

Факултет инжењерских наука

Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Индустијски инжењеринг

Предмет: Инжењеринг безбедности и управљање ризиком

Број индекса: 403/2013

Тамара З. Милутиновић

Утицај микроклиматских фактора на безбедност и здравље на раду

Мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Доц. др Мачужић Иван – ментор

2. _____

Датум одбране: _____

3. _____

Оцена: _____

Задатак студента у оквиру овог рада јесте да сагледа и опише феномен микроклиме, микроклиматских параметара, као и њихов утицај на радника у радном окружењу. Поред теоријских, задатак студента јесте да и на практичним основама изврши мерење и анализу параметара микроклиме и да добијене експерименталне резултате упореди са препорукама из литературе. Након тога, задатак студента јесте да коментарише добијене резултате посматрано са аспекта микроклиме и њених параметара.

Препоручена литература:

- [1] Иван Мачужић, Петар Тодоровић, Бранислав Јеремић, Марко Ђапан, Наставни материјал са предавања за предмет Инжењеринг безбедности и управљање ризиком.
- [2] Безбедност и здравље на раду, књига 1, Висока техничка школа струковних студија у Нишу, јануар 2011
- [3] ILO codes of practice, Ambient factors in the workplace, International Labour Office Geneva, 2001

У Крагујевцу,

Ментор:

Доц. др Мачужић Иван

РЕЗИМЕ

С' обзиром да само запослени који ради у оптималним условима може да обезбеди активност која доводи до раста друштва и положаја на тржишту он и на тај начин постиже безбедан и здрав рад. У овом раду представљен је утицај микроклиматских фактора као што су (температура, влажност ваздуха, брзина струјања ваздуха и осветљење) на рад радника у радној средини.

Посебан акценат стављен је на истраживања која су извршена на “Факултету инжењерских наука у Крагујевцу”. Измерене вредности су се упоређивале са прописаним и на тај начин дошло се до закључка колико је безбедно извођење радне активности у просторијама где је извршено мерење.

Кључне речи: Микроклима, параметри микроклиме, безбедности и здравље на раду, температура, влажност ваздуха, осветљење

ABSTRACT

Due to the fact that only the employed one working in optimal conditions can ensure that the activity which leads to the increase of society and the market position, that way, as well, one achieves safe and healthy work. This paper represents the influence of the microclimatic factors such as (temperature, humidity, air velocity, and lighting) on the activity of the employer in the workplace.

The researches conducted at the “Faculty of Engineering University of Kragujevac”, are particularly emphasized. Measured values were compared to the prescribed ones, and thus it was concluded whether it is safe to perform the working activities in the premises where the measurement took place.

Key words: Microclimate, microclimate parameters, safety and health at work, temperature, air humidity, lighting

САДРЖАЈ

РЕЗИМЕ	3
ABSTRACT	3
1.0 УВОД	8
2.0 МИКРОКЛИМА РАДНЕ СРЕДИНЕ	10
2.1 Температура радне средине	13
2.1.1 Рад на високим температурама	14
2.1.2 Рад на ниским температурама.....	14
2.1.3. Мерење температуре.....	15
2.2. Влажност ваздуха.....	17
2.2.1 Мерење влажности ваздуха.....	19
2.3 Брзина струјања ваздуха	21
2.3.1 Мерење брзине струјања ваздуха	23
2.4 Осветљење радног окружења	24
2.4.1. Мерење осветљености у просторијама	27
3.0 ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ИСТРАЖИВАЊА	28
4.0 РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА	34
4.1 Измерена температура ваздуха у канцеларији.....	34
4.2 Измерена влажност ваздуха у канцеларији	38
4.3 Измерено осветљење у канцеларији	42
4.4 Измерена температура ваздуха у радионици	46
4.5 Измерена влажност ваздуха у радионици	50
4.6 Измерено осветљење у радионици.....	54
5.0 ЗАКЉУЧАК	58
ЛИТЕРАТУРА	59

САДРЖАЈ СЛИКА

Слика 2.1.3 - Класичан живин термометар	15
Слика 2.2 - Максимално дозвољене вредности релативне влажности ваздуха	17
Слика 2.2.1.1 - Психрометар са фитиљем по Агусту	19
Слика 2.2.1.2 - Аспирациони психрометар по Асману	20
Слика 2.2.1.3 - Полиметар.....	20
Слика 2.3.1.1 - Анемометар.....	23
Слика 2.3.1.2 - Ката-термометри	23
Слика 2.4.1 - Луксметар за мерење осветљености.....	27
Слика 3.1 - Центар за теротехнологију	28
Слика 3.2 - Радно место у Центру за теротехнологију.....	29
Слика 3.3 - Машинска радионица	30
Слика 3.4 - Радно место у ЛОМП.....	31
Слика 3.5 - Environment Meter	32
Слика 3.6 - Приказ мерења микроклиматских параметара у ЛОМП	33
Слика 4.1.1 - Измерена температура ваздуха у канцеларији у 12:25 часова.....	35
Слика 4.1.2 - Измерена температура ваздуха у канцеларији у 12:40 часова.....	35
Слика 4.1.3 - Измерена температура ваздуха у канцеларији у 12:55 часова.....	36
Слика 4.1.4 - Измерена температура ваздуха у канцеларији у 13:10 часова.....	36
Слика 4.1.5 - Измерена температура ваздуха у канцеларији у 13:25 часова.....	37
Слика 4.1.6 - Укупна измерена температура ваздуха у канцеларији	37
Слика 4.2.1 - Измерена влажност ваздуха у канцеларији у 12:25 часова.....	39
Слика 4.2.2 - Измерена влажност ваздуха у канцеларији у 12:40 часова.....	39
Слика 4.2.3 - Измерена влажност ваздуха у канцеларији у 12:55 часова.....	40
Слика 4.2.4 - Измерена влажност ваздуха у канцеларији у 13:10 часова.....	40
Слика 4.2.5 - Измерена влажност ваздуха у канцеларији у 13:25 часова.....	41

Слика 4.2.6 - Укупна измерена влажност ваздуха у канцеларији	41
Слика 4.3.1 - Измерено осветљење у канцеларији у 12:25 часова	43
Слика 4.3.2 - Измерено осветљење у канцеларији у 12:40 часова	43
Слика 4.3.3 - Измерено осветљење у канцеларији у 12:55 часова	44
Слика 4.3.4 - Измерено осветљење у канцеларији у 13:10 часова	44
Слика 4.3.5 - Измерено осветљење у канцеларији у 13:25 часова	45
Слика 4.3.6 - Укупна измерена осветљеност у канцеларији.....	45
Слика 4.4.1 - Измерена температура ваздуха у радионици у 11 часова	47
Слика 4.4.2 - Измерена температура ваздуха у радионици у 11:15 часова	47
Слика 4.4.3 - Измерена температура ваздуха у канцеларији у 11:30 часова.....	48
Слика 4.4.4 - Измерена температура ваздуха у канцеларији у 11:45 часова.....	48
Слика 4.4.5 - Измерена температура ваздуха у радионици у 12 часова	49
Слика 4.4.6 - Укупна измерена температура ваздуха у радионици	49
Слика 4.5.1 - Измерена влажност ваздуха у радионици у 11 часова	51
Слика 4.5.2 - Измерена влажност ваздуха у радионици у 11:15 часова	51
Слика 4.5.3 - Измерена влажност ваздуха у радионици у 11:30 часова	52
Слика 4.5.4 - Измерена влажност ваздуха у радионици у 11:45 часова	52
Слика 4.5.5 - Измерена влажност ваздуха у радионици у 12 часова	53
Слика 4.5.6 - Укупна измерена влажност ваздуха у радионици	53
Слика 4.6.1 - Измерено осветљење у радионици у 11 часова.....	54
Слика 4.6.2 - Измерено осветљење у радионици у 11:15 часова.....	55
Слика 4.6.3 - Измерено осветљење у радионици у 11.30 часова.....	55
Слика 4.6.4 - Измерено осветљење у радионици у 11:45 часова.....	56
Слика 4.6.5 - Измерено осветљење у радионици у 12 часова.....	56
Слика 4.6.6 - Укупна измерена осветљеност у радионици	57

САДРЖАЈ ТАБЕЛА

Табела 2.0 - Интервали фактора микроклиме у зависности од врсте рада и од температуре спољашњег ваздуха.....	11
Табела 2.1 - Средње температуре за одређене врсте рада.....	13
Табела 2.4 - Ниво осветљености у односу на захтеве извршења послова	24
Табела 4.1 - Измерена температура ваздуха у канцеларији	34
Табела 4.2 - Измерена влажност ваздуха у канцеларији	38
Табела 4.3 - Измерено осветљење у канцеларији	42
Табела 4.4 - Измерена температура ваздуха у радионици	46
Табела 4.5 - Измерена влажност вазуа у радионици.....	48
Табела 4.6 - Измерено осветљење у радионици	54

1.0 УВОД

Истраживања показују да сваке године у свету око два милиона запослених изгуби живот од повреда на раду или од последица професионалних обољења. Такође светске статистике потврђују, да се на радном месту за 50 процената више повређују млади и почетници, јер немају довољно искуства у одређеном послу и нису довољно обавештени о заштити на раду.

У савременим друштвима човеков рад је неопходан, први и основни услов опстанка и функционисања у друштву. Интерес и циљ друштва, и сваког појединца, треба да буде рад који је сам по себи безбедан и неугрожавајући за радника ако се обавља у безбедним и здравим условима.

Рад представља неопходност и услов за обезбеђење егзистенције, али и стални изазов за безбедност и здравље сваког појединца и друштва у целини. Осим примарног циља сваког запосленог, мора да постоји и секундарни, тј. да сваки запослени треба да тежи очувању здравља током радног века, физичког и психичког, како би могао неометано и дуговечно да ужива у плодовима свога рада. Здрав, сигуран, способан, спреман и мотивисани запослени није само индивидуални циљ, већ је државни и друштвени приоритет.

Безбедност и здравље на раду треба да је саставни део живота сваког радника, део опште културе и онога што се дешава у сваком предузећу и друштву уопште. Сврха безбедности и здравља на раду јесте спречавање повреда на раду проценом ризика и унапређење услова рада. Што је и у интересу сваког радника и сваког послодавца.

Организацији су потребни здрави радници ради испуњавања захтева посла, продуктивности али и са позиције економске исплативости њиховог рада. Са друге стране, једино радници који су задовољни заштитом њихових права и интереса из радног односа могу бити задовољни својим положајем у организацији и бити успешни у свом послу већи део свог живота на радном месту.

Како би неометано функционисао на свом радном месту потребно је очувати здравље, како физичко тако и психичко. Када говоримо о радној околини она представља простор у којем се обавља рад, укључује радна места, радне услове, радне поступке и односе у процесу рада. Под радним местом се подразумева простор за обављање послова.

Људи своје радне активности обављају у веома различитим условима и окружењу уз коришћење великог броја различитих средстава за рад. Превентивним и периодичним испитивањима услова радне околине проверава се и утврђује да ли су на радном месту примењене мере безбедности и здравља на раду.

Свако радно место има своје специфичности и захтеве са којима се радник сусреће. Без обзира на заједничке и посебне карактеристике различитих радних места, сваки рад може угрозити безбедност и здравље запосленог.

Поремећаји здравља који настају због неповољних микроклиматских услова у затвореном простору могу се спречити различитим активностима и коришћењем одређених уређаја. Неповољним микроклиматским условима могу бити изложени запослени на појединим радним местима и становништво у целини и то због неодговарајућег начина грејања, система за климатизацију и вентилацију, лошег одржавања простора и опреме.

Пре одређивања било ког микроклиматског чиниоца у затвореном простору, треба се упознати са основним географским, климатским и другим особинама околине просторије, који могу утицати на осећај термалног комфора.

Микроклиму одређује топлотни комфор, који представља стање свести изражено задовољством кад су топлотни услови средине и људског тела уједначени. Промена једног од метеоролошких елемената мења вредност других елемената. Тако се утицај температуре ваздуха на људски организам не може разматрати изоловано од величине релативне влажности ваздуха.

Последице изложености неадекватним вредностима микроклиме и осветљења не представљају директну опасност за живот запосленог, али прекомерна и дуготрајна изложеност неадекватним вредностима параметара доводи до оштећења у организму и утиче на квалитет живота.

Зато је процена удобности радног окружења је веома важна, јер само запослени који ради у оптималним условима може да обезбеди активност која доводи до раста друштва и положаја на тржишту.

