

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу
Војна академија Универзитета одбране у Београду



Назив студијског програма: Војноиндустријско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Предмет: Инжењеринг безбедности и управљање ризиком

Број индекса: 355/2018

Милан З. Глишић

**Микроклима као фактор ризика на радном
месту у наменској индустрији**

Мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Доц. др Марко Ђапан - ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да:

Студент би требало, у оквиру мастер рада, да детаљно прегледа литературу у области безбедности и здравља на раду (БЗР) са посебним освртом на микроклиматске штетности. Студент би требало, уз помоћ доступних уређаја/опреме да спроведе мерења на изабраним местима у производном погону наменске индустрије. Параметри које је неопходно измерити су: температура, влажност ваздуха и осветљење. На основу прикупљених података, неопходно је да се изврши анализа истих и да се, у зависности од резултата, предложи финансијски прихватљива решења за унапређење безбедности и здравља на раду.

Препоручена литература:

[1] Иван Мачужић, Безбедно и здраво радно место - водич за раднике и послодавце, Факултет инжењерских наука, Крагујевац 2017

[2] https://www.paragraf.rs/propisi/pravilnik_o_preventivnim_merama_za_bezbedan_i_zdrav_rad_na_radnom_mestu.html

У Крагујевцу, 16.05.2019.

Ментор:

Доц. др Марко Ђапан

Изјава о самосталној изради мастер рада

Изјављујем да сам овај мастер рад урадио самостално, служећи се стеченим знањем и искуством, као и наведеном литературом.

Милан Глишић 355/2019

Резиме:

У овом раду ће бити објашњено шта је то заправо микроклима, основни појмови и параметри који је сачињавају од којих ће неки бити детаљно објашњени. Рад је фокусиран на одређивање и анализирање појединих параметара микроклиме као што су температура, влажност ваздуха и осветљење на радном месту у наменској индустрији као и штетности које лоши микроклиматски услови рада са собом носе. Описане су могућности и функције инструмената којима су вршена мерења микроклиматских услова. Мерене су вредности температуре, влажности ваздуха и осветљења на радном месту у наменској индустрији. Обележена су места у погону код којих су вршена мерења а затим су представљени и анализирани добијени резултати. Предложене су мере побољшања микроклиматских услова за места где је, на основу измерених вредности, то потребно.

Кључне речи: Микроклима, фактор ризика, штетан утицај

Summary

This dissertation consist of the introduction to the subject of microclimate and the basic concepts associated with it, as well as parameters which constitute microclimate, some of which will be explained in further detail. The focus of this research is the analysis of select parameters, such as temperature, humidity and illumination at the work place in the arms industry, as well as the damage inadequate microclimate conditions can cause. The functions and methods of instruments used in the research have been described. The values of the before mentioned parameters (temperature, humidity, and illumination) have been measured at a working station in the arms industry. The places which were subject to analysis have been marked, and the results attained by the analysis have been presented. Measures to be taken in the attempt to improve the working environment, where needed according to the parameter analysis, have been suggested.

Key words: Microclimate, risk factors, adverse impact

САДРЖАЈ:

1. УВОД.....	1
2. МИКРОКЛИМА – ОСНОВНИ ПОЈМОВИ И ПАРАМЕТРИ	2
3. ТЕМПЕРАТУРА И ВЛАЖНОСТ ВАЗДУХА КАО МИКРОКЛИМАТСКИ ПАРАМЕТРИ.....	4
3.1. Ниске температуре	8
3.2. Високе температуре.....	9
4. ОСВЕТЉЕЊЕ КАО МИКРОКЛИМАТСКИ ПАРАМЕТАР.....	10
4.1. Лоше осветљење	11
4.2. Осветљење и продуктивност.....	14
4.3. Квалитетна расвета.....	18
4.4. Врста расвете	18
4.5. Боје у простору.....	21
4.6. Боја и осветљење	21
4.7. Потрошња енергије и боје	22
5. ИНСТРУМЕНТИ ЗА ИСПИТИВАЊЕ МИКРОКЛИМАТСКИХ УСЛОВА РАДНЕ ОКОЛИНЕ.....	24
5.1. 4 IN 1 MULTI-FUNCTION ENVIRONMENT METER.....	25
5.2. HUMIDITY+TEMPERATURE CHART RECORDER	27
6. МЕРЕЊЕ И ОДРЕЂИВАЊЕ МИКРОКЛИМАТСКИХ УСЛОВА НА РАДНОМ МЕСТУ У НАМЕНСКОЈ ИНДУСТРИЈИ	28
6.1. Место мерења број 1 – Вертикална глодалица „НААС”	31
6.2. Место мерења број 2 – Апарат за тачкасто заваривање	32
6.3. Место мерења број 3 – Хидраулична преса „Иво Лола Рибар”	33
6.4. Место мерења број 4 – Ласер „PLATINO FIBER 1530”	34
6.5. Место мерења број 5 – ЦНЦ машина за израду опруга „ВОВО”	35
6.6. Место мерења број 6 – Преса „JELŠINGRAD PSS 40/1250”	36
6.7. Место мерења број 7 – Вибратор „WALTHER TROWAL CF 400”	37
7. АНАЛИЗА И ПРЕДЛОГ МЕРА ЗА ПОБОЉШАЊЕ РАДНИХ УСЛОВА У НАМЕНСКОЈ ИНДУСТРИЈИ.....	38
8. ЗАКЉУЧАК.....	40
ЛИТЕРАТУРА.....	41

1. Увод

Значајан удео у свакодневици већине људи чини рад. Рад је такође један од предуслова за испуњен живот, и као такав са собом носи извесне ризике. Ти ризици утичу на сваког појединца који је ангажован у привредном животу, па на тај начин утичу на друштво у целини. Рад није искључиво начин да се заради, већ је и пут ка усавршавању и професионалном напретку. На том путу, радник мора обратити пажњу на бројне препреке, а највише на оне које представљају претњу по његово психичко и физичко здравље. Очување здравља радника је приоритет за сваку индивидуу, али и државу и друштво у целини, јер ће само на тај начин достићи свој потенцијал. Свако успешно друштво је збир здравих, сигурних, способних и мотивисаних радника. Такво уређење је омогућено постојањем адекватног система безбедности и здравља на раду. Њега чине појединци, предузећа, прописи, закони и институције који су директно укључени у остваривање примарног циља система безбедности и здравља на раду: спречавање повреда, професионалних и других болести који се могу јавити приликом рада, али и опште побољшавање услова рада [1].

