka, ki je enaka ali nižja od 22 °C,
- 65 % pri temperaturi zraka, ki je enaka ali nižja od 24 °C,
- 60 % pri temperaturi zraka, ki je enaka ali nižja od 26 °C,
- 55 % pri temperaturi zraka, ki je enaka ali nižja od 28 °C.

Relativna vlažnost dovedenega zraka ne sme biti nižja od 30 %.

Prav tako kot vsi drugi parametri ima tudi stopnja vlažnosti vpliv na človeka. Previsoka stopnja vlažnosti močno zmanjšuje izparevanje znoja, zato nam pade odpornost proti visokim temperaturam. Prenizka stopnja vlažnosti pa pomeni preveliko izparevanje znoja, ki se kaže v izsušenih nosnih in žrelnih sluznicah, pojavljajo se lahko tudi prehladna in gripna obolenja. (Balantič, 2000)

Hitrost gibanja zraka (prepih)

»Prepih je definiran kot nezaželeno lokalno ohlajanje človeškega telesa zaradi hitrosti (gibanja) zraka.« (Butala v Batič in drugi, 2002, str. 250)

Za hitrost gibanja zraka se uporabljata simbol v in enota m/s.

Prepih nastaja povsod in je eden izmed najbolj motečih dejavnikov toplotnega ugodja. Prepih daje občutek nižje temperature zraka, zato nas pogosto zebe, če stojimo na njem. (Batič in drugi, 2002)

Tudi za hitrost zraka imamo priporočila in zahteve. Priporočena srednja hitrost zraka (Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb, 2002, 14. člen):

- optimalna hitrost gibanja zraka je od 0,1 m/s do 0,2 m/s
- maksimalna hitrost gibanja zraka je 0,5 m/s (Balantič, 2000).

Vplivi hitrosti zraka na človeka so lahko prav tako hudi kot pri drugih parametrih. Prevelika hitrost zraka pomeni lokalno ohlajanje kože, ki vodi do nezadovoljstva, bolečin v mišicah, revmatičnih obolenj, vnetij čelne in nosne votline ter vnetja sluznice. Lahko pa je hitrost zraka prenizka, kar pa daje občutek vročine ter zmanjšuje izparevanje vode in izzove pojav znojenja. Posledice so vlažna koža, izrabljen zrak in zmanjšana toplotna izmenjava. Prepih ali hitrost gibanja zraka ne sme pasti pod 0,05 m/s in ne sme preseči 0,5 m/s. (Balantič, 2000)

2.3.3 ZRAK V PROSTORU IN PREZRAČEVANJE

Toplotno ugodje v prostoru je tesno povezano s kakovostjo zraka in s prezračevanjem. Prezračevanje je lahko naravno ali prisilno. O sistemih prezračevanja podrobno pišeta Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb ter Pravilnik o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih. Večina stavb ima kombinirano prezračevanje, pri čemer naravno prezračevanje poteka z odpiranjem oken, prisilno prezračevanje pa predstavljajo prezračevalni in klimatizacijski sistemi. Po 15. členu Pravilnika o zahtevah za

zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih mora delodajalec z ustreznimi ukrepi zagotoviti, da je v delovnih prostorih vedno dovolj svežega zraka, kar je odvisno od delovnih postopkov na delovnem mestu in obremenitve delavcev pri delu. Prezračevalne naprave, s katerimi prezračuje prostore, mora redno čistiti in vzdrževati.

Prezračevanje je treba načrtovati, zato potrebujemo tudi informacije o delovnih prostorih, delovnih mestih, ki se bodo ali se nahajajo v teh prostorih, in številu zaposlenih, ki se bodo zadrževali na teh delovnih mestih. Vsako delovno mesto ima svoje karakteristike, zato moramo pri projektiranju delovnih prostorov upoštevati sistemizacijo delovnih mest, ki se bodo nahajala v prostoru. Tako lahko določimo aktivnost, ki se bo izvajala, in le tako lahko zagotovimo ustrezno prezračevanje in toplotno ugodje.

Za toplotno okolje prezračevalne sisteme projektiramo po naslednji metodi (Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb, 2002):

- oceni se stopnja aktivnosti uporabnikov prostorov skladno s standardom SIST CR 1752, priloga D1,
- oceni se toplotni upor obleke uporabnikov prostorov za letno oziroma zimsko obdobje skladno s standardom SIST CR 1752, priloga D2,
- določi se (optimalna) občutena temperatura,
- izbere se želeno največje število nezadovoljnih uporabnikov prostorov (indeks PPD) in določi dopustno temperaturno območje skladno s standardom SIST CR 1752,
- izbere se želeno največje število nezadovoljnih ljudi zaradi prepaha in ugotovi dopustna srednja hitrost zraka z upoštevanjem 40-odstotne intenzitete turbulence, če za izbrani sistem ni opredeljena drugače,
- določijo se navpična temperaturna razlika, površinska temperatura tal in asimetrična sevalna temperatura.

3 OBSTOJEČE STANJE

3.1 POSNETEK OBSTOJEČEGA STANJA

Celoten objekt URI - Soča sestoji iz naslednjih funkcionalnih delov:

- kompleks ARS
- kompleks J2, v katerem se nahaja tudi sprejemna pisarna.

V celotnem objektu URI - Soča je ogrevanje izvedeno s toplotno črpalko. Hlajenje objekta je pasivno/aktivno s toplotno črpalko (slika 9) in prezračevanjem s klimatsko napravo (slika 10) z rotacijskim rekuperatorjem (kompleks J2 – kjer se nahajata sprejemna pisarna in arhiv). Ogrevanje in hlajenje prostorov sta izvedena s konvektorji. Garderobe in sanitarije, kletni prostori in hodniki so ogrevani z radiatorji. Cevni razvod ogrevanja in hlajenja je izveden kot štiricevni sistem (grelni oziroma hladilni medij v ločenih cevovodih), ki je voden v spuščnem stropu in stenah ter delno v tleh.



Slika 9: Črpalka za podtalno vodo (Vir: lasten)



Slika 10: Del klimatske naprave (Vir: lasten)

Toplotna črpalka je tipa voda–voda, proizvajalca COOLWEX, tip HP TWW 100. Toplotna črpalka je kompaktne izvedbe z vsemi internimi cevmi in električnimi povezavami ter sestoji iz enega kompaktnega spiralnega vijačnega kompresorja, upravljalnika in kondenzatorja tipa cev v cevi ter elektrokrmilne omare. Toplotna črpalka ima vgrajen sistem vbrizgavanja pare hladilnega sredstva neposredno v kompresor, s čimer dosežemo višjo učinkovitost zaradi večjega podhlajevanja tekočega hladilnega sredstva in temperaturo ogrevanja do 55°C.

Za **radiatorsko ogrevanje** so vgrajeni pločevinasti ploščati radiatorji. Radiatorji so opremljeni z integriranim termostatskim regulacijskim ventilom, notranjo cevno povezavo ter čepom in odzračevalnikom. Radiatorji so del dvocevne sistema ogrevanja s spodnjim razvodom. Priključek za radiator je izveden iz stene. Montaža na zid je izvedena z radiatorskimi konzolami. Radiatorsko ogrevanje se nahaja tudi v pomožni pisarni/arhivu.

Ventilatorski konvektorji so povezani na štiricevni sistem, ki tako kot radiatorski dvocevni sistem, uporablja ogrevalni sistem z razvodno vodo temp. 50°C in povratno vodo 40°C. Za konvektorsko hlajenje uporabljamo temperaturni režim 7/12°C. Konvektorji so opremljeni s termoelektričnimi prehodi ventila ON-OFF na strani ogrevanja/hlajenja in z digitalnim termostatom na steni, ki omogoča preklon delovanja ventilatorja na treh različnih hitrostih z avtomatskim preklonom režima delovanja konvektorja iz letnega na zimskega. Vsak konvektor ima vgrajeno lovilno ponev, ki v poletnem času zagotavlja kontroliran odvod kondenzirane zračne vlage iz prenosnika. Odvod kondenzata iz ponve je prek sifona speljan v kondenzni razvod in od tam na vertikalne odtoke, ki so priključeni na fekalno kanalizacijo. Vsi horizontalni cevovodi za konvektorje so vodeni v spuščnem stropu in estrihu posameznih etaž. Stropni kasetni ventilatorski konvektor ima prigrajeno črpalko za odvod kondenzata.

V Klimatski napravi kompleksa J2 se zrak greje/hladi, pri čemer zrak prehaja skozi rekuperator (zračni toplotni izmenjevalec). V klimatski napravi je parni vlažilnik, ki zrak navlaži. Zrak se nato ponovno filtrira in odvede v prezračevalne kanale.

3.2 ANALIZA TOPLOTNEGA UGODJA

V sprejemni pisarni smo izvedli meritve temperature zraka, temperature sevanja, relativne vlažnosti in hitrost gibanja zraka. Meritve smo opravili v ogrevalni sezoni.

Metabolizem ali aktivnost smo nastavili na 1,2 met, kar pomeni aktivno sedenje. Kot aktivno sedenje razumemo pisarniško delo, ki pa poteka tudi stoje in delno v gibanju.

Izolativnost oblačil smo nastavili na 1clo, kar pomeni ekvivalent moški poslovni obleki. Moška poslovna obleka vsebuje dolge hlače, spodnjo majico, srnjco in jakno. Zaposleni v sprejemni in pomožni pisarni seveda ne nosijo poslovnih oblek, temveč obleko, ki je primerljiva z moško poslovno obleko. To smo nastavili za zimski čas, medtem ko bi bila v poletnem času izolativnost obleke manjša.

Meritve smo opravljali šest delovnih dni v sprejemni pisarni. Rezultate meritev smo beležili osem ur dnevno, vsakih deset minut pa so se meritve zapisale v sekvenčni zapisovalnik (sliki 11 in 12). Meritve smo opravljali tudi v pisarni poleg sprejemne pisarne, ki je bila projektirana kot arhiv (v nadaljevanju: pomožna pisarna), vendar je zaradi povečanega dela postala pomožna pisarna, kjer sta dve delovni mesti. Tu smo meritve opravljali tri dni (slika 13). Vrata med pisarnama so vedno odprta, s čimer se prostor združuje in toplotno ugodje/neugodje prehaja iz enega prostora v drugega (slika 14). Točki, na katerih smo opravili meritve, sta točka A v sprejemni pisarni in točka B v pomožni pisarni. Obe točki sta na sliki 14 označeni z rdečo. Na točkah, kjer smo opravljali meritve, ni bilo motenj, ki bi meritve popačile. Prav tako pa so zaposleni lahko ne moteno delali.