2.0 МИКРОКЛИМА РАДНЕ СРЕДИНЕ

Услови рада и радне средине према физичким особинама могу се поделити у четири категорије:

- микроклиматски (температура, струјање и влажност ваздуха);
- енергија зрачења (јонизирајуће и нејонизирајуће зрачење);
- механичка енергија (бука, вибрације, инфра и ултра-звук);
- електрична енергија (електрична поља од 50 Hz, статички електрицитет).

Микроклима има велики утицај на здравље, удобност, квантитет и квалитет рада и радну способност радника. Под појмом микроклима подразумевамо услове који владају на једном ужем простору, најчешће у околини радног места и све чиниоце од којих ови услови зависе, а то су: температура, влажност ваздуха, топлотно зрачење [6].

Када се микроклимацки фактори налазе у оптималним вредностима, тада можемо рећи да је то одговарајућа микроклима радне средине. Тада човеков организам не мора да улаже напоре како би регулисао температуру тела.

Уколико микроклима није одговарајућа организам мора да улаже напоре да регулише температуру тела. Генерално, термални комфор се појављује када се температура тела држи унутар уских граница, као и када је влага коже мала. Тада су и физиолошки напори везани за регулацију доста растерећени.

Човек у слободно време може да смањи дискомфор тако што ће, на пример, променити одећу или активности, стање или локацију или пак променити регулатор температуре – отворити прозор [1].

Микроклиму радне средине чини скуп метеоролошких фактора који утичу на топлотно стање човечијег организма:

- температура ваздуха,
- влажност ваздуха,
- брзина струјања ваздуха и
- топлотно зрачење околине.

Наведене услове могуће је организовати, прилагодити и контролисати у радној средини.

Микроклиматски услови утичу у великој мери на здравље, субјективно осећање угодности и радну способност људи. Од вредности тих фактора зависи колико ћемо се на радном месту осећати пријатно што може веома значајно утицати на резултате рада али и на укупно здравствено и психофизичко стање радника [1].

У табели 2.0 представљени су оптимални микроклиматски параметари у зависности од тежине обављања посла, посебно са аспекта безбедности и здравља на раду.

Табела 2.0 Интервали фактора микроклиме у зависности од врсте рада и од температуре спољашњег ваздуха [11]

Врста рада	Температура спољашњег ваздуха								
	до +5° С			од +5 до +15° С			више од +15° С		
	Темп. [°C]	Рел. влажност [% RH]	Брзина струјања [m/s]	Темп. [°C]	Рел. влажност [%RH]	Брзина струјања [m/s]	Темп. [°C]	Рел. влажност [% RH]	Брзина струјања [m/s]
Лаки рад (рад без физичког напрезања)	18-28	max 75	max 0,3	18-28	max 75	max 0,6	max 28	28°C→55 26°C→60 24°C→65 <24°C→73	max 0.5
Средњи рад (лаки физички рад)	15-28	max 75	max 0,5	15-28	max 75	max 0,6	max 28	28°C→55 26°C→60 24°C→65 <24°C→73	max 0,7
Тешки рад (тешки физички рад)	15-28	max 75	max 0,5	15-28	max 75	max 0,6	max 28	28°C→55 26°C→60 24°C→65 <24°C→73	max 1.0

Врста рада [11]:

1. Лаки рад - рад који се обавља седећи, стојећи или у ходу али не захтева систематско физичко напрезање, подизање ни пренос терета;
2. Средњи рад - рад који се обавља уз одређено физичко напрезање, обавља се претежно стојећи или у ходу, или се врши пренос терета од 2 kg;
3. Тешки рад - рад који се обавља при систематском физичком напрезању, сталним кретањем и преношењем терета изнад 20 kg.

Уколико параметри нису одговарајући то ће довести до појачаног замарања радника, стреса и до различитих здравствених проблема. У случају продуженог дејства може довести и до озбиљних професионалних обољења.

Сви заједно, или сваки посебно, делују на ток терморегулационих процеса у човеку и у извесним случајевима могу проузроковати обољења код људи изложених тим условима. Међутим доказано је да човек ипак може да се пилагоди и живи у условима са веома великим температурним разликама, разликама релативне влажности ваздуха, брзине струјања ваздуха и другим физичко – климатским променама, али је потребно извесно време за привикавање, тј., за аклиматизацију.

Као што је познато, температура човечијег тела износи приближно 37°C. Иако људи живе у крајевима у којима је спољна температура и до +53°C (Сахара) и до -72°C (Сибир), они своју телесну температуру одржавају сталном. Већ и мале промене у температури, мање од 1°C, указују да стање организма није нормално, тј. да је човек болестан [1].

Један од битнијих параметара је температура чију вредност радници најлакше и најдиректније осећају, обзиром да се човек осећа угодно у релативно уском температурском опсегу.

У случају да је температура ван ових граница долази до појачаног оптерећивања система у људском организму. Многа радна места су директно везана за рад у условима врло високих или врло ниских температура што подразумева константан штетни утицај на здравље радника.

Други важан параметар микроклиме јесте влажност ваздуха. Оптимална вредност релативне влажности ваздуха износи од 40% до 70%. Повећане вредности влажности ваздуха доводе до појачаног знојења, бржег замарања и смањивања радне способности радника.

Такође један од параметара који утиче на човечији организам на радном месту је и струјање ваздуха. Оно може бити жељено (стимулисано) када представља проветравање или вентилацију радних просторија али може бити и нежељено, природно струјање ваздуха односно промаја.

2.1 ТЕМПЕРАТУРА РАДНЕ СРЕДИНЕ

Физиолошки систем за одржавање температуре и осећања пријатности је механизам испарења у кожи. У случају да се температура тела подигне у току рада изнад нормалне температуре, хлађење тела се постиже знојењем. Брзина испаравања зависи од температуре, влажности и струјања ваздуха. Током сваког физичког рада у раднику се ствара топлота, зато радник тежи да се ослободи сувишне топлоте јер ће на тај начин успшније радити и одржати нормалну температуру тела [8].

Температура је параметар чију вредност радници најлакше и најдиректније осећају, обзиром да се човек осећа угодно у релативно уском температурском опсегу. Оптималне границе су:

- за канцеларијски рад од 23°C до 26°C (лети) од 20°C до 24°C (зими)
- лаки физички рад од 17°C до 21°C,
- средње тежак физички рад од 15°C до 18°C
- тежак физички рад од 12°C до 15°C

Табела 2.1 – Средње температуре за одређене врсте рада [2]

Врста рада	Средња температура (°C)
За претежно седећи рад	+ 19°C
За претежно стојећи рад	+ 17°C
За тешки физички рад	+ 12°C
За администрацијске послове	+ 20°C
За продавнице	+ 19°C

Температура на радном месту треба да обезбеди удобност без потребе за посебном одећом. Највиша температура ваздуха која је допуштена за рад у просторији је 26°C, а разлика између температуре зида и ваздуха не би смела бити већа од 2 до 3°C. Најмања темперстура на радном месту треба да износи 16 °C. У радној околини радник може бити изложен високим и ниским температурама. Рад у таквим условима драстично утиче на извођење рада радника и његово здравље [9].

2.1.1 РАД НА ВИСОКИМ ТЕМПЕРАТУРАМА

Не постоји максимална вредност температуре којој радник може бити изложен на радном месту а да то не утиче на његово здравље. Излагање високим температурама зависи од низа фактора, као што су:

- релативна влажност ваздуха,
- излагање сунцу или другим топлотним изворима,
- струјање ваздуха,
- захтеви посла,
- аклиматизованост радника,
- да ли је заштитна одећа изношена и
- колико дуго је радник изложен максималној температури.

Прекомерно излагање топлоти може довести до топлотног стреса који се манифестује у виду исцрпљености, прекомерног знојења, несвестице и топлотног удара. Уколико процена показује да радници могу бити у опасности од топлотног стреса, послодавац би требао да елиминира рад у таквим условима, у случају да је елиминација неизводљива треба предузети мере да се смањи топлотно оптерећење [10].

Ефикасне мере заштите радника од топлотног стреса и последица које изазива укључују [2]:

- коришћење вентилатора и клима уређаја,
- ношење лаке и заштитне одеће,
- чешће коришћење пауза,
- конзумирање хладних пића (не кафе и алкохола),
- дозволити само мања физичка напрезања током максималног температурног периода,
- коришћење заклона или сунцобрана.

2.1.2 РАД НА НИСКИМ ТЕМПЕРАТУРАМА

Извршавање рада у хладној средини омета радне операције, утиче на здравље радника, а такође може угрозити и његов живот. Ако се одржава стална телесна температура омогућава се нормално функционисање рада радника. Човечији метаболизам може довести до смањене телесне температуре услед повећаног струјања и влажности ваздуха.

До губитка топлоте се долази и због опадања температуре ваздуха у радној средини. То се дешава када се јави разлика између температуре ваздуха и температуре тела [2].

Тело губи топлоту и када је у директном контакту са средством за хлађење или са хладном водом. Оно може изгубити од 25 до 30 пута више топлоте када је у контакту са хладним или мокрым предметима него да је у сувим условима рада. Када радник обавља радне задатке у влажној одећи губи топлоту 5 пута брже од радника у сувој одећи.

2.1.3. МЕРЕЊЕ ТЕМПЕРАТУРЕ

Мерење температуре ваздуха у просторијама је значајано за угодан и безбедан рад. Температура ваздуха се мери термометрима као што су дилатациони, електрични и оптички. Температура ваздуха се мења у односу на смену дана, ноћи и годишњих доба.

Термометри одређују температуру ваздуха, код новијих термометара постоји и могућност архивирања података у меморију. Меморије могу складиштити велике количине података (преко 50000 података) и служе за дуготрајно архивирање података.

За мерење температуре ваздуха најчешће се користи живин термометар слика 2.1.3. Жива се налази у стакленом резервоару који се продужава у цев константног пресека, затворену на горњем крају. Термометри са издуженим резервоаром су осетљивији од термометара са резервоаром у облику кугле. Сваки термометар има температурску скалу са подеоцима који означавају степене и делове степена. Пречник цеви је веома мали јер се тада могу регистровати и мале промене запремине живе услед загревања. То омогућује мерење температуре са тачношћу од (0.1 - 0.5) °C.



Слика 2.1.3 Класичан живин термометар [13]

Живини термометри се најчешће користе због тога што је жива, као течни метал, веома добар проводник топлоте, има малу специфичну топлоту и велики коефицијент ширења. Жива не кваси стакло, па се могу лако пратити промене њене запремине. Жива је у течном стању при температурама од $-38\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+358\text{ }^{\circ}\text{C}$, што омогућује мерење температуре ваздуха у свим реалним ситуацијама. За мерење веома ниских температура могу се користити термометри са алкохолом (до $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$), са толуолом (до $-95\text{ }^{\circ}\text{C}$) и са пентаном (до $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Приликом мерења температуре ваздуха, резервоар термометра мора бити у добром топлотном контакту са ваздухом, при чему је потребно одређено време да би се изједначиле температуре живе у резервоару и ваздуху. Да би се правилно измерила стварна температура ваздуха потребно је обезбедити струјање ваздуха око резервоара термометра. Због тога је за мерење температуре ваздуха најпогоднији аспирациони психрометар по Асману.

Приликом одређивања температуре ваздуха пре почетка рада треба проверити да ли живин стуб термометра има прекиде. Ако има, термометар је потребно стрести или постепено загревати до успостављања целине стуба. Ако се мерење температуре ваздуха врши обичним термометром изложеном сунчевом или топлотном зрачењу, термометар неће показивати праву температуру околног ваздуха. У том случају, резервоар термометра потребно је заштитити од зрачења, нпр. заклоном од станиола.

Очитавање температуре треба вршити све док се не добију две исте вредности, што значи да је постигнута топлотна равнотежа. Ако се мерење врши термометрима на Асмановом психрометру, вентилатор треба да ради за време очитавања температуре. Очитавање температуре се врши у хоризонталном нивоу у висини очију (паралакса). Ако се у току мерења посумња у тачност показивања термометра, он се може проверити тако што се постави у мешавину воде и леда и проверити да ли показује $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2.2. ВЛАЖНОСТ ВАЗДУХА

Релативна влажност ваздуха представља степен засићености ваздуха воденом паром, а изражава се у процентима (% RH). Оптимална вредност влажности ваздуха у затвореним просторијама је од 40 – 60% RH.