Радну средину дефинишу два чиниоца. Један се тиче материјалних фактора окружења, док други обухвата социјалне односе у којима људи обављају пословне и друштвене активности. Физички и технички услови радне средине одређени су материјалним факторима окружења. Радна средина се континуелно мењала кроз људску историју, а дотад најзначајнију промену изазвала је индустријска револуција. Концентрација машина се временом повећавала, па су се стекли услови за започињање процеса техничке поделе рада, чиме су се оствариле огромне серије производње. Последиčno, положај радника у процесу производње се мења заједно са његовим односом према осталим радницима.

Физички услови радне средине су сви они чиниоци радне средине који имају утицај на психофизиолошке сметње радника и на продуктивност рада. Физички фактори могу деловати на:

1. Цео организам човека тако да га исцрпљују у процесу рада (ваздух, температура и влажност)
2. Одређене органе радника (осветљење, бука, вибрације...)

Свако предузеће има обавезу да у својим радним просторијама обезбеди услове за рад, који у погледу микроклиме одговарају прописаним нормативима. Микроклима радне средине зависи од низа фактора од којих су неки: осветљење, чистоћа, температура и влажност ваздуха, као и од брзине струјања ваздуха. Човеков организам различито реагује на неповољне микроклиматске услове. Уопштено посматрајући, високе и ниске температуре смањују човекову радну способност. Одржавање сталне телесне температуре у многоме зависи од влажности ваздуха. Организам се труди да одржи сталну телесну температуру што за последицу има осећај умора. Стога, микроклиматски услови рада утичу директно и индиректно на психолошке и физиолошке функције човека, а тиме и на његову продуктивност, односно на производни процес у целини [2].

2. Микроклима – основни појмови и параметри

Појам микроклима објашњава постојање локалних зона у затвореном простору, чије се вредности климатских параметара разликују од оних који описују остатак простора. Микроклима би се најједноставније могла дефинисати као специфичност климатских услова једног радног места. Микроклима обухвата различите параметре, од којих су најзначајнији температура, осветљење, влажност и брзина струјања ваздуха. Сваки од ових параметара има значајан утицај на здравствено и психофизичко стање радника, и то на следећи начин:

- 1) Температура је параметар микроклиме који има директан утицај на раднике. Специфичност утицаја параметра температуре произилази из уског опсега вредности који температура мора узети како би се радни услови окарактерисали као пријатни. Када је температура ван тих оквира на одређеном радном месту, систем терморегулације у људском организму ради преоптерећено. Без обзира на препоруке, на многим радним местима рад се одвија у условима врло високих или врло ниских температура што доводи до константног штетног утицаја на здравље радника.
- 2) Струјање ваздуха на радном месту може бити пожељно и непожељно. Пожељно струјање је намерно изазвано ради проветравања радних просторија. Природно, ненамерно струјање ваздуха није контролисано и карактерише се као непожељно. Прوماја, тј. неконтролисано струјање ваздуха је генерално штетно и треба максимално смањити излагање радника. Вентилација (проветравање) у радним просторијама може бити природна или механичка. Природна вентилација подразумева проветравањем преко врата и прозора. Мање је ефикасна од вештачке а препорука је да површина прозора мора бити око 10% површине пода просторије како би се резултати били задовољавајући. Код механичке вентилације ваздух се из просторија извлачи преко система за вентилацију са вентилаторима, док се свеж ваздух убацује природним путем или такође помоћу вентилатора. Системи за вентилацију се комбинују са филтерима ваздуха и централним клима уређајима како би се постигло пречишћавање и хлађење или грејање ваздуха који се убацује у радне просторије.
- 3) Важан параметар микроклиме је и 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.
- 4) Људско око је врло осетљив орган. Негативан утицај на њега немају само неадекватан интензитет осветљења и бљештање, већ и неадекватна боја и квалитет светла. Најзначајније особине људског ока су: оштрина вида, брзина опажања, осетљивост на контрасте и препознавање боја. Одговарајуће осветљење у радној средини омогућава раднику обављање свих радних функција. Здравно стање органа вида, с једне стране, и осветљење као услов рада, с друге стране, су круцијални услови не само за рад, него и за сигурно и квалитетно обављање постављених

радних задатака. Извршавање радних задатака у окружењу где је осветљење лоше изазива замор, повећава броја грешака у раду, шкарта, смањује продуктивност и доводи до већег броја повреда на раду [3].

Међусобна интеракција ових фактора је још један фактор који треба узети у обзир. Утицањем на здравље и психофизичко стање радника, параметри микроклиме утичу и на продуктивност и резултате рада, и то у значајној мери. Параметри микроклима који имају такве вредности да негативно утичу на раднике могу изазвати појачано замарање, стрес, као и различите здравствене проблеме. Уколико негативан утицај перзистира, радници се налазе под претњом трајних професионалних обољења. Иако је у раду наведена основа сваке компоненте микроклиме, оне су међусобно повезане и морају се заједно анализирати и пратити [1].

3. Температура и влажност ваздуха као микроклиматски параметри

Човеков физиолошки систем за одржавање температуре у границама осећаја пријатности јесте механизам испарења у кожи. Тело регулише повишену температуру знојењем. Колико ће ефикасно тело обављати ту функцију зависи од температуре, влажности и струјања ваздуха. Повољни услови окружења олакшавају обављање овог процеса. Уколико постоје адекватни услови да се радник расхлади и одржава температуру тела у пожељном опсегу, он ће успешније радити и остваривати боље резултате.

На основу низа медицинских истраживања о утицају температуре на рад дате су следеће препоруке за средње температуре у односу на одређене радне средине, тј. врсте рада [3]:

Табела 1 – Средње температуре за одређене врсте рада [3]

Врста рада	Средња температура ($^{\circ}\text{C}$)
За претежно седећи рад	+ 19 $^{\circ}\text{C}$
За претежно стојећи рад	+ 17 $^{\circ}\text{C}$
За тешки физички рад	+ 12 $^{\circ}\text{C}$
За администрацијске послове	+ 20 $^{\circ}\text{C}$
За продавнице	+ 19 $^{\circ}\text{C}$

Највиша температура ваздуха која је допуштена за рад у просторији је 28 $^{\circ}\text{C}$, а разлика између температуре зида и ваздуха не би смела бити већа од 2 до 3 $^{\circ}\text{C}$.

Влажност ваздуха је степен засићености ваздуха воденом паром и изражава се у процентима. Влажност ваздуха условљена је температуром. Ове две величине су у обрнуто сразмерном односу. Дозвољене вредности релативне влажности ваздуха у односу на температуру ваздуха приказане су у табели 2 [3].