Uporabljali smo instrument Metrel Multinorm MI 6201, na katerega smo priključili sondo za vlažnost in temperaturo (meri tudi hitrost gibanja zraka) ter črni globus termometer, ki meri temperaturo sevanja. Meritve smo opravljali na višini 1,1m.

4. Jan 2015		~ Februar 2015 ~					Mar 2015
Nedelja	Ponedeljek	Torek	Šreda	Četrtek	Petek	Sobota	
22	23	24	25 DAN 1	26	27	28	

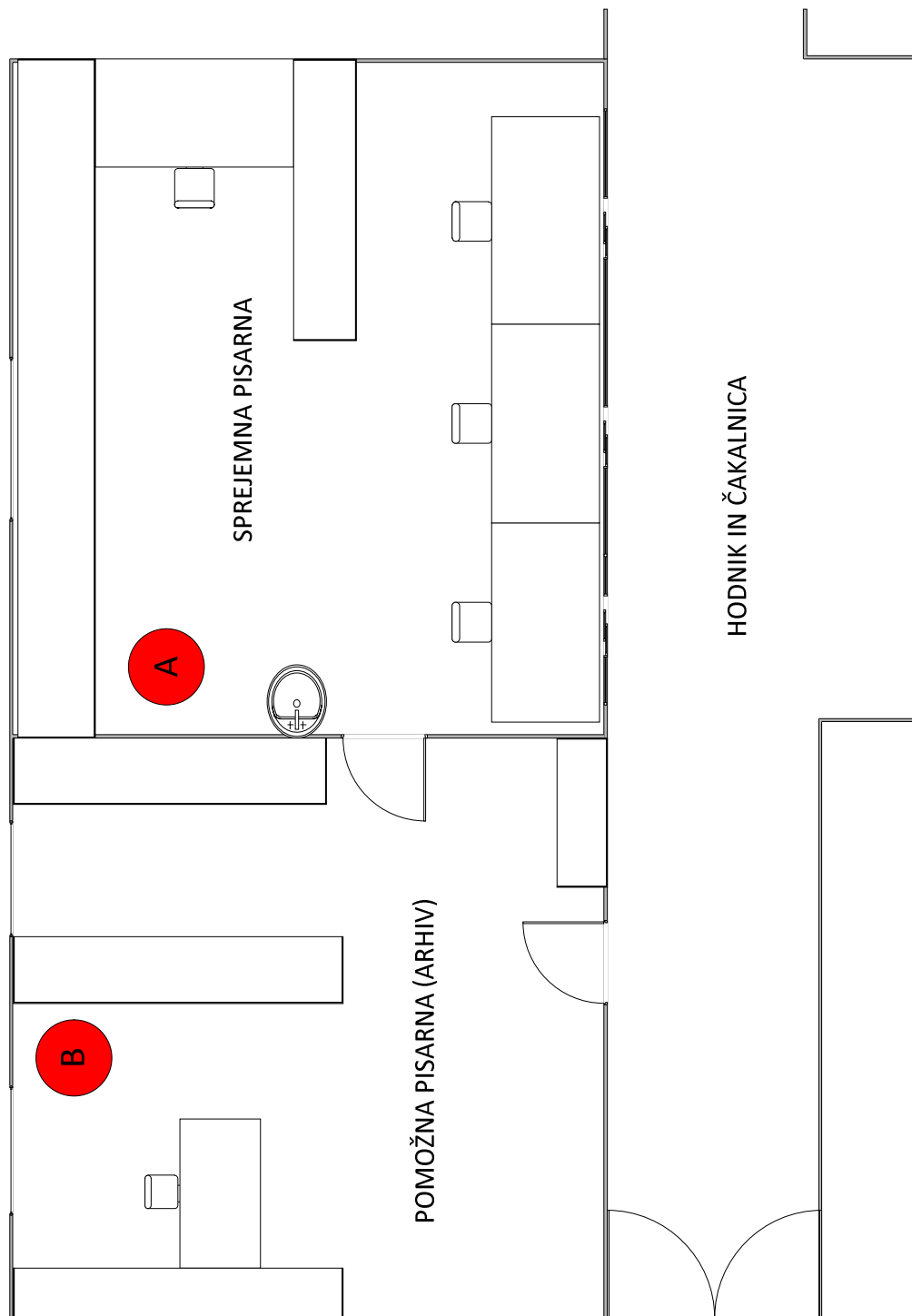
Slika 11: Koledar meritev v sprejemni pisarni (Vir: lasten)

4. Feb 2015		~ Marec 2015 ~					Apr 2015
Nedelja	Ponedeljek	Torek	Šreda	Četrtek	Petek	Sobota	
1	2 DAN 2	3 DAN 3	4 DAN 4	5 DAN 5	6 DAN 6	7	

Slika 12: Koledar meritev v sprejemni pisarni (Vir: lasten)

~ Marec 2015 ~						
Nedelja	Ponedeljek	Torek	Sreda	Četrtek	Petek	Sobota
1						
8	DAN 1		DAN 2		DAN 3	

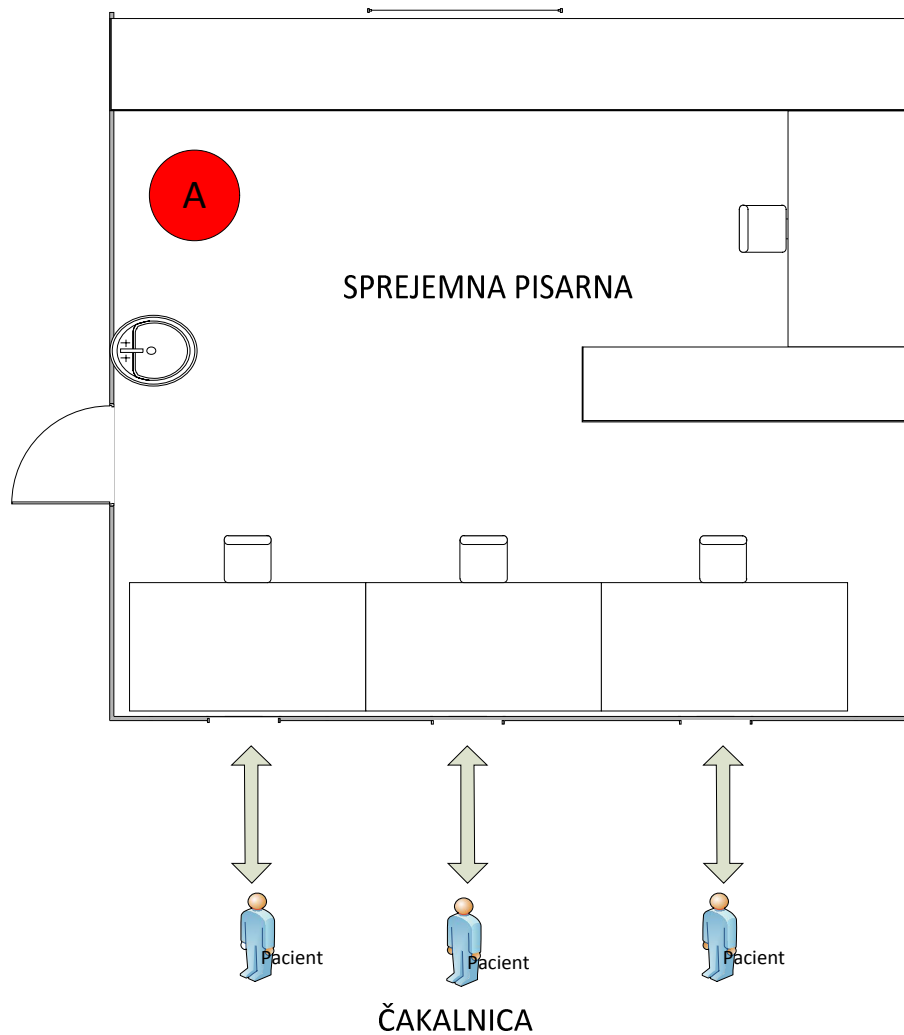
Slika 13: Koledar meritev v pomožni pisarni (Vir: lasten)



Slika 14: Tloris sprejemne pisarne, pomožne pisarne in hodnika (Vir: lasten)

MERITVE V SPREJEMNI PISARNI (TOČKA A)

V sprejemni pisarni se zadržuje več ljudi naenkrat. V njej so tri delovna mesta, poleg zaposlenih na teh delovnih mestih pa v sprejemno pisarno začasno in neredno prihajajo tudi drugi zaposleni, ki prihajajo po dokumente in zapise o pacientih. Poleg tega poteka še dvosmerna komunikacija med zaposlenimi na okencih s pacienti v čakalnici, kot je prikazano na sliki 15.