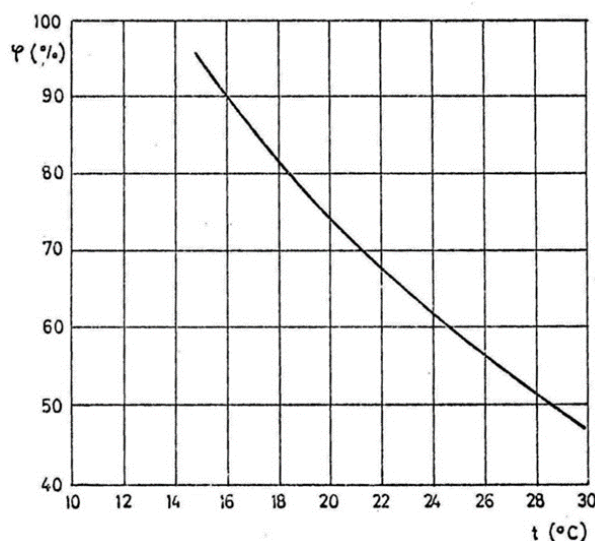
Влажност ваздуха има утицај на здравље и физичку кондицију запослених, а то се одражава и на ефикасност и ефективност у раду. Висок степен влажности у радној средини може бити резултат природе технолошког процеса, или организационих слабости.

На основу истраживања утврђено је да човечијем организму највише одговара 75% RH релативне влажности ваздуха у простору у коме живи и ради.

Веома сув ваздух је испод 55% RH, сув је између 55 - 74% RH, умерено влажан 75 - 90% RH и веома влажан је преко 90% RH.

Висока релативна влажност ваздуха није добра при ниским температурама, јер изазива влажење одеће чиме се смањује отпор провођењу топлоте и повећава одавање топлоте човека што није угодно при ниским температурама околине. Због тога се ограничава максимално дозвољена вредност релативне влажности у функцији температуре околног ваздуха слика 2.2.

Ни прениска влажност ваздуха није угодна за човека јер може изазвати претерано сушење коже и нарочито слузокоже (очију и дисајних путева). Зато се прописује и минимална дозвољена влажност ваздуха од 30% RH [5].



Слика 2.2 Максимално дозвољене вредности релативне влажности ваздуха [17]

Влажност ваздуха може бити :

- апсолутна влажност ваздуха (представља тежину водене паре у грамима која је садржана у 1 m^3 ваздуха),
- максимална влажност ваздуха (највећа количина водене паре коју ваздух садржи),
- релативна влажност ваздуха

Количина водене паре која се у одређеном моменту налази у ваздуху назива се апсолутна влага. Она зависи од температуре ваздуха (што је температура ваздуха виша то је и количина водене паре у њој већа и обрнуто). Максимална влажност је она највећа количина водене паре коју ваздух може да прими у себе при одређеној температури. Апсолутна и максимална влага се изражавају у mg/m^3 ваздуха или као парцијални притисак водене паре изражен у mmHg или килопаскалима (kPa).

Релативна влажност ваздуха представља однос апсолутне и максималне влажности при одређеној температури и изражава се у процентима ($P_v \%$). Она представља степен zasiћења ваздуха воденом паром и означава проценат водене паре коју је ваздух примио у односу на максималну количину водене паре коју би могао да прими при датој температури. Релативна влажност од 45% указује да је ваздух примио 45% највеће количине водене паре коју би могао да прими при датој температури.

Апарати за одређивање влажности ваздуха из новије генерације раде по принципу претварања информације о релативној влажности у електричну струју и добијене вредности приказују путем казальке или дигитално на екрану [7].

2.2.1 МЕРЕЊЕ ВЛАЖНОСТИ ВАЗДУХА

1) Психрометар са фитиљем по Аугусту

Психрометар је уређај за мерење влажности ваздуха приказан на слици 2.2.1.1. Он се састоји од два живина термометра који су постављени на металном стативу. Један је суви и служи за мерење температуре ваздуха, а други је мокри јер је обавијен навлаженим муселинским платном.

Када се врше мерења могу се видети разлике у температури на суом и мокром термометру. Сув показује стварну температуру, а мокри исту или нижу у зависности од засићености ваздуха воденом паром.

Услед испаравања воде са навлаженог муселинског платна, долази до утрощка топлоте, па је температура ваздуха на мокром термометру нижа него на сувом. Уколико је ваздух сувљи долази до интензивнијег испаравања, па ће и разлике у температури бити веће и обрнуто. У случају када је ваздух потпуно засићен воденом паром нема разлика на термометрима. Након утврђивања разлике у температурама која се назива психрометарска диференција одређује се влажност ваздуха [4].



Слика 2.2.1.1 Психрометар са фитиљем по Аугусту [4]

2) Аспирациони психрометар по Асману

Аспирациони психрометар је састављен од сувог и влажног термометра, али су оба обложена металним оклопом на чијем врху се налази вентилациони механизам, односно аспиратор, слика 2.2.1.2. Након активирања аспиратора, навијањем помоћу кључа долази до усисавања ваздуха кроз отворе двоструких цеви у којима се налазе резервоари термометра. Ваздух излази кроз бочне отворе. Потребно је навасити муселинско платно на мокром термометру пре почетка мерења. Лако је преносан [4].

Аспирациони психрометар по Асману



Слика 2.2.1.2 Аспирациони психрометар по Асману [4]

3) Полиметар

Полиметар је инструмент који служи за мерење релативне влажности ваздуха, температуре ваздуха, максималног напона водене паре и вредности за утврђивање температуре росне тачке. Уређај са леве стране има скалу за одређивање температуре ваздуха, док десна одређује вредности максималног напона водене паре, слика 2.2.1.3.

Полиметар је инструмент који преко процеса промене издужености човечије власи врши мерења влажности ваздуха. Уколико се влас препарира ослободиће се поре које ће омогућити кондензацију водене паре. Влас упија воду из ваздуха и издужава се, кад је влажност ваздуха висока и обрнуто [4].



Слика 2.2.1.3 Полиметар [4]

2.3 БРЗИНА СТРУЈАЊА ВАЗДУХА

Кретање ваздуха настаје услед разлике у температури, односно у притисцима који владају у појединим деловима ваздуха изнад одређених површина.

Оптималне вредности струјања ваздуха су од 0,10 – 0,30 m/s, промаја се осећа при брзинама од 1,00 – 1,50 m/s.

Промена ваздуха у простору где запослени борави је битна да би се човек освежио, достигао нормалан састав и влажност, и да би се смањила концентрација штетних материја.

Ваздух у радним просторијама може садржати прашину, дувански дим, водену пару, угљен диоксид, различита испарења, непријатне мирисе, бактерије итд. Због тога је одржавање чистоће и задовољавајућег квалитета ваздуха у радним просторијама од великог значаја.

Брзина струјања ваздуха креће се у границама од 0,3 - 1,0 (m/s) у зависности од врсте рада (лаки, средњи и тешки рад) и темпаратуре спољашњег ваздуха.

Према карактеру кретање ваздуха може бити:

- усмерено
- вртложно

Промаја, представља неконтролисано струјање, које је генерално штетно и треба максимално смањити излагање радника таквим условима.

Вентилација у радним просторијама може бити природна и механичка. Природна вентилација се постиже проветравањем преко врата и прозора. У принципу је мање ефикасна а препорука је да површина прозора мора бити око 10% површине пода у просторији како би се постигли задовољавајући резултати.

Код механичке вентилације ваздух се из просторија шири преко система за вентилацију са вентилаторима, док се свеж ваздух убацује природним путем или такође уз помоћ вентилатора. Системи за вентилацију се комбинују са филтерима ваздуха и централним клима уређајима како би се постигло пречишћавање и хлађење/грејање ваздуха који се убацује у радне просторије [3].

Системи за вентилацију су основно средство за одржавање квалитета ваздуха. Да би они ефикасно обавили тај задатак неопходно је да се добро одржавају, а посебно да се редовно чисте и дезинфикују елементи система за вентилацију како не би дошло да развоја опасних бактерија.

У последње време клима уређаји су постали готово неизоставни део многих радних просторија. Сем своје корисне функције на одржавању температуре и влажности ваздуха у жељеним границама ови уређаји могу бити и извор штетности по здравље радника и то пре свега у смислу ширења бактерија и неповољном утицају струјања ваздуха. Због тога их је потребно правилно и редовно одржавати а локацију радних места померити са правца директног утицаја ваздуха који излази из клима уређаја.

Модификације климе у једном ужем простору могу бити такве јачине да је то од већег значаја за здравље, општу и радну способност. Људи који под тим уловима бораве односно раде. Услови под којима људи раде утиче на радну способност. Обављање физички тежак рад је много лакше у условима ниже температуре, и смањење релативне влажности ваздуха, за разлику од лакшег посла који не може да се обавља претежно у седећем ставу у хладним просторијама.

Вештачка вентилација може бити:

- општа - ако покрива целу просторију.
- локална - ако покрива само поједине делове просторије где постоје већи захтеви (нпр. топли извори).

Код вештачке вентилације спољни ваздух који се доводи у просторију може се претходно кондиционирати (загрејати или расхладити, овлажити или осушити) [3].

2.3.1 МЕРЕЊЕ БРЗИНЕ СТРУЈАЊА ВАЗДУХА

Уређаји за мерење брзине струјања ваздуха су [4]:

- анемометри који се користе за праволинијско кретање ваздуха јер поседује крилца. Могу бити двојаки и то са загрејаном нити, и јонски анемометри, слика 2.3.1.1.
- кататермометри се користе када је кретање споро или вртложно и мери се m/s . Приказан на слици 2.3.1.2. Постоји више специфичних инструмената ове врсте :
 1. нормални кататермометар
 2. посребрени високотемпературни
 3. обични високотемпературни
 4. посребрени кататермометри
 5. посребрени нормални



Слика 2.3.1.1 Анемометар [16]



Слика 2.3.1.2 Ката-термометри [16]

2.4 ОСВЕТЉЕЊЕ РАДНОГ ОКРУЖЕЊА

Добро осветљење на радном месту је важно јер омогућава људима да виде јасно и извршавају своје радне задатке сигурно. Главни фактори које треба размотрити када је у питању адекватност осветљења су [4]:

- количина осветљења у просторији
- број, тип и положај извора осветљења, и
- радне активности које се обављају у просторији, колико често се те активности обављају и колико дуго оне трају.

Потребно осветљење на радном месту се креће између 10 и 2000 lux, за послове без посебних захтева у погледу прецизности 50 - 100 lux, за послове у радионицама и канцеларијама са средњим захтевима у погледу прецизности 100 - 300 lux, за обављање прецизних и врло прецизних послова 300 - 2000 lux.

У датој табели 2.4 представљен је ниво осветљености у односу на захтеве извршења послова.

Табела 2.4 Ниво осветљености у односу на захтеве извршења послова [12]

Захтеви видљивости	Ниво осветљености [lux]	
	JUS U.C9C100	Препоруке
Врло мали	50	30-60
Мали	80	120
Средњи	150	250
Велики	300	500
Врло велики	600	1000
Вандредно велики	1000	2000

Орган чула вида је веома осетљив и зато га треба чувати од неадекватног осветљења као што је блештање, неадекватна боја светла, неадекватан интензитет и квалитет светла. Најзначајнија својства људског ока су: оштрина вида, осетљивост на контрасте, брзина опажања и препознавање боја.

Добро организовано осветљење у радној средини омогућава раднику обављање свих радних функција. Исправност вида и осветљење су битни фактори не само за рад, него и за сигурно и квалитетно обављање постављених радних задатака. Обављање радних задатака у лошим условима осветљења изазива замор, повећање броја грешака у раду, шкарта, смањену продуктивност и повреде на раду.

Осветљење на радном месту може бити природно и вештачко. Природно осветљење користи дневну светлост кроз стаклене површине на зидовима или кроз светларнике на крову. Препоручује се постављање прозора на вертикалним зидовима, због лакшег одржавања и мале опасности од прокишњавања. Ако постоје већи захтеви за осветљењем онда се вертикално може комбиновати са осветљењем преко крова.

Јачина дневног светла се мења у зависности од доба дана и годишњег доба. С друге стране, расту захтеви за осветљење радних просторија, што изискује увођење вештачког осветљења. Добро осветљење мора да задовољи физиолошке и психолошке захтеве радника [2].

Добро организовано вештачко осветљење води рачуна о типу сијалица, њиховом броју и месту постављања. Приликом избора типа сијалице треба водити рачуна о:

- расподели светлости у односу на површину,
- квалитету осветљења,
- одржавању и могућности промене светлећих тела,
- могућности повећања броја сијалица,
- трошковима инсталације, рада и одржавања, и
- утицају одбијања светлости и бљештања.

Осветљење у радним просторијама треба да има јачину и квалитет.

- јачина светлости је физичко – техничко својство, које се огледа у јачинама: светлосног извора, осветљења предмета, бљеска осветљених површина у упијању и одбијању светлости.
- квалитет осветљења – се огледа у боји светлости и могућности стварања сенке од светлости и предмета.