Табела 2 – Дозвољене вредности релативне влажности ваздуха [3]

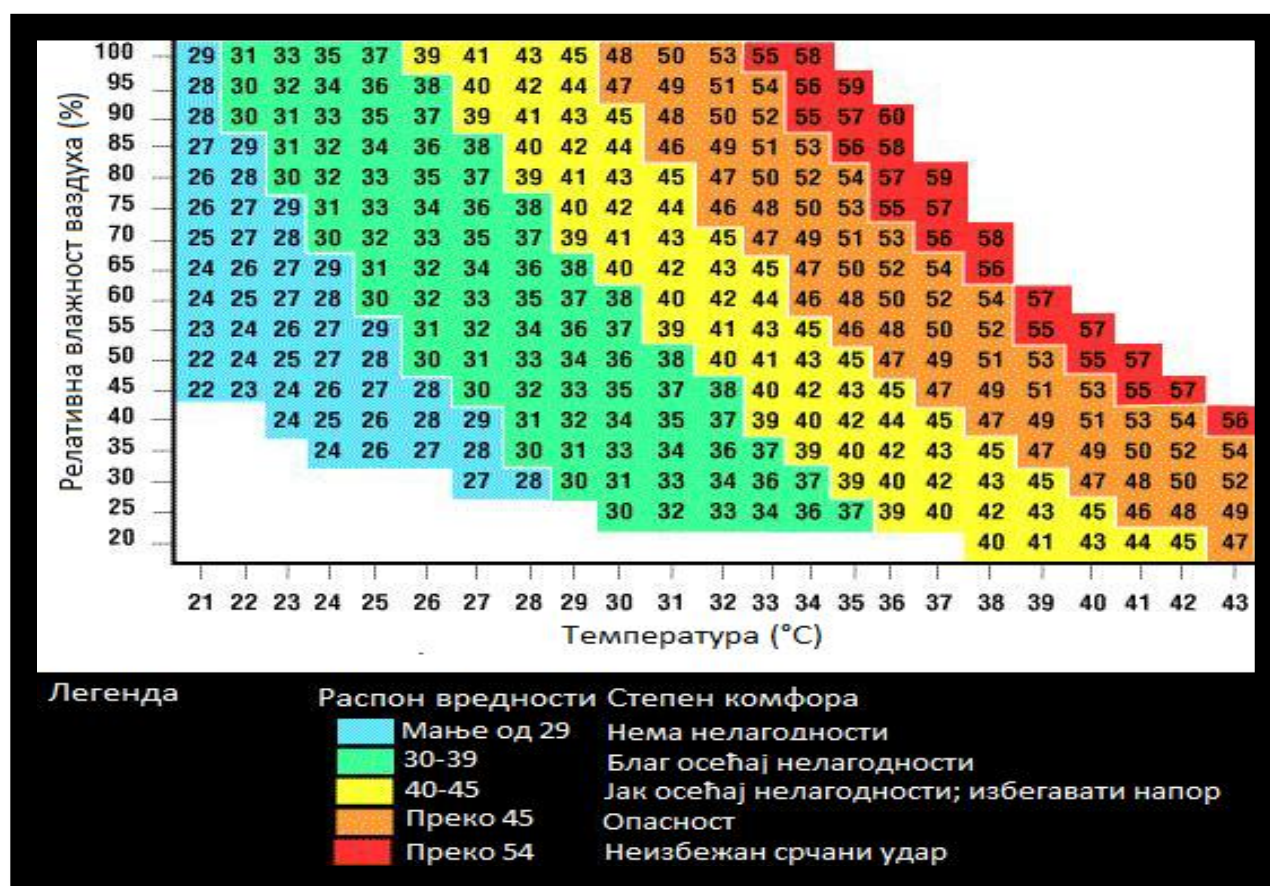
Температура ваздуха ($^{\circ}\text{C}$)	Релативна влажност ваздуха (%)
20	80
22	70
24	62
26	55

Вредности оптималне и максималне влажности ваздуха за одређену врсту рада дате су у табели 3 [3].

Табела 3 – Однос између температуре и влажности ваздуха [3]

Врста рада	Температура ваздуха ($^{\circ}\text{C}$)	Влажност ваздуха (%)	
		Оптимум	Максимум
Лагани рад у седећем положају	19-20	0.2	0.5
Лагани рад у стојећем положају	16-18	0.3	0.7
Тешки физички рад	14-16	0.4	1.0

На слици 1 приказане су вредности температуре и релативне влажности ваздуха као и утицај влажности ваздуха на субјективни осећај температуре код човека.



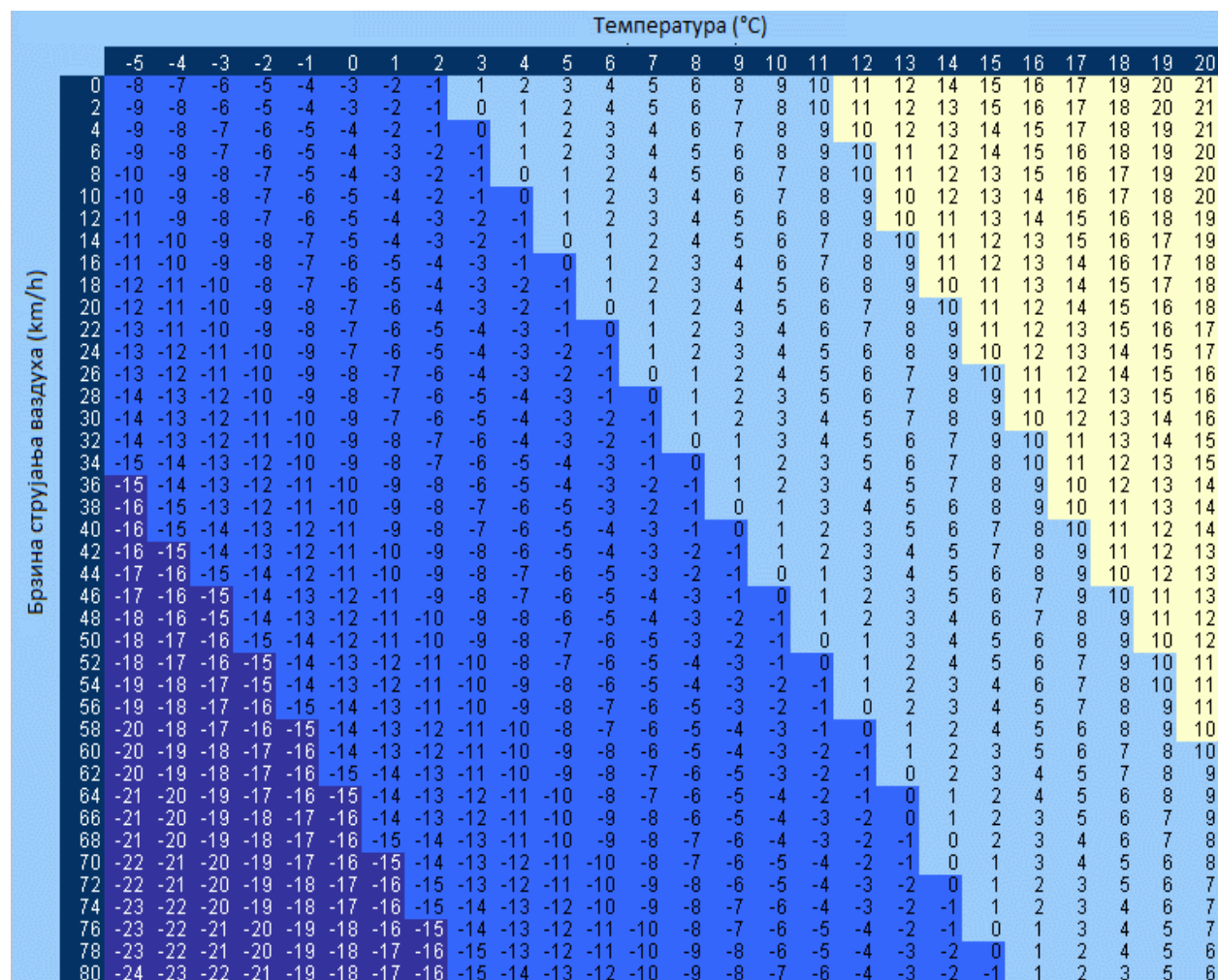
Слика 1: Индекс влажности ваздуха [4]