Slika 15: Komunikacija med zaposlenimi in pacienti (Vir: lasten)

DAN 1 (25. 2. 2015), temperatura zunaj: najnižja od 0 °C, najvišja do 7 °C

Tabela 3: Meritve toplotnega ugodja v točki A prvi dan

Ura	Povprečna temperatura zraka [°C]	Povprečna relativna vlažnost [% rh]	Povprečna hitrost gibanja zraka [m/s]	Povprečna temperatura sevanja [°C]	Povprečni PMV	Povprečni PPD [%]
7:46:16	19,5	42,1	< 0,05	17,2	0,1	6,1
7:56:16	22,7	36,2	0,06	22,8	0,8	17,8
8:06:16	23,6	35,5	0,07	23,8	0,9	23,3
8:16:16	23,9	35,5	0,07	24,2	1	25,4
8:26:16	24,2	35,4	0,07	24,4	1	27,1
8:36:16	24,3	35,6	0,07	24,6	1	28,2
8:46:16	24,4	35,7	0,08	24,7	1,1	28,5
8:56:16	24,4	35,5	0,07	24,7	1,1	28,7
9:06:16	24,4	35,2	0,07	24,7	1,1	28,7
9:16:16	24,5	35	0,07	24,8	1,1	29,2
9:26:16	24,5	35,1	0,07	24,8	1,1	29,3
9:36:16	24,6	34,6	0,07	24,8	1,1	29,5
9:46:16	24,6	34,5	0,07	24,8	1,1	29,6
9:56:16	24,7	34,3	0,07	24,8	1,1	29,8
10:06:16	24,7	34,3	0,08	24,9	1,1	30
10:16:16	24,7	34,1	0,07	25	1,1	30,6
10:26:16	24,4	33,3	0,07	24,8	1,1	29
10:36:16	23,8	33,5	0,06	24,1	1	24,5
10:41:16	23,7	33	0,07	24,1	1	24,3
10:46:16	23,5	32,7	0,06	23,9	0,9	23
10:56:16	23,6	32,8	0,07	24	0,9	23,3
11:06:16	23,7	32,9	0,07	24,1	0,9	24
11:16:16	23,8	33,2	0,07	24,1	1	24,3
11:26:16	23,8	33,5	0,07	24,1	1	24,5
11:36:16	23,8	33,7	0,07	24,1	1	24,5
11:46:16	23,8	34,1	0,07	24,1	1	24,5
11:56:16	23,7	34,3	0,07	24,1	1	24,4
12:06:16	23,7	34,7	0,07	24	0,9	23,9
12:16:16	23,7	34,5	0,07	24	1	24,2
12:26:16	23,7	34,3	0,07	24	0,9	24,1
12:36:16	23,5	33,8	0,07	23,9	0,9	23
12:46:16	23,3	33,3	0,06	23,7	0,9	21,8
12:56:16	23,7	32,9	0,07	24	0,9	23,3
13:06:16	23,4	33,5	0,08	23,9	0,9	22,7
13:16:16	24	33,6	0,07	24,2	1	25,2
13:26:16	24,3	33,8	0,08	24,5	1	26,9
13:36:16	24,4	33,8	0,08	24,7	1	28,2
13:46:16	24,5	33,7	0,07	24,8	1,1	29,2
13:56:16	24,7	33,8	0,07	25	1,1	30,5
14:06:16	24,4	33,1	0,07	24,8	1,1	28,7
14:16:16	23,3	33,6	0,09	23,9	0,9	22

(Vir: lasten)

Iz tabele 3 je razvidno, da je relativna vlažnost prenizka glede na temperaturo zraka v prostoru. Pri takih temperaturah bi se relativna vlažnost morala gibati okoli 65 %. Vzrok za prenizko relativno vlažnost je suh zimski zrak in izklopljen vlažilnik.

DAN 2 (2. 3. 2015), temperatura zunaj: najnižja od -1°C , najvišja do 11°C

Tabela 4: Meritve toplotnega ugodja v točki A drugi dan

Ura	Povprečna temperatura zraka [$^{\circ}\text{C}$]	Povprečna relativna vlažnost [% rh]	Povprečna hitrost gibanja zraka [m/s]	Povprečna temperatura sevanja [$^{\circ}\text{C}$]	Povprečni PMV	Povprečni PPD [%]
7:24:21	23	36,5	0,08	23,6	0,9	20,9
7:34:21	20	43	0,1	21,2	0,5	9,9
7:44:21	20,9	43,3	< 0,05	21,4	0,6	11,7
7:54:21	22,3	41,3	0,07	22,6	0,8	17,2
8:04:21	22,1	40,1	0,07	22,5	0,7	16,4
8:14:21	21,9	40	0,07	22,3	0,7	15,4
8:24:21	22,1	39,1	0,07	22,3	0,7	15,7
8:34:21	22,1	39,6	0,07	22,3	0,7	15,7
8:44:21	21,9	40,1	0,07	22,2	0,7	15
8:54:21	22	40	0,07	22,3	0,7	15,4
9:04:21	22	39,5	0,09	22,3	0,7	15,1
9:14:21	21,6	40,2	0,07	22,1	0,7	14,3
9:24:21	21,6	40,5	0,07	22,2	0,7	14,6
9:34:21	21,9	40	0,08	22,4	0,7	15,4
9:44:21	21,6	39,9	0,08	22,1	0,7	14,1
9:54:21	21,3	40,1	0,08	21,9	0,6	13,1
10:04:21	21,2	39,8	0,09	21,7	0,6	12,3
10:14:21	21,8	38,8	0,07	22,1	0,7	14,4
10:24:21	22	39,3	0,09	22,4	0,7	15,1
10:34:21	22,4	38,8	0,07	22,7	0,8	17,2
10:44:21	22,2	39,5	0,06	22,6	0,8	16,9
10:54:21	22,2	39,9	0,07	22,6	0,7	16,8
11:04:21	22,3	39,9	0,08	22,7	0,8	17
11:14:21	22,9	39,7	0,07	23,2	0,8	20,2
11:24:21	23,1	40,3	0,08	23,4	0,9	21,3
11:34:21	22,1	41,4	0,07	22,5	0,7	16,5
11:44:21	22,8	40,9	0,07	22,9	0,8	18,9
11:54:21	23,4	40,2	0,06	23,5	0,9	22,6
12:04:21	23	40,8	0,07	23,4	0,9	21,4
12:14:21	22,8	40,8	0,07	23,2	0,8	20,1
12:24:21	22,7	41,6	0,07	23,1	0,8	19,7
12:34:21	22,6	41,1	0,07	23	0,8	19,1
12:44:21	22,8	41,2	0,06	23	0,8	19,6
12:54:21	21,2	42,9	0,07	21,8	0,6	13,4
13:04:21	22,2	41,5	0,06	22,3	0,7	16,1
13:14:21	22,4	41,1	0,06	22,6	0,8	17,5
13:24:21	22,4	41,1	0,07	22,6	0,8	17,4
13:34:21	23,1	40,1	0,06	23,1	0,9	20,3
13:44:21	23,1	40,8	0,06	23,4	0,9	21,4
13:54:21	23,3	40,7	0,06	23,5	0,9	22,7
14:04:21	23,4	41,1	0,08	23,7	0,9	23,2
14:14:21	23,4	41,2	0,07	23,7	0,9	23,8
14:24:21	23,4	41,1	0,06	23,8	0,9	23,9
14:34:21	23,5	41,1	0,07	23,9	1	24,4
14:44:21	23,6	41,6	0,06	23,9	1	24,9
14:54:21	23,7	41,9	0,07	24	1	25,6

(Vir: lasten)

Tudi drugi dan je relativna vlažnost v prostoru prenizka. Temperature so nižje, kot pri meritvah prejšnji dan. Ta dan je bil ponedeljek, zato tudi nižje temperature, saj sprejemna pisarna čez vikend ni obratovala.

DAN 3 (3. 3. 2015), temperatura zunaj: najnižja od 1 °C, najvišja do 8 °C

Tabela 5: Meritve toplotnega ugodja v točki A tretji dan

Ura	Povprečna temperatura zraka [°C]	Povprečna relativna vlažnost [% rh]	Povprečna hitrost gibanja zraka [m/s]	Povprečna temperatura sevanja [°C]	Povprečni PMV	Povprečni PPD [%]
8:06:02	16,8	55,4	< 0,05	17,4	0	6,2
8:16:02	22	42,1	0,06	22,5	0,7	16,5
8:26:02	23	39,6	0,07	23,4	0,9	21,1
8:36:02	23,3	39,4	0,07	23,7	0,9	22,8
8:46:02	23,5	39,4	0,07	23,9	0,9	23,9
8:56:02	23,7	39	0,07	24	1	24,8
9:06:02	23,8	38,7	0,07	24,1	1	25,6
9:16:02	23,8	38	0,07	24,1	1	25,4
9:26:02	24,1	37,5	0,09	24,1	1	26,2
9:36:02	24,1	37,8	0,07	24,2	1	26,5
9:46:02	24,1	37,7	0,07	24,2	1	26,5
9:56:02	24,1	37,7	0,07	24,3	1	27
10:06:02	24,2	38	0,08	24,4	1	27,3
10:16:02	24,3	38,3	0,08	24,6	1,1	28,5
10:26:02	24,4	38,4	0,09	24,7	1,1	28,6
10:36:02	23,9	38,2	0,08	24,3	1	26,3
10:46:02	24,2	38	0,06	24,3	1	27,3
10:56:02	24,5	38,1	0,08	24,7	1,1	29,3
11:06:02	24,8	37,8	0,07	24,9	1,1	31,5
11:16:02	24,9	38	0,07	25,2	1,2	32,9
11:26:02	24,6	37,2	0,08	25,1	1,1	31,4
11:36:02	22,9	37,4	0,07	23,6	0,9	21,2
11:46:02	23,5	36,9	0,06	23,9	0,9	23,6
11:56:02	24	35,7	0,07	24,3	1	26,1
12:06:02	23,7	35,4	0,07	24	0,9	23,8
12:16:02	24,7	33,8	0,07	24,7	1,1	29,3
12:26:02	24,8	33,3	0,09	25,2	1,1	31
12:36:02	23,9	32,3	0,07	24,6	1	26,2
12:46:02	23,6	30,4	0,08	24,3	0,9	23,9
12:56:02	23,6	29,6	0,09	24,3	0,9	23,3
13:06:02	24,1	30	0,06	24,6	1	26,4
13:16:02	24,7	29,8	0,09	25,1	1,1	29,6
13:26:02	24,9	30	0,08	25,4	1,1	31,5
13:36:02	25	30	0,07	25,5	1,1	32,4
13:46:02	25,1	30,2	0,07	25,5	1,2	32,9
13:56:02	25,1	30,5	25,1	0,07	1,2	34,2
14:16:02	24,3	28,3	0,08	25	1	27,7
14:26:02	24,4	28	0,06	25	1	28,1
14:36:02	25	27,7	0,08	25,9	1,2	33,6
14:46:02	26	25,7	0,08	28,8	1,5	51,7
14:56:02	26,1	25,1	0,08	31,3	1,8	67
15:06:02	26,3	25,5	0,08	31,8	1,9	70
15:16:02	26,2	25,1	0,08	30,7	1,7	63,8
15:26:02	26,1	24,2	0,09	29,9	1,6	58,2

(Vir: lasten)

Kot prejšnja dneva je tudi tretji dan, v sprejemni pisarni, problem v prenizki relativni vlažnosti in kot lahko odčitamo iz tabele 5, se proti koncu delovnika temperature dvignejo čez priporočene in standardizirane temperature zraka.