У многим случајевима вештачко осветљење је јаче и супериорније од природног. Предност у односу на природно јесте што се може регулисати по вољи и усмеравати на поједина подручја. Вештачки осветљена радна средина може се користити без обзира на спољашње природне услове.

Лоше осветљење

Бљесак је појава непријатног осећаја који настаје због велике јачине светлости унутар визуелног поља, која је значајно већа од оне на коју се око већ адаптирало. Он је веома непријатан и значајно смањује видљивост. Јачина осећаја бљеска зависи од фактора као што су:

- величине извора бљеска,
- позиције извора светлости и радника,
- јачине извора светлости,
- броја извора.

У зависности од правца простирања светлосног снопа, осветљење може бити:

- директно – светлосни сноп уперен директно према поду, тј. према радној површини. Осветљеност је добра, али су сенке тамне и оштре, а постоји и могућност ослепљења.
- индиректно – читав сноп светлости је усмерен према таваници и горњим деловима зида, нема заслепљености и блеска, а недостатак је неекономичност, треба користити јаче сијалице.
- полуиндиректно осветљење – већи део светлосног снопа је усмерен на радну површину, а мањи део је директно усмерен на њу.

Осветљење треба да буде тако да радник може да ради без замора. Испитивања су показала да 20 – 30% замора настаје због замора чула вида.

Мере заштите од непогодног осветљења: изолација предмета или уређаја који представљају јак извор светлости уградњом замагљених стаклених преграда, коришћење различито обојених површина.

2.4.1. МЕРЕЊЕ ОСВЕТЉЕНОСТИ У ПРОСТОРИЈАМА

Испитивање осветљености у радној средини врши се:

- на новоизведеном осветљењу,
- након реконструкције постојећег осветљења,
- након промене намене објекта,
- на захтев радника.

Мерење физичких величина код оцене квалитета осветљења врши се луксметром, слика 2.4.1.



Слика 2.4.1 Луксметар за мерење осветљености [15]

Луксметри су уређаји за мерење осветљености, које пада на неки предмет или се од њега одбија. Резултат мерења исказује се у јединицама (lux, fukandela [fc]).

Луксметар се састоји од два дела: фотоћелије и галванометра са скалом за читавање јачине осветљености у луксима. Уз фотоћелију постоје и одговарајући филтри са одређеним коефицијентом апсорпције светлосне енергије. Филтер се користи код мерења осветљености чији интензитет прелази максималне вредности на скали луксметра. Мерни опсег луксметра износи од 0,1 до 150.000 lux - од 0,01 до 13.940 fc.

Мерење се врши тако што се фотоћелија постави хоризонтално на радну површину и чита се резултат на скали луксметра. Ако су вредности веће од максималних вредности на скали, користи се филтер, којим се покрије фотоћелија а код обрачунавања се добијена вредност мора кориговати коефицијентом филтра [7].

3.0 ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ИСТРАЖИВАЊА

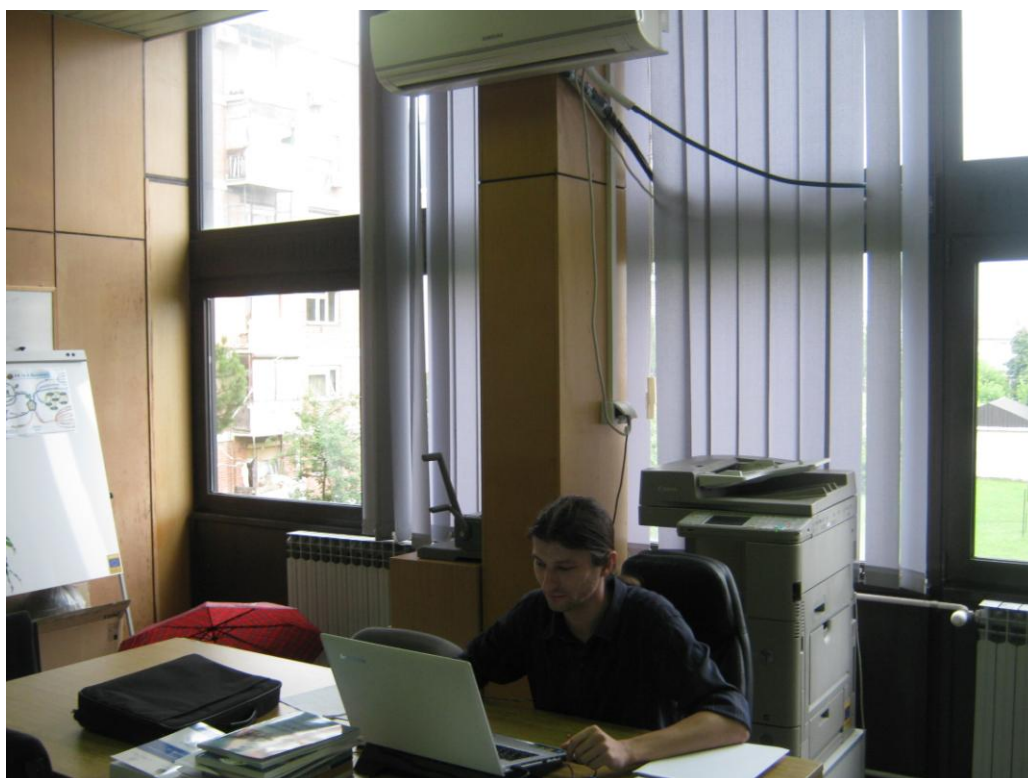
У овом раду је извођен експеримент у коме су испитивани микроклиматски фактори који утичу на безбедност и здравље на раду. Експеримент је извођен на “Факултету инжењерских наука у Крагујевцу”. За обављање испитивања одабране су две просторије ради упоређивања микроклиматских услова са стандардима које дефинишу овај феномен.

Прва просторија у којој су рађена испитивања је канцеларијског типа слика 3.1, површине $46,3 \text{ m}^2$, запремине 148 m^3 . Окренута је ка истоку, налази се на првом спрату А објект. Као што се може и видети на слици канцеларија је обезбеђена са довољно природне светлости тако да не мора константно да користи вештачко осветљење. Канцеларија је обезбеђена и клима уређајем која може загревањем, хлађењем, влажењем, сушењем и мешањем ваздуха током читаве године држати температуру и влажност ваздуха у жељеним границама.



Слика 3.1 Центар за теротехнологију

На слици 3.2 представљено је једно радно место у канцеларији на коме радник извршава своје дужности. Радно место је довољно просторно, тако да радник може несметано обављати радне операције. За лако и успешно обављање радних задатака важно је и правилно држање тела у току рада. Да би се то постигло потребно је обезбедити адекватне услове, а један од тих услова јесте адекватна столица за седење. У овом случају дати услов је обезбеђен.



Слика 3.2 Радно место у Центру за теротехнологију

Друга просторија у којој су извођена испитивања је Лабораторија за обраду метала резањем (ЛОМР), површине 220 m^2 , запремине 1760 m^3 . Лабораторија се такође налази у А објекту. Веома је пространа. Приликом коришћења машина које се налазе поред прозора довољна је природна светлост како би се безбедно обављали радни задаци, док је случај са друге стране другачији. Потребно је додатно укључити вештачко осветљење како не би дошло до нежељених повреда током рада.



Слика 3.3 Машинска радионица (ЛОМП)

На слици 3.4 приказано је једно радно место у лабораторији за обраду метала резањем. Тачније приказано је радно место на стругу. На овом радном месту потребно је да услови рада буду што идеалнији јер последице рада на овом радном месту могу бити катастрофалне, често и трагичне. На пример, веома је важно да температура буде равномерно распоређена, јер порастом температуре расте и број грешака у раду. Такође је врло битно користити заштитна средства како не би дошло до повреда на раду.



Слика 3.4 Радно место у ЛОМП

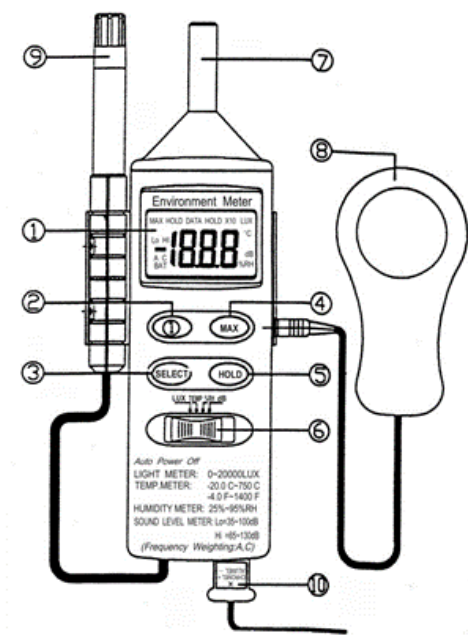
Период обављања мерења је од 15.04.2015- 06.05.2015 године. За извођење експеримента обављена су по десет мерења у обе просторије. Мерена су три параметра: влажност ваздуха, температура и осветљење.

Свако мерење је обављено у исто време сваког дана. Јер се на такав начин могу упоредити добијене вредности параметра. Спољња температура ваздуха у периоду мерења је била разноврсна и кретала се у интервалу од 8-29 °C.

Мерење је вршено уређајем за мерење и мониторинг микроклимацких параметара, (Environment Meter). Environment Meter, слика 3.5, је мултифункционални дигитални инструмент, дизајниран тако да садржи четири параметра за мерење микроклиме, осветљење, температура, влажност ваздуха, бука. Уређај је преносив и нема интерну меморију. Наменен је тренутном мерењу ових параметара на терену и очитава тренутне вредности. Нема пуњач, већ користи искључиво батерије због рада на терену.

Уређај садржи:

1. LCD екран: дисплеј са јединицама Lux, x10 Lux, °C, °F, %RH, dB, A, C, Lo, Hi, показује слабу батерију
2. Тастер Избор: укључити или искључити
3. Дугме SELECT: Бира функције и покреће бројила.
4. Дугме MAX: Притискањем на дугме MAX, максимално читавање ће бити одржано. Још једним притискањем дугме ће објавити учвршћивање и омогућити даљи мерење.
5. Дугме HOLD : читање ће бити одржано када се притисне дугме Data Hold Switch.
6. Функција Прекидач: Избор мерне функције Lux, температура, влажност и звук.
7. Микрофон: Електрични кондензаторски микрофон
8. Фото Детектор: Дуг век трајања силикона фото диода унутра.
9. Влажност ваздуха на температури: Влажност ваздуха сензора
10. Температура терминал: Убаците температуру сонде у овом терминалу.



Слика 3.5 Environment Meter [14]

На слици 3.6 приказано је једно од мерења влажности ваздуха у “Лабораторији за обраду метала резањем”. Тачније приказана је вредност влажности ваздуха у датом тренутку. Влажност је била испод оптималних вредности, као што се може и видети из приложеног. Тога дана није било пожељно изводити радове у радионици с' обзиром да низак степен влажности ваздуха изазива одговарајуће промене у метаболизму, тачније доводи до исушивања коже и слузокоже.



Слика 3.6 Приказ мерења микроклиматских параметара у ЛОМР

4.0 РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

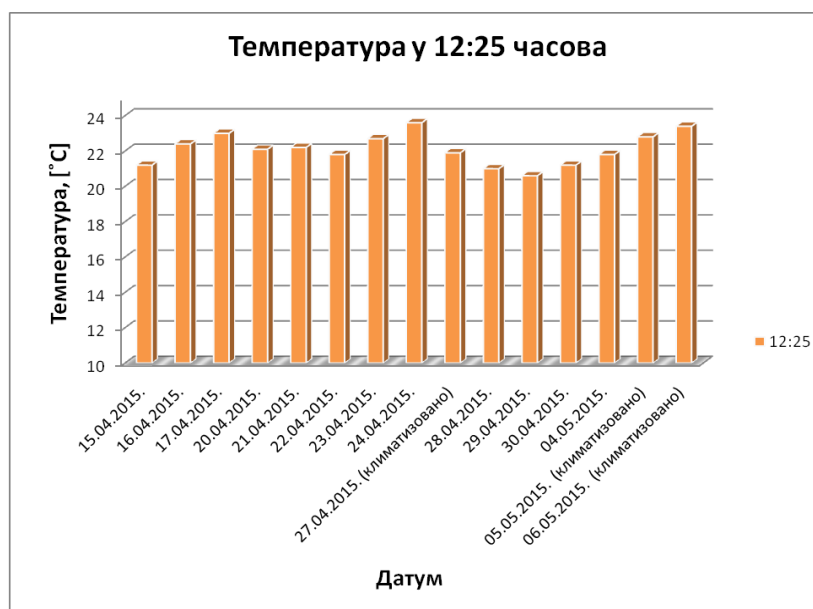
Добијени резултати мерења приказани су табеларно и графички. У приказаној табели налази се измерена температура у одређеним временским периодима и у различитим данима. Спољње температуре су се мењале из дана у дан. Вредности ових температура су биле: 20,22,23,15,14,18,19,22,25,21,9,18,23,29,25.