Струјање ваздуха утиче на смањење топлоте у радној средини и степен комфора који радник осећа приликом извршења радног задатка. Веома је важно обезбедити радницима довољно свежег ваздуха природним проветравањем или вентилационим системом, што се мери на сат а приказано је у табели 4.

Табела 4 – Вредности брзине струјање ваздуха за одређене врсте рада [3]

Врсте рада	Брзина струјања ваздуха
Претежно седећи рад	20-40 m^3/h по особи
Претежно стојећи рад	40-60 m^3/h по особи
Тешки физички рад	> 65 m^3/h по особи

На слици 2 приказане су разлике субјективног осећаја температуре код човека са променом брзине струјања ваздуха при влажности ваздуха од 70%.



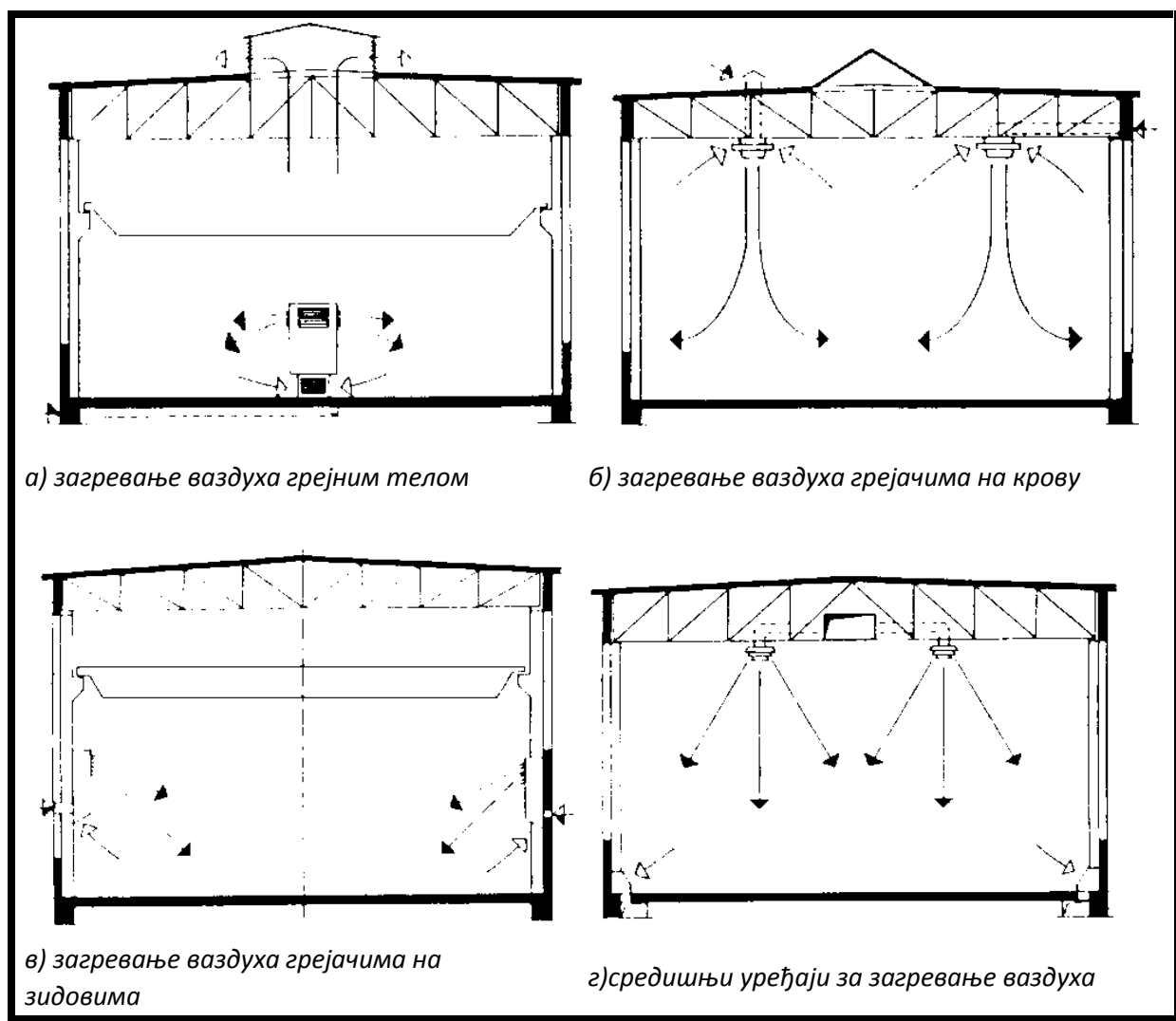
Слика 2: Утицај брзине струјања ваздуха [5]

Квалитет ваздуха у радној средини веома је битан фактор микроклиме. Устајао и загађен ваздух има негативан утицај не само на продуктивност рада, већ може довести до значајнијих повреда и појава професионалних обољења. Извор загађења ваздуха представљају честице прашине и различита испарења. Загађење ваздуха у производним

системима мери се количином штетне концентрације на радном месту. Загађеност ваздуха мери концентрацију прашинастог, парног или гасовитог облика ваздуха на радном месту, који се мери осам сати дневно [3].