DAN 4 (4. 3. 2015), temperatura zunaj: najnižja od -2°C , najvišja do 12°C

Tabela 6: Meritve toplotnega ugodja v točki A četrty dan

Ura	Povprečna temperatura zraka [$^{\circ}\text{C}$]	Povprečna relativna vlažnost [% rh]	Povprečna hitrost gibanja zraka [m/s]	Povprečna temperatura sevanja [$^{\circ}\text{C}$]	Povprečni PMV	Povprečni PPD [%]
8:11:53	16,7	43	< 0,05	17,8	0	6,3
8:21:53	22	33,6	0,07	22,8	0,7	16,1
8:31:53	23	32,4	0,07	23,6	0,9	20,4
8:41:53	23,5	32,9	0,09	23,9	0,9	22,3
8:51:53	23,7	32,8	0,07	24,1	1	24,1
9:01:53	24	33,3	0,06	24,3	1	25,7
9:11:53	24,1	32,7	0,07	24,4	1	26,1
9:21:53	22,5	31,5	< 0,05	22,6	0,7	16,3
9:31:53	23,8	30,4	0,08	23,9	0,9	22,7
9:41:53	24,1	31,2	0,07	24,3	1	25,3
9:51:53	24,3	31,1	0,07	24,5	1	26,7
10:01:53	24,4	31,1	0,07	24,7	1	27,6
10:11:53	24,5	30,9	0,07	24,7	1	27,9
10:21:53	24,5	30,5	0,07	24,7	1	28
10:31:53	24,9	29,8	0,07	24,8	1,1	29,3
10:41:53	22,6	29,8	0,08	23,4	0,8	18,2
10:51:53	24	29,6	0,07	24	0,9	23,6
11:01:53	24,6	29,3	0,07	24,6	1	27,2
11:11:53	24,7	30	0,06	24,7	1	28,3
11:21:53	24,9	31,2	0,09	24,9	1,1	29,2
11:31:53	24,7	32,1	0,06	24,9	1,1	29,8
11:41:53	24,7	31,8	0,09	24,9	1,1	29
11:51:53	21,6	30,8	0,08	22,5	0,7	14
12:01:53	23,1	30,7	< 0,05	23,1	0,8	18,7
12:11:53	24,3	29,9	0,06	24,2	1	25,1
12:21:53	24,6	30,2	0,07	24,6	1	27,2
12:31:53	23,6	29,5	0,07	23,9	0,9	22,2
12:41:53	23,1	29,6	0,07	23,3	0,8	19,2
12:51:53	23,2	29,2	0,06	23,5	0,8	20
13:01:53	23,8	29,7	0,06	23,9	0,9	23
13:11:53	24	28,9	0,06	24,1	0,9	23,8
13:21:53	24,1	28,8	0,07	24,2	1	24,3
13:31:53	24,4	29,9	0,07	24,5	1	26,6
13:41:53	24,5	30,6	0,09	24,7	1	26,9
13:51:53	24,4	30,7	0,08	24,7	1	27,4
14:01:53	24,6	30,3	0,07	24,8	1	28,1
14:11:53	24,9	30,4	0,07	24,8	1,1	28,9
14:21:53	25	31,1	0,08	24,9	1,1	29,6
14:31:53	25,3	31,6	0,07	25,1	1,1	31,8
14:41:53	25,1	31,4	0,07	25,1	1,1	31
14:51:53	24,6	30,9	0,08	24,7	1	28,1
15:01:53	24,3	30,5	0,07	24,5	1	26,5
15:11:53	24,4	31	0,07	24,5	1	26,7

(Vir: lasten)

Iz zgornje tabele je viden enak problem kot prejšnje dni, torej previsoke temperature zraka in prenizka relativna vlažnost.

DAN 5 (5. 3. 2015), temperatura zunaj: najnižja od -2°C , najvišja do 10°C

Tabela 7: Meritve toplotnega ugodja v točki A peti dan

Ura	Povprečna temperatura zraka [$^{\circ}\text{C}$]	Povprečna relativna vlažnost [% rh]	Povprečna hitrost gibanja zraka [m/s]	Povprečna temperatura sevanja [$^{\circ}\text{C}$]	Povprečni PMV	Povprečni PPD [%]
8:14:01	18	36,7	< 0,05	19,5	0,2	6,4
8:24:01	22,5	29,6	0,06	23,2	0,8	17,6
8:34:01	23,3	28,1	0,06	23,7	0,9	20,9
8:44:01	23,7	27,5	0,07	24	0,9	22,4
8:54:01	23,9	27,7	0,07	24,1	0,9	23,4
9:04:01	24,1	27,9	0,07	24,3	1	24,7
9:14:01	24,1	27,6	0,06	24,3	1	24,7
9:24:01	24,2	27,8	0,06	24,4	1	25,1
9:34:01	23,1	27	0,08	23,7	0,8	19,9
9:44:01	23,9	27,5	0,07	24	0,9	23,1
9:54:01	24,2	27,8	0,07	24,4	1	25,1
10:04:01	22,6	27,9	< 0,05	22,8	0,7	16,4
10:14:01	24	27,7	0,07	24,1	0,9	23,7
10:24:01	24,3	27,4	0,07	24,4	1	25,3
10:34:01	24,5	28	0,09	24,6	1	26
10:44:01	24,6	27,9	0,07	24,7	1	27,8
10:54:01	24,7	27,6	0,06	24,8	1	27,9
11:04:01	24,6	27,6	0,07	24,7	1	27,4
11:14:01	24,8	26,8	0,08	24,8	1	27,9
11:24:01	24,8	26,9	0,07	25	1,1	28,8
11:34:01	24,8	27	0,07	25	1,1	29,1
11:44:01	22,7	25,2	0,13	23,8	0,8	17,7
11:54:01	23,5	26	0,06	23,9	0,9	21,4
12:04:01	24,3	25,8	0,07	24,6	1	25,8
12:14:01	24,4	25,8	0,07	24,7	1	26,5
12:24:01	23,2	24,3	0,1	24	0,8	20,3
12:34:01	20,9	24,5	0,08	21,6	0,5	10,3
12:44:01	21,1	24	0,07	21,8	0,5	10,9
12:54:01	21,5	24,3	< 0,05	22	0,6	12
13:04:01	23,5	23,6	0,06	23,7	0,9	20,3
13:14:01	24,2	23,5	0,07	24,4	1	24,4
13:24:01	24,4	23,4	0,06	24,6	1	25,6
13:34:01	24,4	23,7	0,06	24,6	1	25,8
13:44:01	24,6	24,2	0,07	24,9	1	27,4
13:54:01	24,2	23,6	0,09	24,8	1	25,2
14:04:01	22,4	23,1	0,07	23,2	0,7	16,2
14:14:01	23,6	23,5	0,06	24	0,9	21,8
14:24:01	24,2	23,3	0,06	24,7	1	25,5
14:34:01	23,2	22	0,09	24	0,8	20,1
14:44:01	22,5	23,4	< 0,05	23,2	0,7	16,8
14:54:01	23,7	23,2	0,06	25,2	1	26,2

(Vir: lasten)

Iz tabele 7 je razvidno, da se je stanje izboljšalo, pa vendar ne na zadovoljivo raven. Temperature zraka so se spustile na priporočene, vendar je tudi relativna vlažnost padla pod priporočljivo in zahtevano.

DAN 6 (6. 3. 2015), temperatura zunaj: najnižja od 1 °C, najvišja do 10 °C

Šesti dan smo podatke zapisovali in shranjevali na pet minut. Raziskave so potekale le štiri ure.