4.1 Измерена температура ваздуха у канцеларији

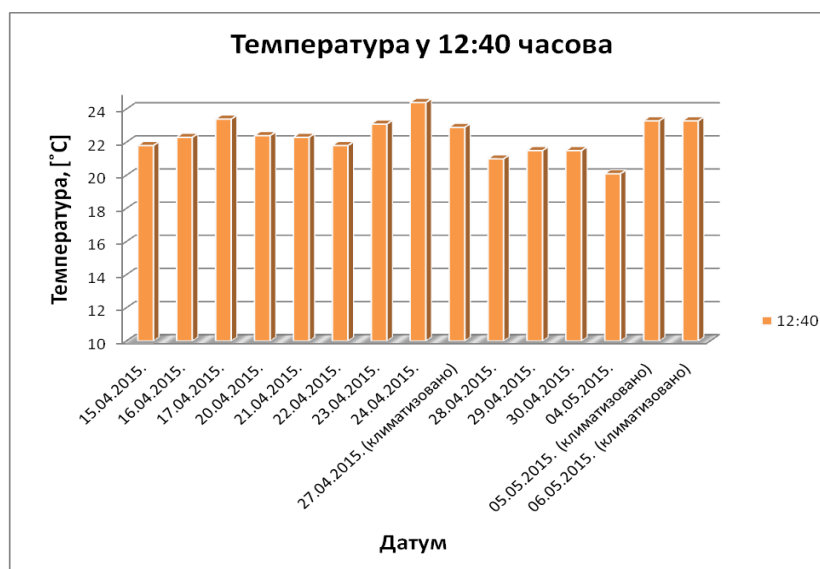
Табела 4.1 Измерена температура ваздуха у канцеларији

Датум/Време	12:25	12:40	12:55	13:10	13:25
15.04.2015.	21.2	21.8	22	21.6	22.3
16.04.2015.	22.4	22.3	22.8	23.1	22.9
17.04.2015.	23	23.4	23.8	24.2	24.1
20.04.2015.	22.1	22.4	22.5	22.9	21.8
21.04.2015.	22.2	22.3	22.8	22.8	23.2
22.04.2015.	21.8	21.8	22.1	23.2	23
23.04.2015.	22.7	23.1	23.7	24	24.4
24.04.2015.клима	23.6	24.4	24.2	24.5	24.6
27.04.2015.	21.9	22.9	22.5	24.3	24.6
28.04.2015.	21	21	21.9	22.8	23.5
29.04.2015.	20.6	21.5	22.2	22.6	22.8
30.04.2015.	21.2	21.5	21.7	22.4	22.4
04.05.2015.клима	21.8	20.1	23.5	24.5	24.9
05.05.2015.клима	22.8	23.3	23.3	24	24.3
06.05.2015.клима	23.4	23.3	22.2	22.9	24.8

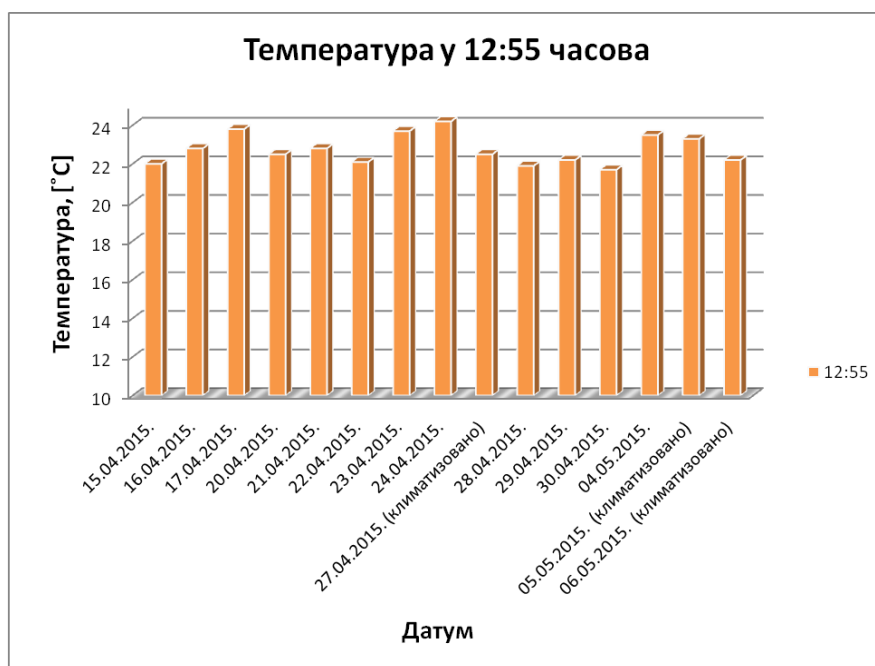
На овом графику приказана је температура у 12:25 часова, од 15.04-06.05. Из приложеног може се рећи да температура није прелазила 24°C, што значи да се налазила у оптималним границама.



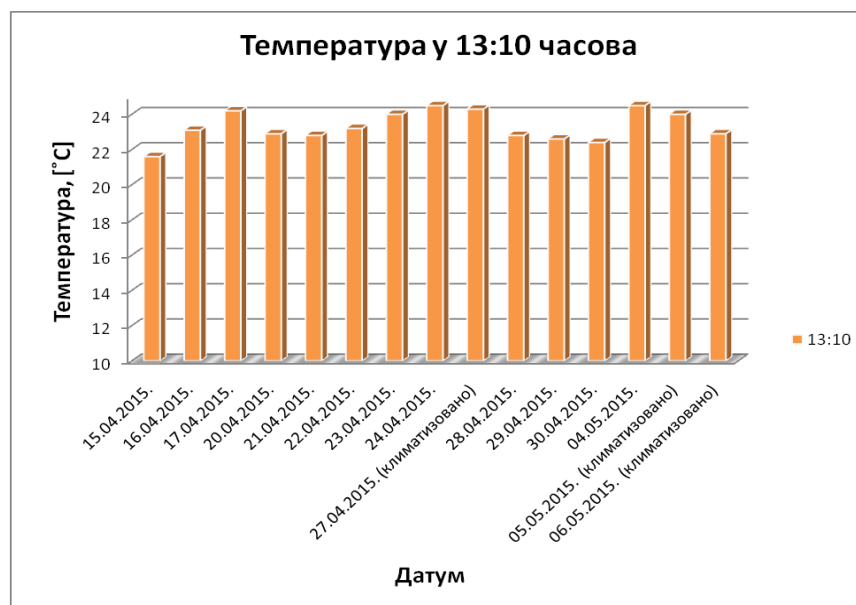
Слика 4.1.1 Измерена температура ваздуха у канцеларији у 12:25 часова



Слика 4.1.2 Измерена температура ваздуха у канцеларији у 12:40 часова

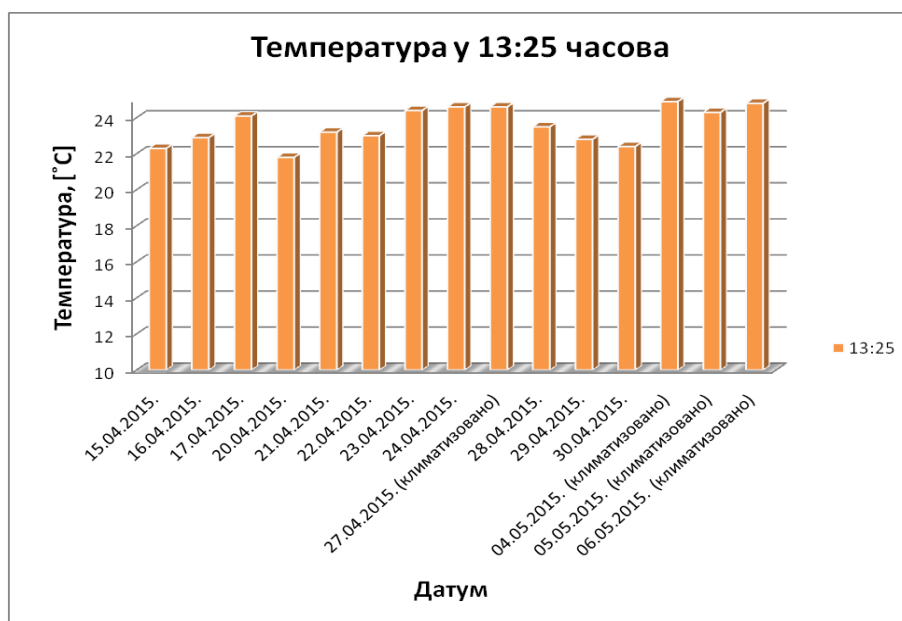


Слика 4.1.3 Измерена температура ваздуха у канцеларији у 12:55 часова

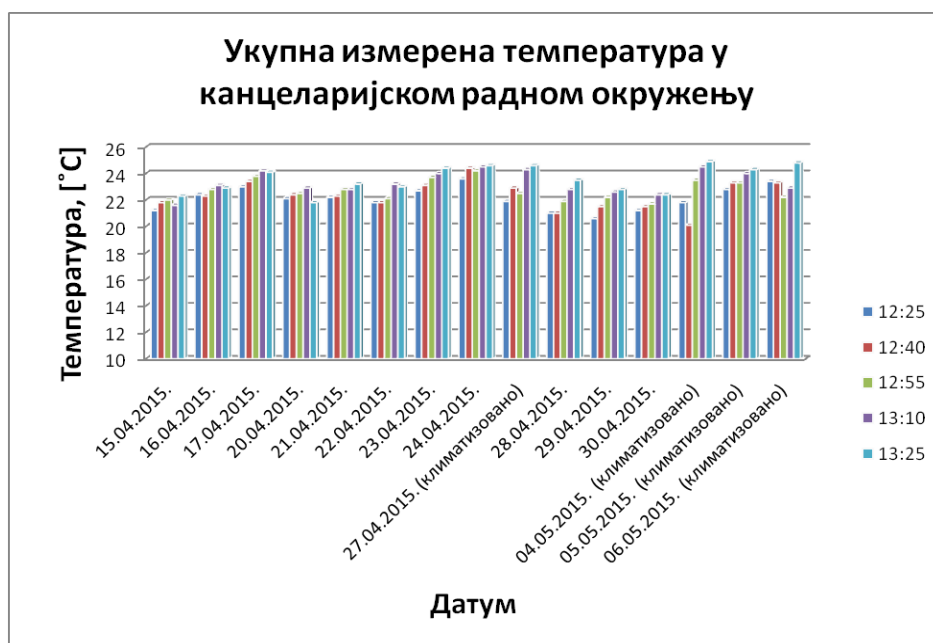


Слика 4.1.4 Измерена температура ваздуха у канцеларији у 13:10 часова

До 13:25 температура у канцеларији се није драстично мењала. Док је у 13:25 температура била у знатном порасту. Прелазила је 24°C. Захваљујући климатизацији која је уграђена, радни задаци су могли да се извршавају без ометања. Климатизација је постављена на задовољавајућем месту, тако да не угоржава здравље особа које бораве у тој канцеларији.



Слика 4.1.5 Измерена температура ваздуха у канцеларији у 13:25 часова



Слика 4.1.6 Укупна измерена температура ваздуха у канцеларији

Са графика где је приказана укупна измерена температура у канцеларијском окружењу може се закључити да су температуре пре 13:25 биле најпријатније за извршење послова док су у каснијим часовима биле све веће и веће.

4.2 Измерена влажност ваздуха у канцеларији

Табела 4.2 Измерена влажност ваздуха у канцеларији

Датум/Време	12:25	12:40	12:55	13:10	13:25
15.04.2015.	27.1	28.2	28.6	29	28.7
16.04.2015.	32.1	34.5	34.8	35.2	35.9
17.04.2015.	27.8	29.3	30.2	31.5	32.3
20.04.2015.	30.2	31.4	31.8	32.2	31.4
21.04.2015.	33.6	31	30.2	30	29.5
22.04.2015.	39.6	33.8	31.6	31.5	30
23.04.2015.	33.2	30.1	29.2	29.1	28.7
24.04.2015.	32.2	29.4	27.8	27.5	27.5
27.04.2015.	39	40.4	38.8	34.7	31.2
28.04.2015.	47	41.3	39.6	37.4	36.7
29.04.2015.	42.7	38.2	36.2	35.5	35.6
30.04.2015.	36.6	33.5	32.2	31.6	31.3
04.05.2015.	51.5	40.8	40.1	39.6	40.3
05.05.2015.	51.8	51.1	50.9	52	51.4
06.05.2015.	55.2	48.1	46.1	44.7	39

Влажност ваздуха је углавном била испод оптималне вредности. Најидеалнија влажност је била 05.05. јер се кретала од 50,9-52 % RH. С' обзиром да је влажност ваздуха била испод 55%, ваздух је био веома сув.