До жељених микроклиматских услова на радном месту може се доћи на више начина: грејањем, проветравањем или вентилационим системом и климатизацијом.

Грејање у радној средини се може остварити на различите начине: носиоцима топлоте (врућа вода, гас, ваздух), одвођењем топлоте (конвекција или зрачење) и грејним телима (радијатори, конвектори, термоакумулационе пећи, итд.). За администрацијске, лабораторијске и сличне просторије за грејање најчешће се употребљавају грејна тела. За загревање великих радних погона или хала може се користити ваздух који се шири преко уређаја постављених на под (подно грејање), са стране, или на кров зграде што је приказано на слици 3. Поред ових, загревање радних просторија се може остварити и другим изворима енергије нпр. нафтом, гасом или електричном енергијом [3].



Слика 3: Начини загревања хала [3]

3.1. Ниске температуре

Рад у срединама са врло високим или недовољно високим температурама доводи до већ наведених проблема. Рад у хладној средини, исто као и рад у претерано топлој средини, омета извршавање радних задатака, утиче на здравље радника, а у екстремним случајевима може угрозити и његов живот. Одржавање сталне телесне температуре омогућава нормално функционисање радника и довољно енергије за обављање радних активности. Механизам тела који ствара топлоту (метаболизам) може довести до смањења телесне температуре услед повећаног струјања и влажности ваздуха [3].

До ослобађања или губитка топлоте долази и због опадања температуре ваздуха у радној средини. До тога долази када се појави разлика између температуре ваздуха и температуре тела. Још један фактор који је битан за губитак топлоте јесте површина тела која је изложена хладноћи [3].

У табели 5 приказани су знакови хипотермије.

Табела 5 – Знакови хипотермије [3]

Стање	Температура тела	Симптоми
Блага хипотермија	37,2 – 36,1°C	Нормална слика, може започети дрхтање;
	36,1 – 35°C	Осећај хладноће, најежена кожа, неспособност да се обављају сложени радни задаци рукама, дрхтање, руке почињу да трне и коче се;
Умерена хипотермија	35 – 33,9°C	Јако дрхтање, очигледна некоординираност покрета, покрети су спори и отежани, спотицање, блага конфузност; користећи тест трезвености, особа је неспособна да хода 30 стопа право по линији;
	33,9 – 32,2°C	Жестоко дрхтање, радник тешко говори, споро мисли, почиње да се јавља амнезија, успорени покрети, неспособност да се користе руке, учесталије спотицање, знаци депресије и повучености;
Јака хипотермија	32,2 – 30°C	Престаје дрхтање, изложена кожа постаје модра и отечена, координација покрета веома сиромашна, немогућност ходања, конфузија, ирационално понашање, укоченост;
	30 – 27,8°C	Мишићна ригидност, полусвесност, губитак свести, пулс и дисање успорени, могућа срчана фибрилација;
	27,8 – 25,6°C	Несвестица, лупање срца, неуједначено дисање, пулс се не може осетити;
	25,6 – 23, 9°C	Плућни едем, престанак рада срца и плућа, смрт. Смрт може наступити и раније.

У директном контакту са средством за хлађење или са хладном водом, тело такође губи топлоту. Тело може да изгуби од 25 до 30 пута више топлоте када је у контакту са хладним или мокрим предметима него када је у сувим условима рада. Запослени који обавља радне задатке у влажној одећи губи топлоту 5 пута брже од оног у сувој одећи [3].

У умерено хладној радној средини температура тела се може снизити од 1 до 2°C у односу на нормалну температуру како би се адаптирало на средину. Код јаке хладноће, без одговарајућег грејања радних просторија, тело није у стању да надокнади разлику температуре и почиње да се хлади. Осећај хладноће је праћен осећајем бола, највише на изложеним деловима тела. То је први знак хипотермије [3].

Ако температура ваздуха настави да опада или се продужи време излагања хладноћи, осећај бола почиње да се смањује због повећане укочености. У следећој фази долази до опуштања, неосетљивости мишића и поспаности. Ове промене се дешавају када се температура тела спусти испод 33°C. Додатни симптоми хипотермије укључују период дрхтања, губитак свести и проширене зенице. Када температура тела падне на 27°C наступа кома. Срчане активности престају на око 20°C, а мозак престаје да функционише на 17°C [3].

3.2. Високе температуре

Максимална препоручена температура у току рада није једнозначно одређена. Да ли ће одређена температура представљати проблем за радника зависи од бројних фактора попут:

- релативне влажности ваздуха,
- излагања сунцу или другим топлотним изворима,
- струјања ваздуха,
- захтевности посла,
- аклиматизованост радника,
- да ли је заштитна одећа изношена, и
- времена излагања високој температури [3].

Изложеност високој температури може довести до низа негативних последица, укључујући и топлотни стрес. Топлотни стрес се може препознати по симптомима које изазива. Топлотни стрес ће се манифестовати као исцрпљеност, појачано знојење, несвестица, а у екстремним случајевима може доћи и до топлотног удара.

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

- коришћење вентилатора и клима уређаја,
- ношење лаке и заштитне одеће,
- учесталије паузе,
- конзумирање хладних пића (не кафе и алкохола),
- мања физичка напрезања током периода повишене температуре
- коришћење заклона или сунцобрана [3].

4. Осветљење као микроклиматски параметар

Човек чулом вида опажа део енергије зрачења електромагнетног спектра, односно светло. Чуло вида је од изузетног значаја у низу како свакодневних активности, тако и активности на радном месту. Осветљеност радног окружења је један од примарних захтева уколико желимо да се побринемо за стандарде безбедности на раду. Лоше осветљење може довести до низа повреда на раду, а току дуготрајног излагања може изазвати хронична погоршања вида. Поред тога, неадекватно осветљење дестимулативно утиче на продуктивност радника, делујући на његово психолошко стање. Организовање радног места захтева планирање низа захтева везаних за осветљеност:

- продор директних сунчевих зрака у радни простор
- осенченост изазвана предметима, али и извршиоцима
- блештање светлих или глатких површина

Треба избегавати постављање светлих или блештавих површина испод радног места, или ако је то неизбежно, треба их поставити уз максимално обраћање пажње на могуће хазарде и начин за њихово минимизирање [6].

Осветљење на радном месту може бити природно и вештачко. Природно осветљење се дефинише као пролазак дневне светлости кроз стаклене површине на зидовима или кроз светларнике на крову. На радном месту ће се у највећем броју случајева наћи прозори постављени на вертикалним зидовима. То решење је једноставно како због лакшег одржавања, тако и због мањег ризика од прокишњавања. Ако постоји потреба за већим осветљењем оно се може остварити комбиновањем вертикалног са кровним осветљењем [3].