Tabela 8: Meritve toplotnega ugodja v točki A šesti dan

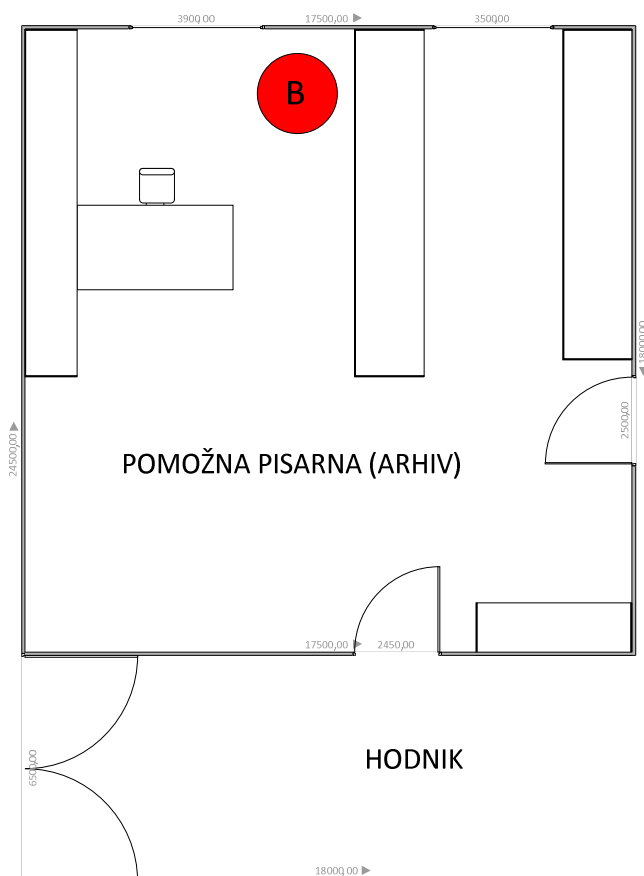
Ura	Povprečna temperatura zraka [°C]	Povprečna relativna vlažnost [% rh]	Povprečna hitrost gibanja zraka [m/s]	Povprečna temperatura sevanja [°C]	Povprečni PMV	Povprečni PPD [%]
8:22:05	16,6	30,3	< 0,05	17,4	-0,1	6,5
8:27:05	20,2	25,1	< 0,05	21	0,4	8,5
8:32:05	21,5	23,6	< 0,05	22,3	0,6	12,6
8:37:05	22,2	22,8	0,06	22,8	0,7	15,1
8:42:05	22,6	22,5	0,06	23,1	0,7	16,6
8:47:05	22,8	22,4	0,06	23,3	0,8	17,3
8:52:05	23	22,6	0,06	23,4	0,8	18
8:57:05	23,2	23	0,06	23,5	0,8	18,9
9:02:05	23,3	23	0,06	23,6	0,8	19,5
9:07:05	23,3	23,1	0,06	23,6	0,8	19,5
9:12:05	23,4	23,3	0,06	23,7	0,8	20
9:17:05	23,5	23,4	0,06	23,8	0,9	20,6
9:22:05	23,5	23,7	0,07	23,9	0,9	20,9
9:27:05	23,5	23,9	0,06	23,9	0,9	21,3
9:32:05	23,6	23,9	0,07	24	0,9	21,7
9:37:05	23,7	24,1	0,07	24,1	0,9	22,1
9:42:05	23,7	24	0,07	24,1	0,9	22,2
9:47:05	23,8	24	0,06	24,2	0,9	22,9
9:52:05	23,8	23,9	0,07	24,2	0,9	22,9
9:57:05	23,8	23,6	0,06	24,2	0,9	22,8
10:02:05	23,8	23,6	0,06	24,2	0,9	22,8
10:07:05	23,8	23,4	0,06	24,2	0,9	22,8
10:12:05	23,8	23,5	0,06	24,2	0,9	22,8
10:17:05	23,9	23,7	0,06	24,3	0,9	23,2
10:22:05	23,9	24,5	0,07	24,3	0,9	23,6
10:27:05	24	24,5	0,07	24,4	0,9	24
10:32:05	24	24,7	0,07	24,4	1	24,5
10:37:05	24,1	25	0,06	24,5	1	25,1
10:42:05	24,2	25,1	0,07	24,6	1	25,7
10:47:05	24,3	25,1	0,07	24,7	1	26,3
10:52:05	24,4	24,7	0,06	24,8	1	26,5
10:57:05	24,4	24,6	0,06	24,8	1	26,6
11:02:05	24,1	24,1	0,08	24,7	1	25,2
11:07:05	22,3	23	0,11	23,6	0,7	16,7
11:12:05	21,3	23,2	0,08	22,4	0,6	12,4
11:17:05	22	23,5	< 0,05	22,6	0,7	14,2
11:22:05	23,1	23,3	0,06	23,5	0,8	18,9
11:27:05	23,6	23,5	0,06	24,1	0,9	21,9
11:32:05	23,9	23,5	0,06	24,4	0,9	23,6
11:37:05	24,1	23,6	0,07	24,5	1	24,5
11:42:05	24,2	23,6	0,06	24,6	1	25,5
11:47:05	24,3	23,7	0,06	24,7	1	26,1
11:52:05	24,4	23,6	0,06	24,8	1	26,5
11:57:05	24,5	24,4	0,06	24,9	1	27,2

(Vir: lasten)

Iz tabele je razvidno, da se relativna vlažnost skozi teden spušča. Ta dan je bila nižja kot prejšnje dni. Ob 10:57 je viden spust temperature iz 24,4 °C na 22 °C do 11:17, ko se začne temperatura ponovno dvigovati. To je posledica prezračevanja z odpiranjem oken, ki se pozna tudi na hitrosti gibanja zraka in v že nižji relativni vlažnosti.

MERITVE V POMOŽNI PISARNI (TOČKA B)

V pomožni pisarni sta dve delovni mesti. Sam prostor je bil projektiran kot arhiv, ogrevanje je radiatorsko, celotni prezračevalni sistem pa je prilagojen arhivu in ne pisarniškemu delu. Prostor je s sprejemno pisarno povezan z vrati, ki pa so zaradi narave dela vedno odprta. Tako je tok zraka povezan med pisarnama in so parametri podobni. Pomožna pisarna s tem poslabšuje toplotne pogoje dela v sprejemni pisarni. Skozi pomožno pisarno hodi veliko število zaposlenih, saj je, kot je razvidno iz slike 14, povezava med sprejemno pisarno in hodnikom. Tako je obremenitev pomožne pisarne precej večja, kot je bilo projektirano. V pomožni pisarni smo merili toplotno ugodje na točki B, kot je razvidno iz spodnje slike.



Slika 16: Tloris pomožne pisarne (Vir: lasten)

DAN 1 (9. 3. 2015), temperatura zunaj: najnižja od -4°C , najvišja do 11°C

Tabela 9: Meritve toplotnega ugodja v točki B prvi dan

Ura	Povprečna temperatura zraka [$^{\circ}\text{C}$]	Povprečna relativna vlažnost [% rh]	Povprečna hitrost gibanja zraka [m/s]	Povprečna temperatura sevanja [$^{\circ}\text{C}$]	Povprečni PMV	Povprečni PPD [%]
8:37:49	20,3	31	< 0,05	18,9	0,3	6,5
8:47:49	21,7	29	0,06	21,4	0,6	11,5
8:57:49	22,1	28,9	0,07	22	0,6	13,4
9:07:49	22,4	29	0,06	22,2	0,7	14,6
9:17:49	22,6	28,4	0,06	22,3	0,7	15
9:27:49	22,7	29	0,06	22,5	0,7	16
9:37:49	22,8	28,8	0,07	22,7	0,7	16,7
9:47:49	23,6	27,7	0,07	24,7	1	25,2
9:57:49	23,4	27,4	0,07	26,2	1,1	31,4
10:07:49	23,3	27,4	0,08	25,5	1,1	28,6
10:17:49	22,8	26,5	0,08	23,8	0,8	19,5
10:27:49	23,2	26,6	0,07	23,3	0,8	18,8
10:37:49	23,4	26,9	0,07	23,4	0,8	19,6
10:47:49	23,5	27	0,07	23,5	0,9	20,3
10:57:49	23,5	26,4	0,08	23,5	0,8	20
11:07:49	22,9	25,9	0,07	23,1	0,8	17,7
11:17:49	23,5	25,8	0,07	23,6	0,8	20,1
11:27:49	23,7	25,8	0,07	23,8	0,9	21,7
11:37:49	24	25,9	0,07	24	0,9	23
11:47:49	24,1	26,3	0,07	24,2	0,9	23,7
11:57:49	23,7	25,9	0,07	24	0,9	22,2
12:07:49	24	26	0,07	24,2	0,9	23,7
12:17:49	24,2	26,3	0,07	24,4	1	24,8
12:27:49	24,1	25,9	0,09	24,4	1	24,1
12:37:49	23,5	24,5	0,07	23,9	0,9	21,2
12:47:49	23,4	24,3	0,07	23,7	0,9	20,4
12:57:49	23	23,9	0,07	23,5	0,8	18,5
13:07:49	23,3	24,5	0,08	23,7	0,8	19,6
13:17:49	23,3	24,2	0,07	23,7	0,8	20
13:27:49	23,3	25	0,08	23,8	0,9	20,3
13:37:49	23,4	25,4	0,07	24	0,9	21,5
13:47:49	23,9	25,5	0,07	24,4	1	24,3
13:57:49	23,8	25,6	0,07	24,4	0,9	24
14:07:49	23,6	26,1	0,08	24,4	0,9	23,3
14:17:49	23,5	25,8	0,07	24,3	0,9	22,7
14:27:49	23,8	26,2	0,07	24,5	1	24,6
14:37:49	24	26,5	0,07	24,7	1	25,8
14:47:49	24,1	26,4	0,07	24,7	1	26,2
14:57:49	24,2	26,6	0,07	24,7	1	26,2
15:07:49	24,3	26,9	0,08	24,7	1	26,2

(Vir: lasten)

V pomožni pisarni je relativna vlažnost še nižja kot v sprejemni pisarni. Tudi temperatura zraka je nižja, kar je dobro, vendar se toplotni pogoji dela ne izboljšujejo zaradi tega, kar lahko razberemo iz odstotka nezadovoljnih (PPD) v zgornji tabeli.

DAN 2 (11. 3. 2015), temperatura zunaj: najnižja od -4°C , najvišja do 13°C

Drugi dan smo v pomožni pisarni toplotno ugodje merili tri ure, vendar smo podatke zapisovali na pet minut.

Tabela 10: Meritve toplotnega ugodja v točki B drugi dan

Ura	Povprečna temperatura zraka [$^{\circ}\text{C}$]	Povprečna relativna vlažnost [% rh]	Povprečna hitrost gibanja zraka [m/s]	Povprečna temperatura sevanja [$^{\circ}\text{C}$]	Povprečni PMV	Povprečni PPD [%]
8:25:48	17,4	38,1	0,06	18,9	0,1	6,1
8:30:48	20,7	32,2	< 0,05	21,7	0,5	11,2
8:35:48	22,1	30,3	0,06	22,8	0,7	15,9
8:40:48	22,6	29,7	0,06	23,2	0,8	18,1
8:45:48	23	29,2	0,08	23,4	0,8	19,1
8:50:48	23,3	29	0,07	23,6	0,9	20,5
8:55:48	23,5	28,9	0,07	23,7	0,9	21,2
9:00:48	23,6	29	0,07	23,8	0,9	21,8
9:05:48	23,6	29,1	0,07	23,8	0,9	21,9
9:10:48	23,7	29,2	0,06	23,9	0,9	22,4
9:15:48	23,8	29	0,07	23,9	0,9	22,9
9:20:48	23,9	29	0,07	24	0,9	22,9
9:25:48	24	28,9	0,06	24	0,9	23,5
9:30:48	24	29	0,07	24,1	0,9	23,8
9:35:48	24,2	28,7	0,07	24,1	1	24,2
9:40:48	24,1	29,2	0,07	24,1	1	24,2
9:45:48	24,1	29	0,07	24,1	1	24,1
9:50:48	24,1	28,8	0,07	24,1	0,9	24
9:55:48	24,1	28,7	0,07	24,1	1	24,1
10:00:48	24,1	29	0,07	24,2	1	24,5
10:05:48	24,2	29	0,07	24,2	1	24,9
10:10:48	24,2	29,1	0,07	24,2	1	25
10:15:48	24,2	29,1	0,07	24,2	1	24,7
10:20:48	24,1	29,1	0,07	24,2	1	24,6
10:25:48	24,1	28,9	0,09	24,2	0,9	23,9
10:30:48	23,1	28,8	0,11	23,7	0,8	19,3
10:35:48	21,9	29,7	0,1	22,5	0,7	14,1
10:40:48	22,2	30,1	< 0,05	22,3	0,7	14,6
10:45:48	22,9	29,2	0,06	23	0,8	17,8
10:50:48	23,4	28,7	0,06	23,4	0,8	20,2
10:55:48	23,7	28,6	0,07	23,7	0,9	21,4
11:00:48	23,9	28,6	0,06	23,9	0,9	22,8
11:05:48	23,9	28,5	0,07	24	0,9	23,3
11:10:48	23,7	28,3	0,08	23,9	0,9	22,4
11:15:48	23,4	28,1	0,07	23,7	0,9	21,1

(Vir: lasten)

Stanje se drugi dan meritev ne izboljša. Kot je razvidno iz tabele, se relativna vlažnost nikoli ne dvigne na minimalno zahtevano (30 %).