При високим температурама висока релативна влажност није добра јер онемогућује одавање топлоте (знојењем) што је најважнији начин хлађења тела при високим температурама. Ни прениска влажност ваздуха није угодна за човека јер може изазвати претерано исушивање коже и нарочито слузокоже.



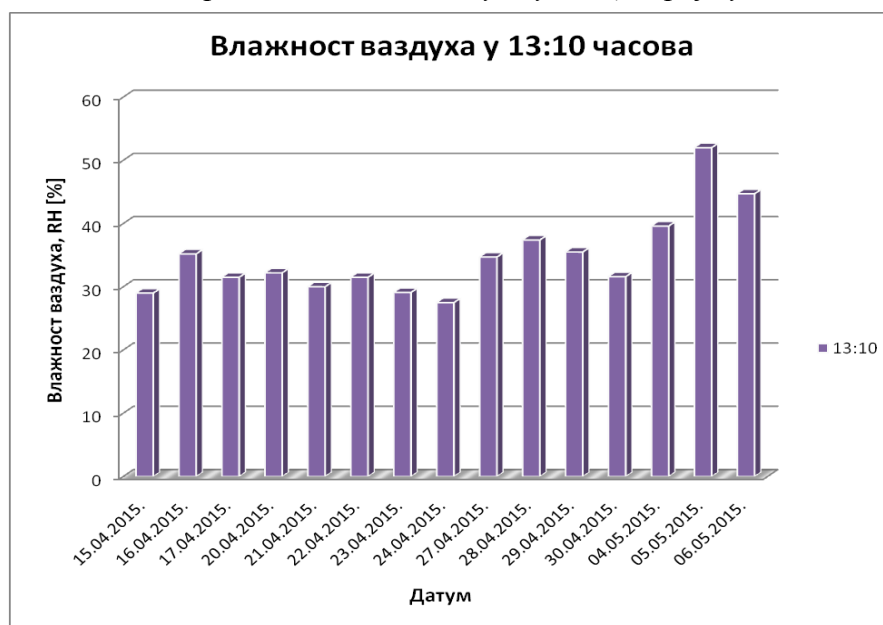
Слика 4.2.1 Измерена влажност ваздуха у канцеларији у 12:25 часова



Слика 4.2.2 Измерена влажност ваздуха у канцеларији у 12:40 часова



Слика 4.2.3 Измерена влажност ваздуха у канцеларији у 12:55 часова



Слика 4.2.4 Измерена влажност ваздуха у канцеларији у 13:10 часова



Слика 4.2.5 Измерена влажност ваздуха у канцеларији у 13:25 часова



Слика 4.2.6 Укупна измерена влажност ваздуха у канцеларији

Као што се и може видети на графику најпријатнија влажност ваздуха је била 05.05 у свим измереним часовима. Тога дана је било најпријатније обављати своје дужности.

С' обзиром да сув ваздух узрокује здравствено оптерећење код човека и доводи до осећаја безвољности, умора и смањења концентрације остали дани нису били идеални за обављање радних задатака у тој канцеларији.

4.3 Измерено осветљење у канцеларији

Радна места морају да имају, у највећој могућој мери, довољно природне светлости и морају бити опремљена изворима вештачког осветљења који морају да обезбеде адекватну осветљеност у циљу остваривања безбедних и здравих услова рада. Осветљеност радног места треба бити равномерна и уједначена. У овом случају осветљење је углавном прелазило дозвољену вредност.

Правилна и равномерна осветљеност радне површине треба бити од напред или са леве стране за дешњаке, односно са десне за леворуке. У канцеларији где је извођен експеримент нису све радне површине правилно распоређене. Што повећава замор чула вида и нервну мишићну напетост неких од чланова који проводе своје радно време у тој канцеларији.

Табела 4.3 Измерено осветљење у канцеларији

Датум/Време	12:25	12:40	12:55	13:10	13:25
15.04.2015.	262	270	265	253	292
16.04.2015.	345	356	359	368	358
17.04.2015.	372	385	398	403	411
20.04.2015.	265	284	305	324	318
21.04.2015.	440	368	315	390	253
22.04.2015.	399	490	550	625	670
23.04.2015.	293	283	250	216	230
24.04.2015.	360	366	370	355	345
27.04.2015.	388	386	339	480	456
28.04.2015.	368	780	990	566	729
29.04.2015.	492	496	405	420	416
30.04.2015.	375	392	385	405	415
04.05.2015.	772	745	800	632	520
05.05.2015.	320	304	333	312	306
06.05.2015.	485	380	322	362	270

Очигледно је да фактор дневне светлости зависи од броја, величине и положаја прозора, као и од могућности спољних препрека које спречавају или смањују продор дневне светлости. У овом случају продор дневне светлости је био доста повећан скоро у свим данима извођења експеримента, па је самим тим осветљење прелазило прописане границе.



Слика 4.3.1 Измерено осветљење у канцеларији у 12:25 часова



Слика 4.3.2 Измерено осветљење у канцеларији у 12:40 часова



Слика 4.3.3 Измерено осветљење у канцеларији у 12:55 часова



Слика 4.3.4 Измерено осветљење у канцеларији у 13:10 часова



Слика 4.3.5 Измерено осветљење у канцеларији у 13:25 часова



Слика 4.3.6 Укупна измерена осветљеност у канцеларији

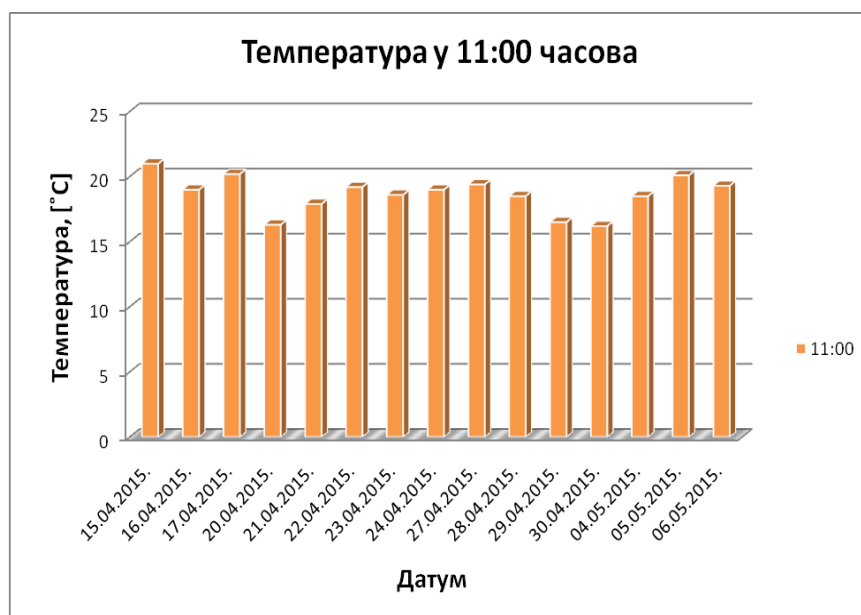
Као што се може уочити са графика где је измерена укупна осветљеност у радном окружењу изузетно појачана осветљеност била је 28.04. Тога дана извођење радних активности у канцеларији је било превише напорно за чуло вида. Што је утицало на расположење и атмосферу у простору.

4.4 Измерена температура ваздуха у радионици

Табела 4.4 Измерена температура ваздуха у радионици

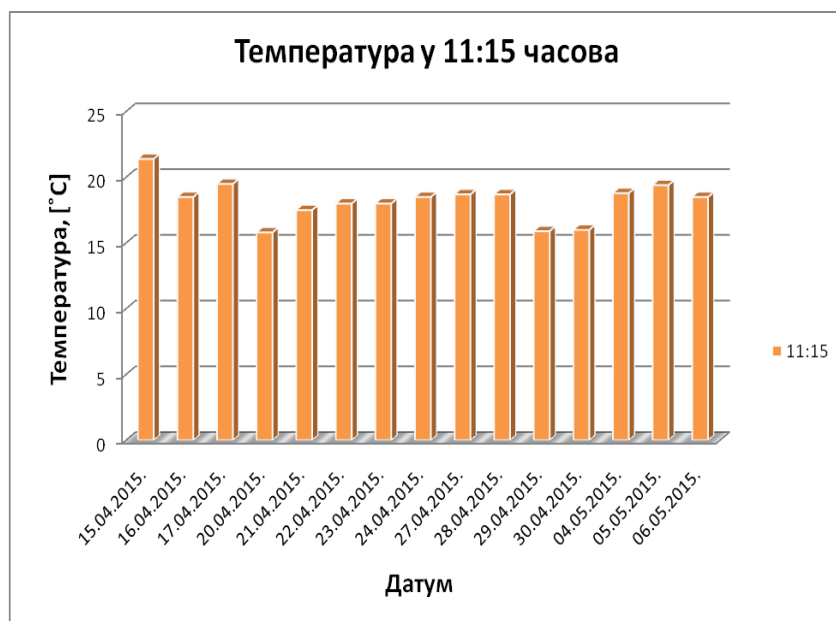
Датум/Време	11	11:15	11:30	11:45	12
15.04.2015.	21	21.4	21.4	21.4	20.7
16.04.2015.	19	18.5	18.7	18.6	18.5
17.04.2015.	20.2	19.5	19.3	19.3	19.1
20.04.2015.	16.3	15.8	15.9	15.8	15.8
21.04.2015.	17.9	17.5	17.6	17.6	17.4
22.04.2015.	19.2	18	17.6	17.5	17.2
23.04.2015.	18.6	18	18.1	17.7	17.8
24.04.2015.	19	18.5	18.4	18	18.2
27.04.2015.	19.4	18.7	18.6	18.4	18.3
28.04.2015.	18.5	18.7	18.3	18.2	17.9
29.04.2015.	16.5	15.9	15.5	15.4	15.2
30.04.2015.	16.2	16	15.6	15.3	15.1
04.05.2015.	18.5	18.8	18.7	18.7	18
05.05.2015.	20.1	19.4	19.8	19.3	19.5
06.05.2015.	19.3	18.5	18.4	18.5	18.3

Спољња температура у том периоду била је: 18, 20, 22, 13, 12, 18, 17, 20, 23, 20, 8, 15, 22, 26, 23 °С. Температура ваздуха у лабораторији је била знатно мања него у канцеларији. Испод оптималних граница. Дужи боравак у овој лабораторији може довести до озбиљних последица по здравље радника који борави у њој.