Многи фактори имају утицај на јачину природног, дневног осветљења. Јачина дневног светла зависи од доба дана и годишњег доба. Уколико ови фактори смањују количину дневног светла (облачни или зимски дани, рад у касним вечерњим сатима), неопходно је увести вештачко осветљење. Када се разматра увођење вештачког светла, морају се узети у обзир физиолошки и психолошки захтеви радника. [3].

Добра организација вештачког осветљења захтева бригу о броју и типу сијалица као и о месту њиховог постављања. Када се врши избор типа сијалице посебну пажњу треба обратити на:

- расподелу светлости у односу на површину,
- квалитет осветљења,
- одржавање и могућности промене светлећих тела,
- могућност повећања броја сијалица,
- трошкове инсталације, рада и одржавања, и
- утицају одбијања светлости и блештања [3].

Захтевност одређеног типа посла директно утичи на неопходну количину осветљења. Прикладно осветљење за одређени тип посла није нужно најбоље осветљење за други тип (табела 6) [3].

Табела 6 – Препоручене вредности осветљења за одређене радне активности [17]

Активности	Осветљење (lux)
Јавне површине са мрачним окружењем	20-50
Једноставна оријентација	50-100
Радна подручја у којима се визуелни задаци повремено изводе	100-150
Складишта, домови, архиви	150
Лак канцеларијски посао	250
Нормалан канцеларијски посао, рад на рачунару, лабораторије	500
Машинске радионице	750
Детаљан рад у механичким радионицама, цртање	1000
Врло детаљни машински радови	1500-2000
Извођење визуелних задатака на продужени временски период	2000-5000
Дуготрајно извођење захтевних визуелних задатака	5000-10 000
Извођење посебних визуелних задатака	10 000-20 000

Ретки су случајеви у којима је природно осветљење супериорно у односу на вештачко када разматрамо обављање радних задатака. Вештачко осветљење подлеже манипулацији и лакше се прилагођава специфичним захтевима, попут фокусирања, појачавања или пригушивања. Такође, велика предност вештачког осветљења је у чињеници да не зависи од природних услова [3].

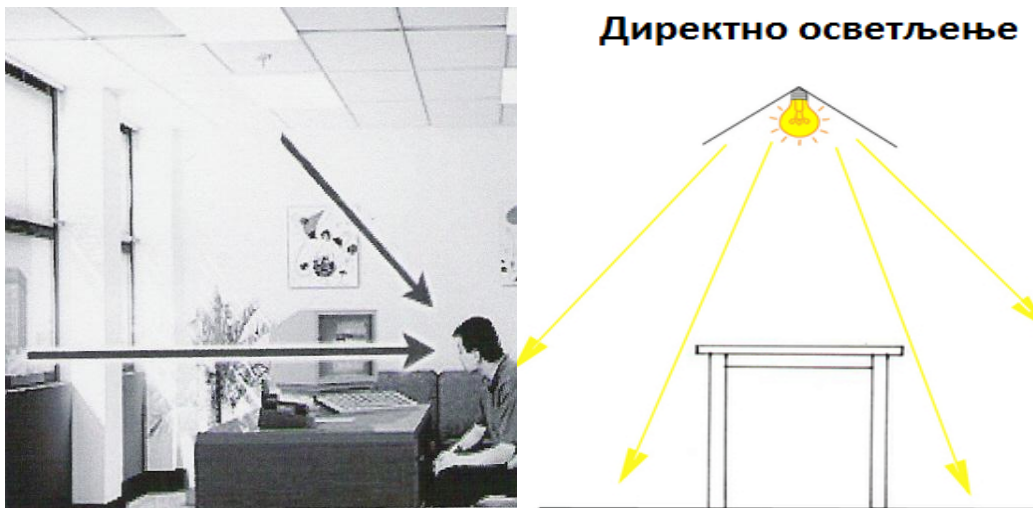
4.1. Лоше осветљење

Бљесак се дефинише као појава непријатног осећаја у оку који настаје услед велике јачине светлости унутар визуелног поља, која је значајно већа од оне на коју се око већ адаптирало. Ствара веома непријатан и напоран осећај и значајно смањује видљивост.

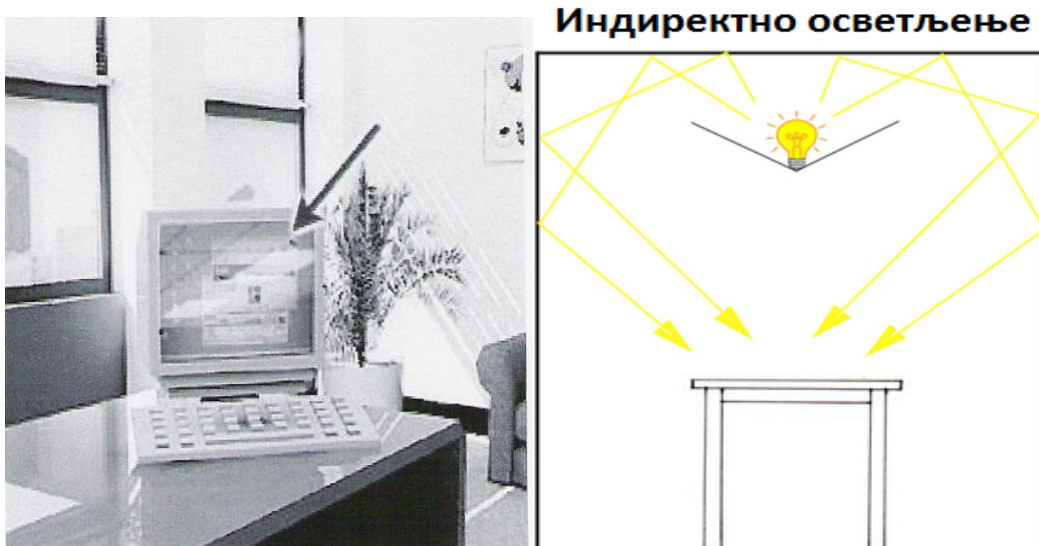
Интензитет осећаја бљеска у оку зависи од следећих фактора:

- величина извора бљеска,
- позиције извора светлости и радника,
- јачине извора светлости,
- броја извора [3].

Бљесак може бити директан и индиректан (рефлексија). Директан бљесак настаје деловањем јаког извора светлости који се налази на плафону или прозору и простире се у видном пољу (слика 4). Индиректни бљесак (рефлексија) је светлост која се рефлектује од неке површине а потом улази у визуелно поље (слика 5) [3].