DAN 3 (13. 3. 2015), temperatura zunaj: najnižja od 0 °C, najvišja do 11 °C

Prav tako kot drugi dan smo tudi tretji dan v pomožni pisarni toplotno ugodje merili tri ure, podatke pa zapisovali na pet minut, kot je razvidno iz spodnje tabele.

Tabela 11: Meritve toplotnega ugodja v točki B tretji dan

Ura	Povprečna temperatura zraka [°C]	Povprečna relativna vlažnost [% rh]	Povprečna hitrost gibanja zraka [m/s]	Povprečna temperatura sevanja [°C]	Povprečni PMV	Povprečni PPD [%]
8:09:20	14	36,6	< 0,05	19	-0,1	5,7
8:14:20	17,6	29,8	0,06	19,9	0,2	5,6
8:19:20	18,9	27,9	0,06	20,4	0,3	6,7
8:24:20	19,5	27	0,07	20,7	0,3	7,5
8:29:20	19,8	26,7	0,08	20,8	0,4	7,9
8:34:20	20	26,5	0,07	20,7	0,4	7,9
8:39:20	20	26,5	0,08	20,7	0,4	7,9
8:44:20	19,8	26,9	0,08	20,5	0,3	7,5
8:49:20	19,5	27,4	0,08	20,3	0,3	6,9
8:54:20	19,3	27,5	0,09	20	0,3	6,5
8:59:20	19,3	27,6	0,08	19,9	0,2	6,3
9:04:20	19,3	27,4	0,07	19,9	0,3	6,4
9:09:20	19,7	27,4	0,07	20,2	0,3	7
9:14:20	19,7	27,3	0,09	20,4	0,3	7,2
9:19:20	19,7	27,5	0,07	20,3	0,3	7,2
9:24:20	19,8	27,8	0,08	20,4	0,3	7,4
9:29:20	19,8	27,7	0,07	20,4	0,3	7,4
9:34:20	20,1	27,6	0,07	20,6	0,4	7,8
9:39:20	20,3	27	0,08	20,9	0,4	8,5
9:44:20	20,2	27,1	0,08	20,8	0,4	8,3
9:49:20	20,1	27	0,09	20,8	0,4	8
9:54:20	20,2	26,9	0,07	20,8	0,4	8,2
9:59:20	20,5	26,7	0,06	21,1	0,4	9
10:04:20	20,6	26,5	0,07	21,1	0,4	9,1
10:09:20	20,4	26,4	0,1	21	0,4	8,5
10:14:20	20	26,9	0,09	20,6	0,4	7,7
10:19:20	20,1	27,3	0,08	20,7	0,4	7,9
10:24:20	20,5	27,4	0,07	20,9	0,4	8,9
10:29:20	20,5	27,1	0,08	21	0,4	8,8
10:34:20	20,6	26,8	0,06	21	0,4	9
10:39:20	20,8	26,7	0,07	21,3	0,5	9,6
10:44:20	20,9	26,4	0,09	21,4	0,5	9,8
10:49:20	20,9	26,4	0,07	21,3	0,5	9,9
10:54:20	21,1	26,5	0,07	21,5	0,5	10,5
10:59:20	21,2	26,5	0,08	21,6	0,5	10,8
11:04:20	21,3	26,5	0,06	21,7	0,5	11,2

(Vir: lasten)

Ta dan so meritve pokazale zelo izboljšane rezultate. Kljub premalo relativne vlažnosti je stanje boljše kot prejšnje dni. Izboljšanje stanja ni povezano z ukrepi, ampak je zgolj naključje. To je rezultat nižjih temperatur. Temperature so primerne za ogrevalno sezono. Odstotek nezadovoljnih se je zmanjšal (PPD).

4 PREOBLIKOVANJE STANJA

Toplotno stanje v prostorih sprejemne in pomožne pisarne ni kritično, vendar so potrebni popravki in izboljšave. Pri merjenju se je pokazalo, da je problem prenizka relativna vlažnost v prostoru, ki bi morala znašati med 30 % in 70 %. Za izmerjene temperature, ki se gibljejo okoli 24 °C, kar je zgornja meja temperature zraka v ogrevalni sezoni, bi morala biti relativna vlažnost zraka okoli 65 %. Relativna vlažnost v delovnem okolju ne sme preseči 80 %, saj se lahko pojavi plesen, ki prav tako ni zaželena in povzroča obolenja. Meritve so bile opravljene v ogrevalni sezoni (pozimi), ko je zrak še bolj suh kot v neogrevalni sezoni (poleti). Zaradi suhega zraka se lahko pojavijo pokašljevanje zaposlenih, razpokana koža in druge zdravstvene težave. Tako pride do neugodja, ki zaposlenim niža kakovost dela in ogroža njihovo zdravje.

Problem prenizke relativne vlažnosti se rešuje z vlaženjem zraka. Za vlaženje zraka poznamo več tehnologij. S temi tehnologijami pred vpihom zrak obdelamo, da dobimo želeno stanje. Delujejo po podobnem sistemu: če je zrak presuh, se zraku dodaja vlago, če je zrak prevlažen, pa se zrak najprej ohladi, s čimer se mu zmanjša relativna vlažnost. Zrak, ki mu odvzamemo delež vlage, pa je treba tudi ponovno segreti, na zahtevano temperaturo. Torej da dobimo toplotno ugodje zaposlenih, moramo zrak obdelati (vlažiti, sušiti, ogrevati, hladiti, čistiti itd.). Da zrak obdelamo pravilno in dosežemo toplotno ugodje, pa ta gre mimo tipal ali senzorjev, ki zaznavajo, kakšno in kolikšno obdelavo zrak potrebuje. V URI Soča so nadzor, regulacija in vodenje klimatskih naprav vodeni avtomatsko prek elektrokrmilnih sistemov. Prek teh sistemov so krmiljeni vsi parametri in funkcije izvajalnih organov. Te funkcije so pomembne, saj uporabniku omogočajo spremljanje in nastavljanje parametrov ter alarmiranje o odstopanjih izbranih stanj. Vlažnost zraka lahko reguliramo tudi s higrostatom.

HIGROSTAT

Higrostat nam služi za nastavitve želene vlažnosti zraka. Je neke vrste krmilna enota.

Za reševanja našega problema pomanjkanja vlage v prostoru lahko uporabimo pet tehnologij za zdrav notranji zrak. Te tehnologije so: pralniki zraka, parni vlažilniki, hlapilni vlažilniki, ultrazvočni vlažilniki, čistilniki in kombinirane naprave ter vlažilniki na adiabatno vlaženje s hladno vodno meglo.

PRALNIKI ZRAKA

Pralniki zraka delujejo brez filtrov, njihova namena pa sta pranje in vlaženje zraka. Pralniki zraka vsebujejo posebne vlažilne diske, ki se vrtijo skozi vodo ter tako čistijo in vlažijo zrak. Sistem pri pralnikih zraka je podoben kot to v naravi poteka z dežjem. Vlaženje poteka na osnovi izhlapevanja, kar se samodejno prilagaja vlažnosti v prostoru. Pralniki zraka ne potrebujejo higrostate za regulacijo. Opremljeni so z antibakterijskim sistemom, ki zagotavlja antibakterijsko delovanje naprave. (<http://www.ideo.si/pdfi/vlazilci.pdf>, 23. 4. 2015)

PARNI VLAŽILNIKI

Parni vlažilniki zrak vlažijo z vpihavanjem vodne pare v zračni tok. Vodo najprej segrejemo in uparimo. Pridobljena vodna para zelo učinkovito vlaži zrak in pri tem celo lahko vzdržuje konstantno temperaturo zraka. Če je parni vlažilnik vgrajen v prezračevalni ali klimatski sistem, zrak navlaži z vodno paro pred vpihom v prostor. Tako ga lahko pred vpihom v prostor po potrebi še obdelamo. Vlažnost zraka lahko uravnavamo in kontroliramo s higrostatom. (<http://www.ideo.si/pdf/vlazilci.pdf>, 23. 4. 2015)

HLAPILNI VLAŽILNIKI

V hlapilnih vlažilnikih je posebna hlapilna kasete. Ta kasete vpija vodo, ki kasneje navlaži zrak. Vlaženje poteka tako, da z ventilatorjem posesamo suh zrak skozi to mokro kaseto. Ko zrak izstopi, je optimalno navlažen. Pri hlapilnih vlažilnikih ne potrebujemo dodatnega uravnavanja s higrostatom, saj suh zrak pri prehodu čez mokro kaseto posrka samo optimalno količino vlage glede na temperaturo. (<http://www.ideo.si/pdf/vlazilci.pdf>, 23. 4. 2015)

ULTRAZVOČNI VLAŽILNIKI

Pri ultrazvočnih vlažilnikih so ključnega pomena vibracije visokih frekvenc, ki vodo spremenijo v zelo drobne kapljice. Temu lahko rečemo tudi hladna meglica. Hladna meglica v prostor prehaja s pomočjo ventilatorja, ki jo potisne v prostor, kjer pa takoj izhlapi. Ultrazvočni vlažilniki imajo tudi izmenljive demineralizacijske kartuše, ki zagotavljajo čisto in higienično meglico. Vlažnost reguliramo s higrostatom. Pri ultrazvočnih vlažilcih pa moramo biti pozorni na trdoto vode, saj niso primerni za vlaženje zraka z vodo, ki je trša od 15 dH (nemška stopinja – 1Dh = vsebnost 1 mg CaO (kalcijev oksid) na 100 ml vode) (<http://www.ideo.si/pdf/vlazilci.pdf>, 23. 4. 2015).