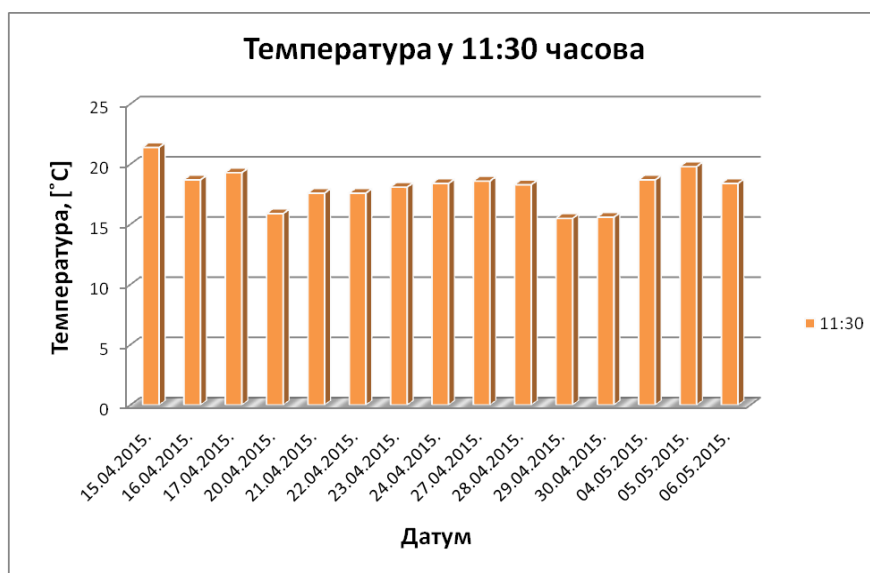


Слика 4.4.1 Измерена температура ваздуха у радионици у 11 часова

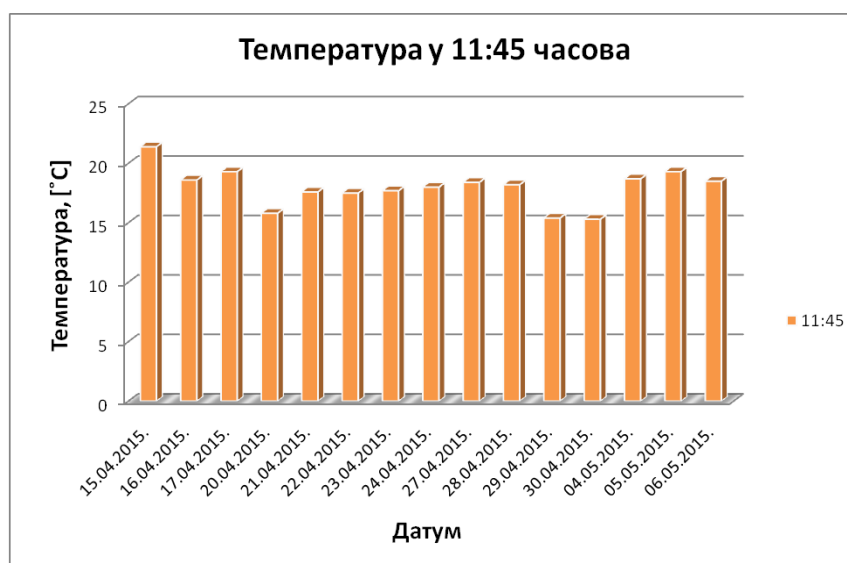
Температура је само првога дана мерења прелазила двадесети подеок. Није било великих промена у мерењима од 11 до 11:45. Вредности су биле готово исте у свим данима. Примећено је да је температура ваздуха постепено опадала, па је у 12h имала најнижи степен вредности у односу на остале часове мерења.



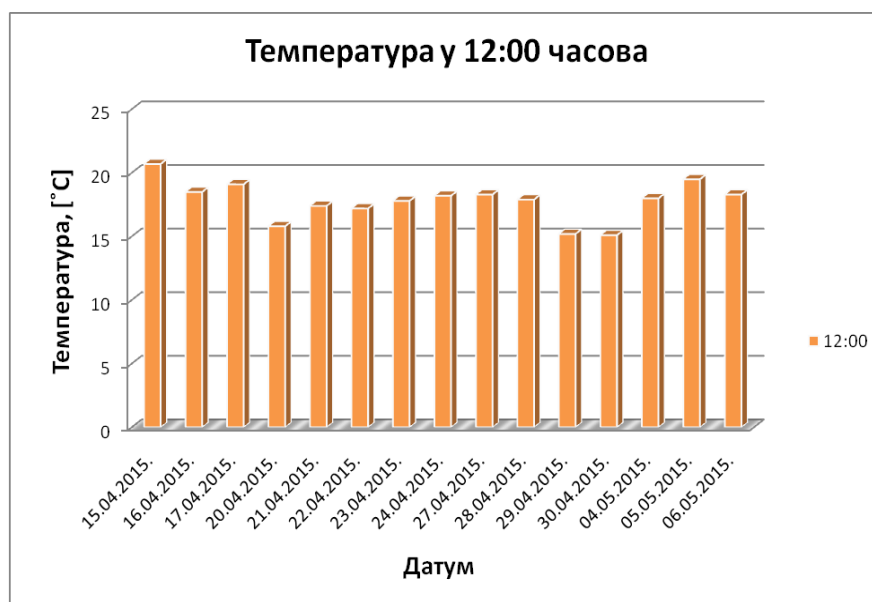
Слика 4.4.2 Измерена температура ваздуха у радионици у 11:15 часова



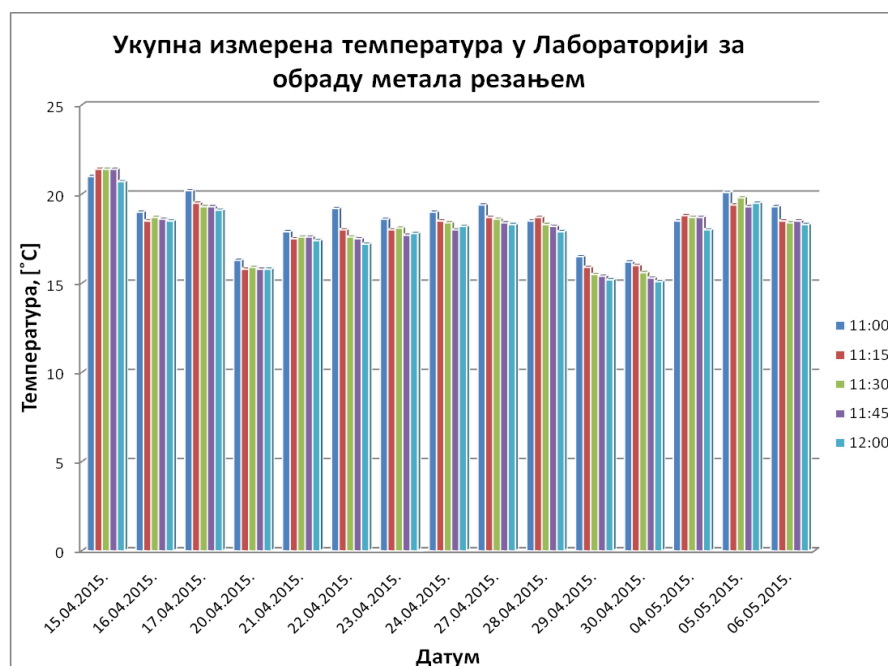
Слика 4.4.3 Измерена температура ваздуха у канцеларији у 11:30 часова



Слика 4.4.4 Измерена температура ваздуха у канцеларији у 11:45 часова



Слика 4.4.5 Измерена температура ваздуха у радионици у 12 часова



Слика 4.4.6 Укупна измерена температура ваздуха у радионици

На графику укупне измерене температуре се види да је температура 15.04 била у оптималним границама. Тога дана је било најбезбедније првести радно време у радионици.

Упоређујући измерене температуре у канцеларијском окружењу и лабораторији може се рећи да је температура у канцеларији била у оптималном опсегу док је у лабораторији била испод оптималне вредности.

4.5 Измерена влажност ваздуха у радионици

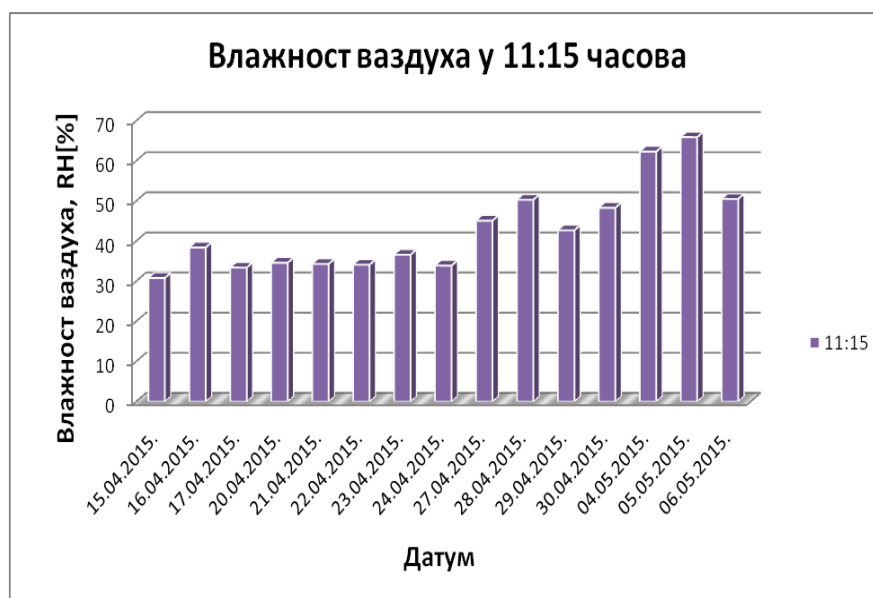
Табела 4.5 Измерена влажност вазуа у радионици

Датум	11	11:15	11:30	11:45	12
15.04.2015.	28.9	30.8	31.5	32.5	31.8
16.04.2015.	33.3	38.4	38.9	39.8	40
17.04.2015.	29.2	33.4	34.4	35.1	35.4
20.04.2015.	33.1	34.6	35.6	36	36.1
21.04.2015.	32.9	34.3	34.4	34.7	34.7
22.04.2015.	30.5	34.1	36.2	37	37.3
23.04.2015.	32.9	36.6	36.9	37.4	37.3
24.04.2015.	32	33.9	35.1	35.6	35.6
27.04.2015.	41.5	45.1	46	46.4	46
28.04.2015.	47.6	50.3	51.3	51.5	52.5
29.04.2015.	36.7	42.7	45	45.7	46.1
30.04.2015.	43.2	48.3	48.5	48.5	49
04.05.2015.	59	62.3	63.2	63.7	63.6
05.05.2015.	63.9	65.9	66.8	67.2	67
06.05.2015.	41.2	50.5	52.3	52.8	53.3

Влажност ваздуха није достизала завидни ниво. Углавном је био сув ваздух. Сув ваздух смањује радну способност радника.



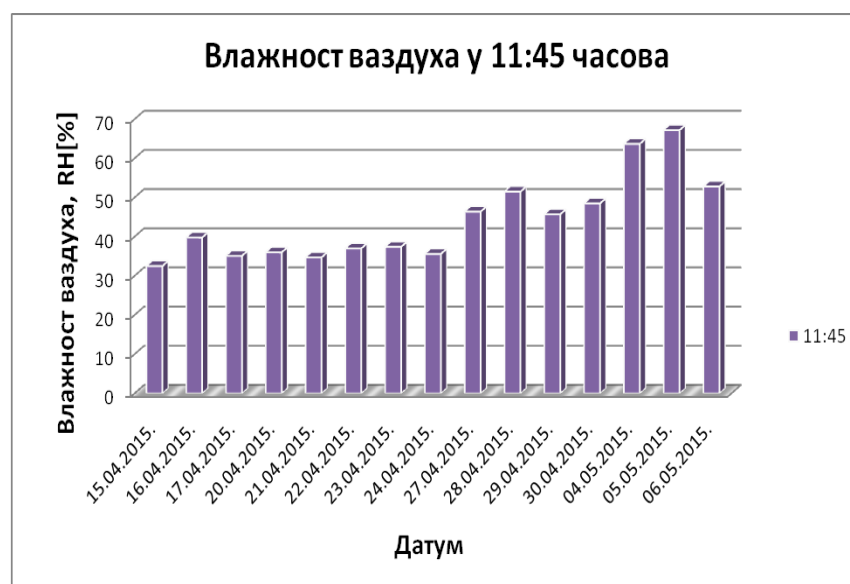
Слика 4.5.1 Измерена влажност ваздуха у радионици у 11 часова



Слика 4.5.2 Измерена влажност ваздуха у радионици у 11:15 часова



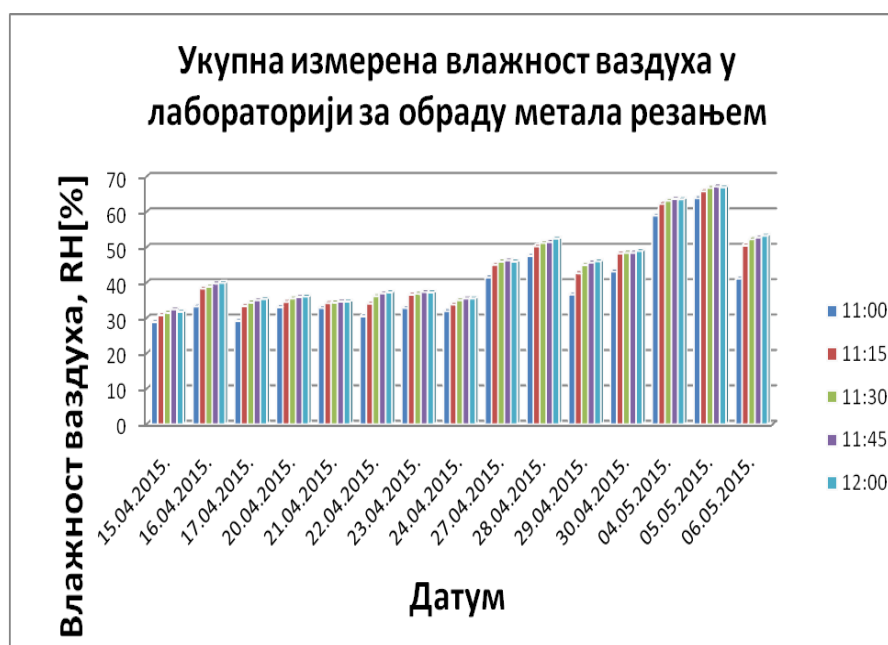
Слика 4.5.3 Измерена влажност ваздуха у радионици у 11:30 часова