Слика 4: Директни бљесак са прозора и расвете на плафону [3], [7]



Слика 5: Индиректни-рефлектујући бљесак [3], [7]

Заслепљујући бљесак представља велику количину распршеног светла унутар ока због које долази до привременог заслепљивања. Заслепљивање или непријатан осећај који настаје приликом изложености бљеску може изазвати смањење моћи опажања или фокусирања, што сваки даљи рад претвара у излагање ризику од настанка повреда на раду. Код сваког појединца постоји разлика у количини светла које се распршује у оку, а самим тим и разлика у количини светла при којој долази до ове појаве. Када је у радној средини ниво светла уједначен појава заслепљујућег бљеска није могућа [3].



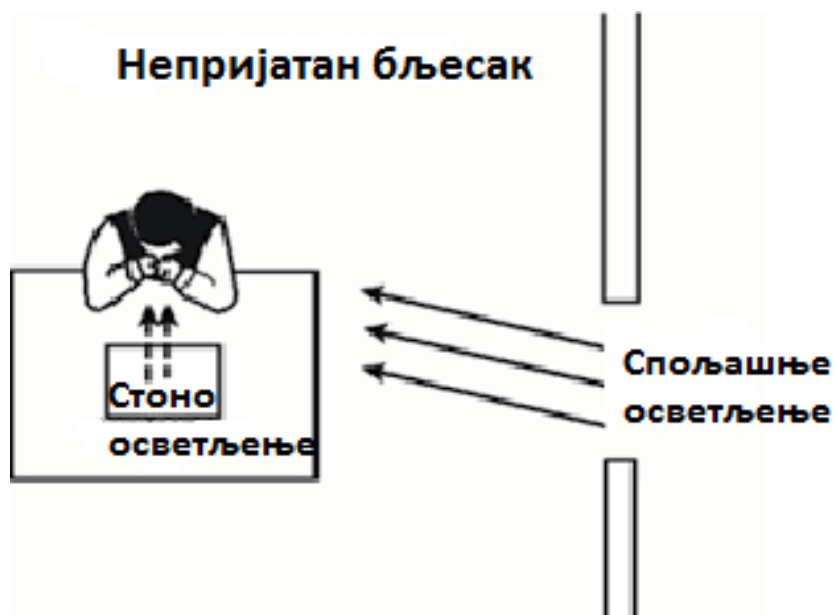
Слика 6: Заслепљујући бљесак [8]

Приликом деловања непријатног бљеска долази до физичке нелагодности. Уобичајени извори непријатног бљеска су: инсталирана светла, прозори и рефлексије са сјајних површина. Оно што је код непријатног бљеска најбитније је угаона разлика између линије видљивости и потенцијалног извора бљеска, а што је тај угао већи мања је вероватноћа за појаву бљеска [3].

Посебан захтев за обраћање пажње на осветљеност радног простора представља организација радног места за особе са оштећеним видом. Услови о којима треба водити рачуна су следећи:

- Директна и индиректна расвета не би требало да буду јаког интензитета како би се смањила могућност појаве непријатног или заслепљујућег бљеска;
- Застор или ролетне на прозору би требало да дозволе једноставно контролисање амбијенталне расвете;

- Стона лампа или расвета за поједине радне задатке омогућава фокусирање светлости тамо где је потребна;
- Филтери за флуоресцентно осветљење могу редуковати напрезање очију;
- Посебна сочива која смањују појаву блеска, заштитне наочари и друга оптичка помагала штите очи од непријатног и заслепљујућег блеска [3].



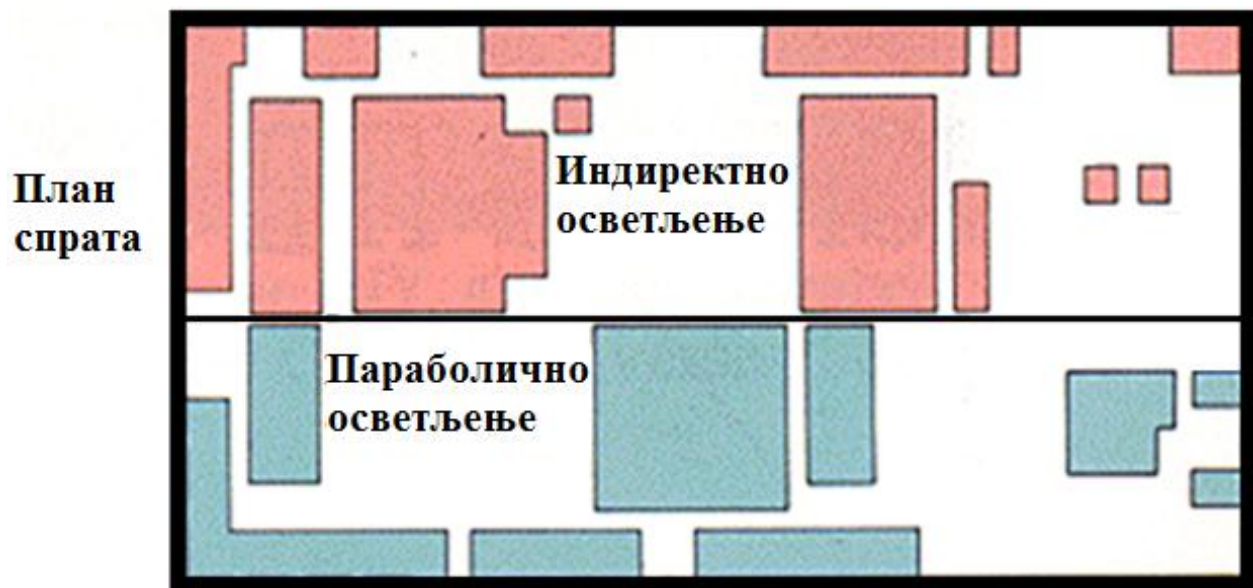
Слика 7: Непријатан блесак [8]

Потреба за јачим осветљењем се мења сходно порасту броја година радника. Особи од 60 година треба 15 пута јаче осветљење у односу на особе млађе старосне доби. Просечна величина зеница смањује током старења и пропушта мању количину светлости. Сочиво постаје слабије провидно, што додатно смањује количину светла на мрежњачи. Такође, праг осетљивости очију старијих радника на блесак је нижи у односу на онај код млађих радника. Према томе, потребно је обратити пажњу на то да се повећањем вештачког осветљења за старије раднике не учини више штете него користи [3].

4.2. Осветљење и продуктивност

Студије о корелацији између продуктивности и осветљења почеле су да узимају маха током деведесетих година прошлог века. Повод је било повећано коришћење персоналних рачунара у свакодневној пословној пракси. Већи број студија (изведених, између осталог, од стране *The American Society of Interior Designers*, *Silicon Valley*, *Steelcase Office Environment*, итд.) показао је да тадашње осветљење није било задовољавајућег квалитета. Истраживања извођена у лабораторијским условима нису давала употребљиве резултате. Прва студија која је изведена у реалним условима била је студија Универзитета Корнел, која је спроведена у пролеће 1988. године.