VLAŽILNIK NA ADIABATNO VLAŽENJE S HLADNO VODNO MEGLO

Ti vlažilniki delujejo zelo preprosto, vendar tudi učinkovito. Zrak vlaži z zelo finim vodnim pršcem, ki se z rotiranjem vpihuje v prostor in izpareva s pomočjo obstoječe toplote v prostoru. Čeprav so ti vlažilniki stroškovno učinkovita, ekološko in ekonomsko dobra rešitev, se zraku z vlaženjem vseeno zniža temperatura. Ti vlažilniki izboljšujejo kakovost zraka, saj vsebujejo posebne filtre, kjer se zadržijo delci prahu in druge primesi. (<http://www.premat.si/informacije.html>, 23. 4. 2015)

4.1 KLIMATSKA NAPRAVA IN VGRAJEN PARNI VLAŽILNIK

KLIMATSKA NAPRAVA

V klimatski napravi se zrak najprej filtrira prek filtrne enote G4 (razred). Skozi izmenjevalnik, ki izkorišča energijo podtalne vode, se sveži zrak predgreje/predhladi, nato pa prehaja skozi dovodni ventilator in rekuperator, v katerem se predgreje/ohladi na neko temperaturo. Rekuperator je zasnovan kot rotacijski rekuperator. Na zahtevano temperaturo se vpihani zrak ogreje/ohladi ob prehodu skozi grelnik/hladilnik in navlaži skozi parni vlažilnik. Sledita še prehod skozi dušilnik zvoka in filtracija zraka prek filtrne enote F6 (razred). Na prehodu prezračevalnih kanalov iz strojnice so vgrajene požarne lopute. Regulacija konstantnega tlaka na strani dovodnega in odvodnega zraka poteka prek tlačnega

tipala, krmilnika in frekvenčnega regulatorja vrtljajev elektromotorja ventilatorja.

Zajem zraka se nahaja na fasadi, v kleti objekta J2, poleg strojnice. Zajem zraka klimatskih naprav je izveden prek skupnega kanala.

Izpust odpadnega zraka je predviden prek skupnega kanala, ki je voden v zemlji, v betonskem kanalu. Zrak se odvaža prek betonskega prezračevalnika, ki je lociran poleg objekta, na razdalji približno 4,5 m.

Klimatska naprava omogoča povezavo na obstoječ centralni nadzorni sistem.

Vgrajena sta prostotekoča, centrifugalna, neposredno gnana ventilatorja z visokima stopnjama učinkovitosti ventilatorja in elektromotorja v širšem območju delovanja. Njuna regulacija se izvaja prek zunanjih frekvenčnih pretvornikov. Pogonski kolesi sta pritrjeni na ohišje naprave prek fleksibilnih priključkov, kar preprečuje prenos vibracij in hrupa. Dodatna zaščita za prenos hrupa in vibracij so še protivibracijski podstavki pod ventilatorjema. V napravi je vgrajen visoko učinkovit rotacijski regeneratorski element za vračanje odpadne toplote in vlage, izdelan iz aluminija s higroskopskim premazom in modulacijskim pogonom. Zbiralniki za kondenzat so narejeni iz nerjaveče pločevine z nagibom proti odprtini za odvod kondenzata. V odpadnem in svežem zraku je vgrajen vrečast filter s stopnjo učinkovitosti filtracije F5. Vsi filtrirni mediji so stransko izvlečljivi in so obdelani s snovjo, ki preprečuje razrast mikroorganizmov. Svežemu zraku se v zimskem času regulira vlažnost s parnim vlažilnim elementom, v letnem času pa s hladilnim elementom in dogrelnikom zraka.

Klimatske sisteme prikazujemo s simboli iz spodnje slike. Pred simbolom se lahko pojavita + in –, kar pomeni ogrevanje/hlajenje.

Simboli v tehniki klimatizacije:



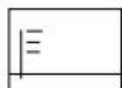
• Ventilator



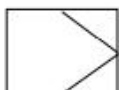
• Vir toplote,

• Grelnik

• Hladilnik



• Vlažilnik



• Zračni filter



• Dušilnik zvoka

Slika 17: Simboli v tehniki klimatizaciji

Sestava funkcijskih enot in tehnične karakteristike

Dovodna klimatska naprava (opis delov si sledi v smeri toka svežega zraka)

Zajemna enota, opremljena s panelnim filtrom razreda F5, filtrirne površine 1,27 m², revizijsko odprtino na tečajih s posebnimi zapornimi elementi in dvoslojnim oknom, fleksibilnimi priključki, razsvetljava in manometrom.

Stransko izvlečljiva grelno/hladilna enota z glikolnim grelnikom/hladilnikom, eliminatorjem vodnih kapljic, z okvirjem in kondenzacijsko posodo.

Ventilatorska enota: neposredno gnan enostransko sesalni ventilator, vključno z revizijsko odprtino in varovanjem pred odprtjem, gumijastimi protivibracijskimi podstavki ter fleksibilnimi priključki.

Enota za vračanje odpadne toplote in vlage z entalpijskim rotacijskim regeneratorjem.

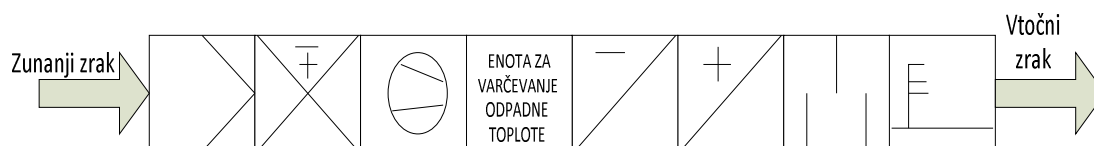
Stransko izvlečljiva hladilna enota z vodnim hladilnikom in kondenzacijsko posodo.

Stransko izvlečljiva grelna enota z vodnim grelnikom in protizamrzovalnim okvirjem s termostatom.

Kulisni dušilnik zvoka.

Parni vlažilnik z revizijsko odprtino na tečajih s posebnimi zapornimi elementi, kondenzacijsko posodo, razsvetljava in dvoslojnim oknom.

Dovodna klimatska naprava je prikazana s simboli na sliki 18.



Slika 18: Dovodna klimatska naprava (Vir: lasten)

Odvodna klimatska naprava (enote si sledijo v smeri odtočnega zraka)

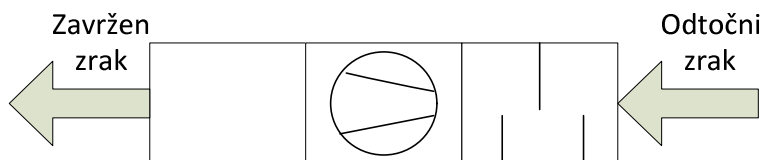
Kulisni dušilnik zvoka.

Ventilatorska enota: neposredno gnan enostransko sesalni ventilator, vključno z revizijsko odprtino in varovanjem pred odprtjem, gumijastimi protivibracijskimi podstavki ter fleksibilnimi priključki.

Enota za vračanje odpadne toplote in vlage z entalpijskim rotacijskim rekuperatorjem.

Izstopna enota s fleksibilnimi priključki.

Odvodna klimatska naprava je prikazana s simboli na spodnji sliki.

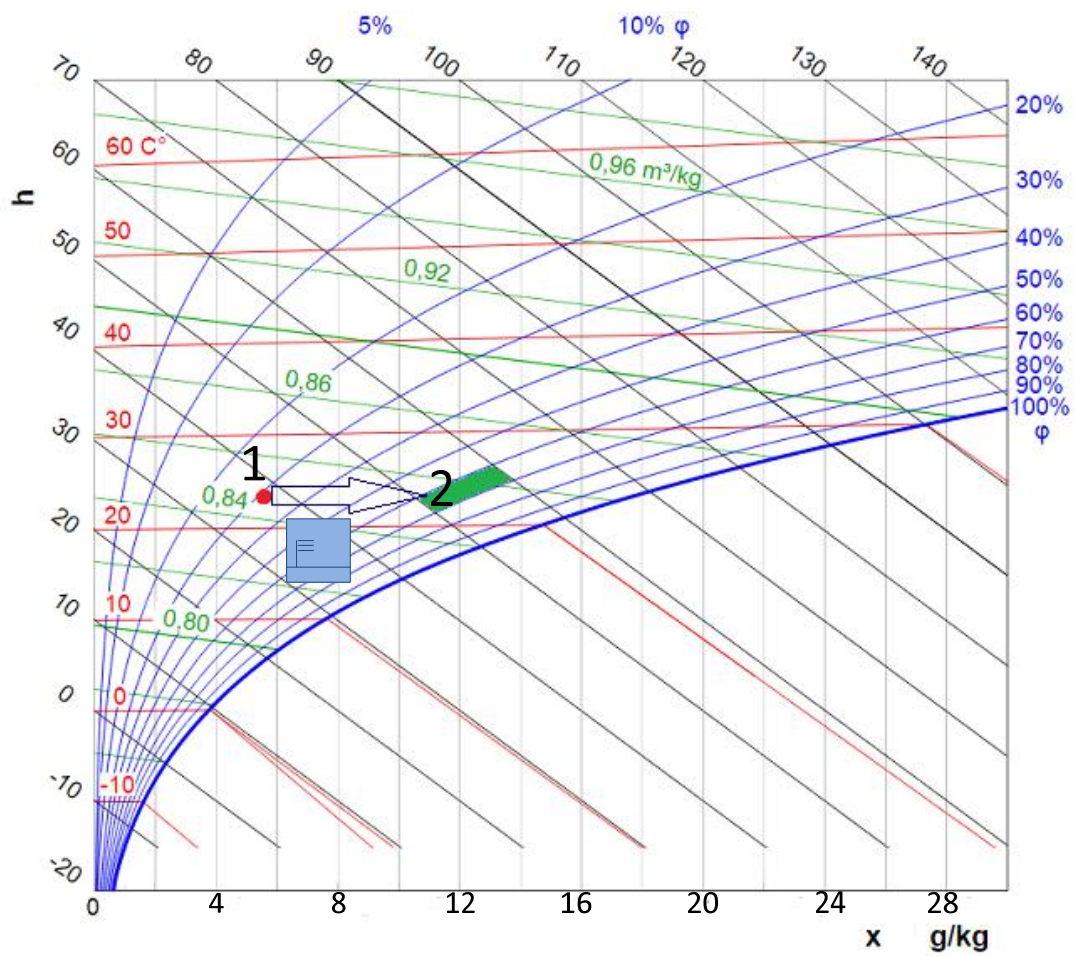


Slika 19: Odvodna klimatska naprava (Vir: lasten)