Слика 4.5.4 Измерена влажност ваздуха у радионици у 11:45 часова



Слика 4.5.5 Измерена влажност ваздуха у радионици у 12 часова



Слика 4.5.6 Укупна измерена влажност ваздуха у радионици

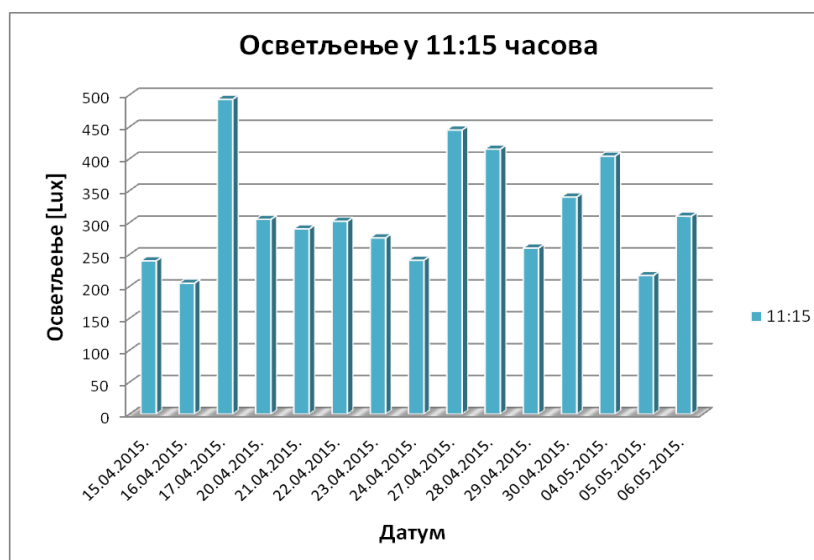
4.6 Измерено осветљење у радионици

Табела 4.6 Измерено осветљење у радионици

Датум	11	11:15	11:30	11:45	12
15.04.2015.	208	240	295	285	292
16.04.2015.	197	205	210	216	220
17.04.2015.	390	493	435	500	430
20.04.2015.	256	305	386	406	350
21.04.2015.	288	290	313	317	480
22.04.2015.	294	302	307	342	380
23.04.2015.	230	276	340	292	341
24.04.2015.	253	241	268	288	296
27.04.2015.	399	445	445	346	395
28.04.2015.	354	415	214	121	136
29.04.2015.	267	260	375	403	470
30.04.2015.	315	340	315	321	323
04.05.2015.	383	404	403	412	388
05.05.2015.	203	217	225	245	263
06.05.2015.	256	310	278	323	362



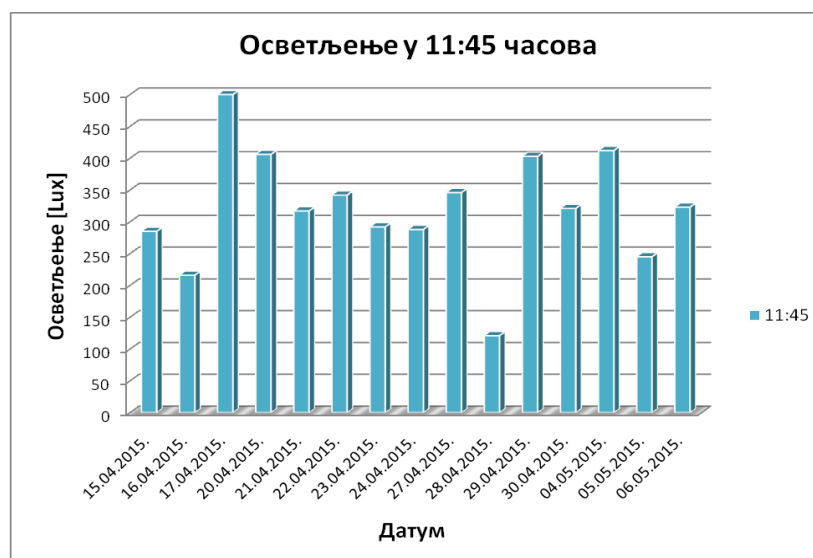
Слика 4.6.1 Измерено осветљење у радионици у 11 часова



Слика 4.6.2 Измерено осветљење у радионици у 11:15 часова



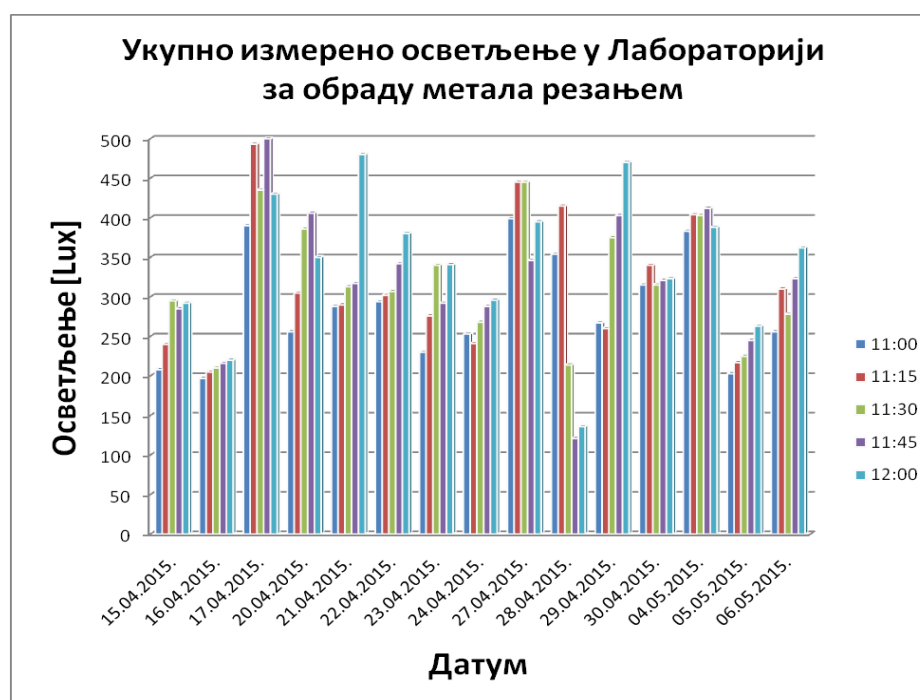
Слика 4.6.3 Измерено осветљење у радионици у 11.30 часова



Слика 4.6.4 Измерено осветљење у радионици у 11:45 часова



Слика 4.6.5 Измерено осветљење у радионици у 12 часова



Слика 4.6.6 Укупна измерена осветљеност у радионици

Када погледамо резултате мерења осветљености из приложеног графика може се видети да је осветљеност варијала за веома кратак период мерења. 28.04 на почетку мерења је осветљеност прелазила прописане вредности због спољашњих временских услова који су се дешавали у том периоду, па је осветљеност у последња два мерења драстично опала.

5.0 ЗАКЉУЧАК

У савременим условима све израженије глобалне индустријализације, развоја техничких средстава и све софистициранијих технологија, уз све већу концентрацију становништва у урбаним срединама, радна средина постаје најугроженији елемент у систему човек-животна средина. У радној средини, као делу животне средине, човек проводи свој радни век (35-40 година) који представља период живота пуне радне и животне активности.

Добра радна средина је основа доброг радног окружења. Просторија у којој боравимо мора да буде добро проветрена, осветљена, да температура у њој буде оптимална, као и влажност ваздуха. Када су ови фактори испуњени, можемо размишљати о радном окружењу у смислу односа између запослених, запосленог и надређеног, организационе културе, могућности напредовања.

Остваривањем повољних услова на радном месту и радној околини омогућује се запосленом рад у оптималним условима, што се веома повољно одражава на здравље запослених као и на њихове радне способности.

Политика савремених компанија требало би да се базира на побољшавање радних услова јер је корист вишеструка, наиме смањује се број дана које запослени проводе на боловањима, а самим тим и трошкови лечења. Овим побољшањима доводи се до општег задовољства у компанији чиме се значајно утиче и на њену конкурентност и на њено напредовање у смислу проширивања делатности.

Важно је да се обезбеди квалитет стварног стања јер може да обезбеди релевантне и привремене информације, које ће се користити при одлучивању о превентивним и корективним мерама.

Изузетно је значајно прилагодити радну околину својим захтевима како би рад био угоднији и како би се повећала продуктивност, а смањио штетан утицај на здравље запослених.

Анализом микроклиматских услова на “Факултету инжењерских наука у Крагујевцу” закључено је да су параметри који одређују топлотни комфор у канцеларијском радном окружењу изнад оптималних вредности, изузев температуре која је захваљујући климатизацији у оптималним границама, док су вредности у радионици углавном испод прописаних вредности, сем осветљености која је прелазила прописане вредности.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Алија Салкунић, Слађана Богићевић, Бајро Секулић, Микроклима и топлотни комфор (Microclimate and thermal comfort), 41. Национална конференција о квалитету, Факултет инжењерских наука у Крагујевцу, ISBN: 978-86-6335-005-2, Крагујевац, 2014.
- [2] Марина Радић-Шестић, Весна Жигић, Услови рада и радне средине, Факултет за специјалну едукацију и рехабилитацију, Београд.
- [3] Марко Ракић, Инжењеринг безбедности и управљање ризиком (Safety engineering and risk management), 1. Конференција студената индустријског инжењерства и менаџмента, Факултет инжењерских наука, Крагујевац, 2011.
- [4] Иван Мачужић, Петар Тодоровић, Бранислав Јеремић, Марко Ђапан, Наставни материјал са предавања за предмет Инжењеринг безбедности и управљање ризиком.
- [5] Маја Тодоровић, Енергетска ефикасност система грејања и климатизације, Дипломски рад, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2013.
- [6] Hodson, W.K.(1992): Maynard's Industrial Engineering Handbook, 4th ed., Mc Graw-Hill, New York.
- [7] Практикум, Медицина рада, Проф. Др Јовица Јовановић, Екологија радне средине 1. Испитивање микроклиме радне средине (приступљено: 05.05.2015)
- [8] Ђорђевић, Д., Индустријска психологија, Раднички универзитет „Нови Београд“, Виша металска школа, Београд, 1976
- [9] Health, Safety and Environment Committee (1992): Temperature at work, Regulation 7 of the Workplace and associated Approved Code of Practice (ACOP)
- [10] ILO codes of practice, Ambient factors in the workplace, International Labour Office Geneva, 2001
- [11] Безбедност и здравље на раду, књига 1, Висока техничка школа струковних студија у Нишу, јануар 2011

ИЗВОР ТАБЕЛА

[12] Осветљење,

<http://www.crnarupa.singidunum.ac.rs/Godina%202009%20%202010/FIM/Procesna%20i%20energetska%20efikasnost%20%20prof.%20dr%20Dragan%20Markovi%C4%87/Vezbe/Osvetljenje.ppt>, (приступљено: 19.06.2015)

ИЗВОР СЛИКА

[13] Класичан живин термометар, <http://radioposavina.com/?p=790>, (приступљено: 10.06.2015)

[14] Instruction manual model 8820, Multi-Function Environment Meter,

https://www.google.rs/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=8&cad=rja&uact=8&ved=0CEcQFjAH&url=http%3A%2F%2Fwww.morssmitt.nl%2Fcatalogus%2Fuploaded_file.aspx%3Fid%3D2692&ei=nP2LVbK8M8ewsQGBYDoDA&usg=AFQjCNEA5rHXRHZ3rTgklsxB1a38nq3O2g&bvm=bv.96782255,d.bGg, (приступљено: 24.04.2015)

[15] Digital Lux meter, <http://www.unicomled.com/luksmetar.html>, (приступљено: 16.06.2015)

[16] Уређаји за мерење брзине струјања ваздуха,

http://www.vtsnis.edu.rs/Predmeti/merenje_i_kontrola_zagadjenja/2.%20Merenje%20i%20kontrola%20mikroklimе.pdf, (приступљено: 12.05.2015)

[17] Енергетска ефикасност система грејања и климатизације, Термички комфор, Максимално дозвољене вредности релативне влажности ваздуха, <http://aliquantum.rs/wp-content/uploads/2011/11/01-Termi%C4%8Dki-komfor.pdf>, (приступљено: 22.06.2015)