PARNI VLAŽILNIK

V URI - Soča imajo za vlaženje zraka v klimatsko napravo vgrajen parni vlažilnik, ki se nahaja na koncu procesa obdelovanja zraka. Obdelan zrak se nato vpihava v sprejemno pisarno prek ventilatorskih konvektorjev. Delovanje parnega vlažilnika najlažje pokažemo z Mollierjevim h-x diagramom. Z Mollierjevim h-x diagramom lažje računamo z vlažnim zrakom in prikazovanje sprememb stanj je preglednejše. Ta diagram je koordinatni sistem. Na abscisni osi se nahaja absolutna vlažnost [g/kg] (gram vode na kilogram suhega zraka), na ordinatni osi pa se nahaja entalpija [kJ/kg] in temperaturna lestvica [°C]. V diagramu se nahaja značilna krivulja nasičenja zraka z vodno paro, kjer je relativna vlažnost 100% ($\varphi = 100\%$). Pri $\varphi = 1,0$ oziroma 100-odstotno relativni vlažnosti ločimo področje nenasičenega zraka (nad krivuljo) od področja nasičenega zraka, ki je tudi področje megle (pod krivuljo). Izoterme krivulje konstantnih temperatur v nenasičenem področju in pri temperaturi, večji od 0 °C, so ravne črte z blagim vzponom, ki se na krivulji nasičenja obrnejo navzdol (izoterme megle). Izoterme so krivulje, na katerih je temperatura stalna oziroma se ne spreminja, spreminja pa se gostota vlažnega zraka [kg/m³]. V Mollierjevem diagramu je specifični volumen podan na 1 kg suhega zraka.

V diagramu (slika 20) je prikazano vlaženje zraka s parnim vlažilnikom na URI - Soča. Toplotno ugodje je na diagramu prikazano kot zeleno področje ali področje 2. Začetno izmerjeno stanje je v točki 1. Temperatura zraka se je spreminjala od 22°C do 25°C, relativna vlažnost zraka pa se je gibala okoli 30 %. Prav zato smo izbrali le vlaženje zraka. Tako, kot je razvidno iz diagrama, je temperatura zadovoljiva (stanje 1), relativna vlažnost pa je bila prenizka. Relativno vlažnost smo povečali s pomočjo parnega vlažilca, ki je že vgrajen v klimatsko napravo. Zraku prek parnega vlažilca dodamo približno 5,30 g vode na kg suhega zraka. S tem ko smo zraku dodajali vodo (prek parnega vlažilca), smo prišli v področje 2 (zeleno obarvano) toplotnega ugodja.



Slika 20: Mollierjev h-x diagram parnega vlažilnika (Vir: lasten)

5 ZAKLJUČEK

V diplomskem delu smo najprej predstavili notranje okolje in način doseganja toplotnega ugodja. Za toplotno ugodje so potrebni dobri toplotni pogoji, ki so določeni s pravilniki in standardi. Toplotne pogoje izmerimo s parametri (temperatura zraka, hitrost gibanja zraka, sevalna temperatura in relativna vlažnost). Iz teh parametrov nato izračunamo PPD (mera za oceno toplotnega udobja) in PMV (predvidena mera za toplotno udobje), ki sta dva kriterija za ocenjevanje toplotnega ugodja na delovnem mestu. Pri previsokemu ali prenizkemu PPD lahko ugotovimo, da eden od parametrov toplotnega ugodja odstopa od priporočil. Že pri malih odstopanj lahko pride do neugodja, ki ga zaposleni občutijo preko kože in ostalih čutil.

V sprejemni pisarni URI - Soča so zaposleni začeli izražati nezadovoljstvo in prav v tem tiči glavni problem. Preko meritev toplotnega ugodja smo razbrali, da se je PPD dvignil kar visoko nad želeno vrednostjo. Zaradi tega smo podatke zapisovali v tabele in s pomočjo teh tabel prišli do ugotovitve, da v sprejemni pisarni relativna vlažnost ni na zadovoljivi ravni. Izmerjena vrednost relativne vlažnosti je bila prenizka. To pa je začelo vplivati tudi na zaposlene v sprejemni pisarni, kar se je odražalo v nezadovoljstvu. Pri predolgi izpostavljenosti prenizki relativni vlažnosti lahko nastopijo tudi zdravstvene težave, saj prenizka stopnja vlažnosti pomeni preveliko izparevanje znoja.

Za reševanje prenizke stopnje relativne vlažnosti moramo v sistem ali neposredno v prostor vgraditi vlažilnik zraka, ki zrak navlaži. V diplomskem delu smo predstavili nekaj tehnologij vlaženja. Z uporabo katere koli od teh tehnologij bi rešili naš problem. Na koncu smo za vlaženje zraka v sprejemni pisarni izbrali parni vlažilnik vgrajen v klimatsko napravo, saj URI - Soča že razpolaga z njim in se tako izognemo velikim investicijskim stroškom. Parni vlažilnik je ena boljših izbir za vlaženje zraka v prostoru, saj zraku dodaja le vlago, na druge parametre toplotnega ugodja pa praktično ne vpliva. Predvsem je pomembno da vlažilnikov ne izklapljam, saj so ravno tako pomembni kot prezračevanje, ogrevanje in hlajenje v prostorih. Vlažilnik lahko izklopimo samo v primeru, da je v zraku dovolj relativne vlažnosti in ko z izklopom ne vplivamo na druge klimatske in prezračevalne sisteme. Prav tako pa izklop vlažilnika ne sme vplivati na toplotno ugodje v prostorih inštituta.

LITERATURA IN VIRI

KNJIGE

- Balantič, Z. (2000). Človek, delo, učinek. Kranj: Moderna organizacija.
- Batič, M., Bizjak, G., Grenc, D., Butala, V., Čudina, M. idr. (2002). Priporočnik za zdravo in varno delo. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.
- Drusany, V. (1999). Varnostnotehniški priročnik. Ljubljana: Narodna in univerzitetna knjižnica.
- Gspan, P. (2004). *Praktične smernice za preiskave delovnega okolja*. Ljubljana: Zavod za varstvo pri delu d.d.
- Gspan, P., Srna, M., & Jurjavčič, M. (2002). *Metode ocenjevanje delovnega okolja*. Ljubljana: Narodna in univerzitetna knjižnica.

ČLANEK

- Polanc, T. (2007). Pisarniško delovno okolje z vidika varnosti in zdravja pri delu. *Delo in varnost*, 4 (52), 6–12.

VIR

- Uradni list RS, št. 89/1999, z dne 4. 11. 1999.
- Uradni list RS, št. 42/2002, z dne 15. 5. 2002.
- Uradni list RS, št. 43/2011, z dne 3. 6. 2011.

SPLETNE STRANI

- Univerzitetni rehabilitacijski inštitut Republike Slovenije – Soča. Pridobljeno 23. 3. 2015 s <http://www.irrs.si/>.
- Pet tehnologij za zdrav notranji zrak. Pridobljeno 23. 4. 2014 s <http://www.ideo.si/pdf/vlazilci.pdf>.
- Metrel, merilna in regulacijska oprema. Pridobljeno 31. 3. 2015 s <http://nakup.metrel.si/izdelki/kakovost-delovnega-okolja/mi-6201-multinorm/opcijski-pribor.html>.
- Premat. Pridobljeno 23. 4. 2015 s <http://www.premat.si/informacije.html>.

KAZALO SLIK

Slika 1: Set za merjenje mikroklimе	2
Slika 2: Sonda za merjenje vlažnosti in temperature	3
Slika 3: Globus termometer	3
Slika 4: Parametri notranjega okolja	4
Slika 5: Tehnica dinamičnega ravnovesja delavec : delovno okolje.....	5
Slika 6: Faktorji ugodja	6
Slika 7: Človek in oddaja toplote	7
Slika 8: Odnos med merilom PMV in PPD	8
Slika 9: Črpalka za podtalno vodo	13
Slika 10: Del klimatske naprave	14
Slika 11: Koledar meritev v sprejemni pisarni.....	15
Slika 12: Koledar meritev v sprejemni pisarni.....	15
Slika 13: Koledar meritev v pomožni pisarni.....	16
Slika 14: Tloris sprejemne pisarne, pomožne pisarne in hodnika.....	17
Slika 15: Komunikacija med zaposlenimi in pacienti	18
Slika 16: Tloris pomožne pisarne	25
Slika 17: Simboli v tehniki klimatizaciji	31
Slika 18: Dovodna klimatska naprava	32
Slika 19: Odvodna klimatska naprava	33
Slika 20: Mollierjev h-x diagram parnega vlažilnika	34

KAZALO TABEL

Tabela 1: Nivoji metabolizma in dejavnosti	9
Tabela 2: Toplotna izolativnost obleke	9
Tabela 3: Meritve toplotnega ugodja v točki A prvi dan	19
Tabela 4: Meritve toplotnega ugodja v točki A drugi dan.....	20
Tabela 5: Meritve toplotnega ugodja v točki A tretji dan	21
Tabela 6: Meritve toplotnega ugodja v točki A četrti dan	22
Tabela 7: Meritve toplotnega ugodja v točki A peti dan	23
Tabela 8: Meritve toplotnega ugodja v točki A šesti dan	24
Tabela 9: Meritve toplotnega ugodja v točki B prvi dan	26
Tabela 10: Meritve toplotnega ugodja v točki B drugi dan	27
Tabela 11: Meritve toplotnega ugodja v točki B tretji dan	28