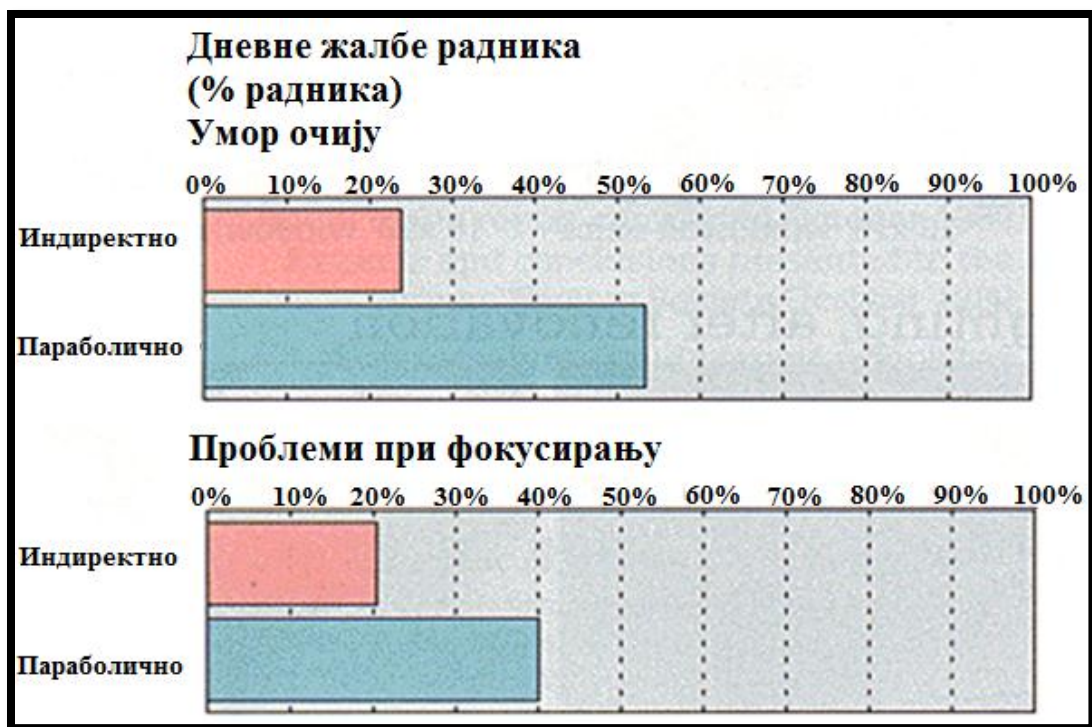
Истраживање је спроведено у згради Ксерокса у Њујорку, у корпоративним канцеларијама. Студија је обухватила 200 радника који редовно обављају компјутерске задатке. Спектар боја у канцеларијама, као и намештај, били су стандардизовани тако да се може претпоставити да било која разлика произилази из разлике у осветљењу. Тестирана су два система, систем директног осветљења који се базира на параболичним ребрима, и систем индиректног амбијенталног осветљења. Тестирана је хипотеза о утицају осветљења на визуелну угодност, задовољство, здравље и продуктивност [15].



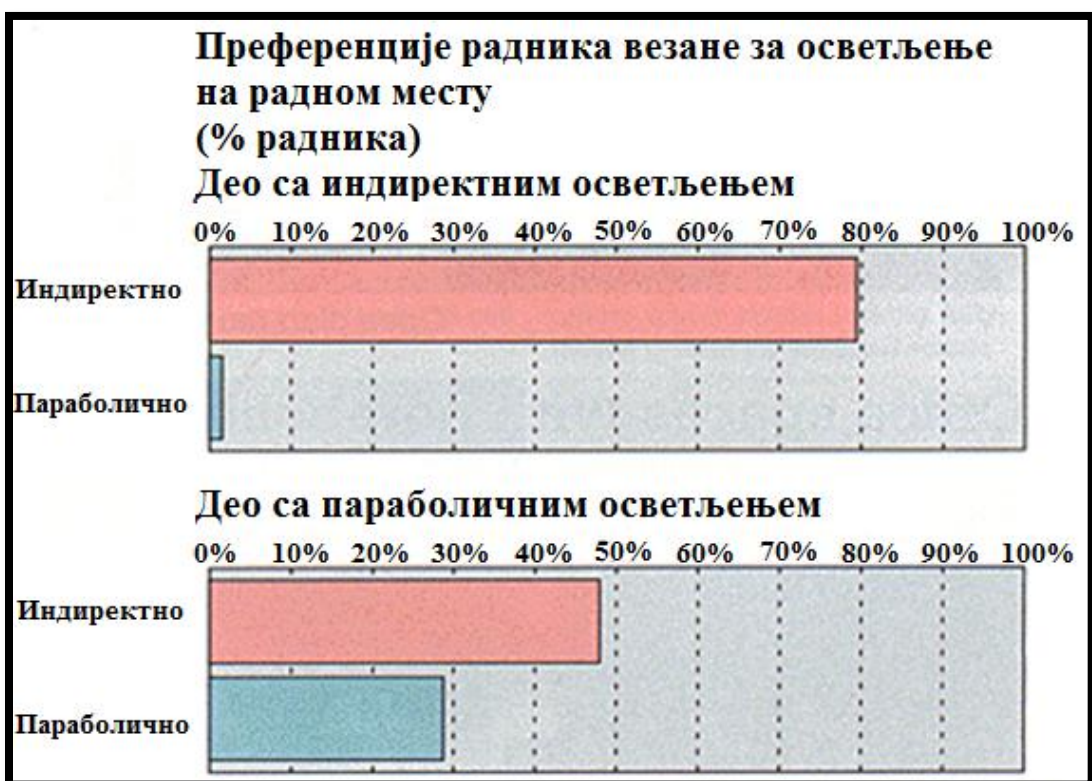
Слика 8: Две врсте осветљења на спрату на ком је вршено истраживање [15]

Упитник који су учесници попунили непосредно након истека предвиђеног периода показао је да је систем индиректног амбијенталног осветљења супериоран у односу на систем директног осветљења базираног на параболичним ребрима. Дупло више радника пожалило се на појачано умарање очију и проблеме са фокусирањем. Ови проблеми били су знатно учесталији у групи са директним системом осветљења, а која је радне задатке обављала у мањим канцеларијама без прозора [15].

Док радници нису вршили никакве измене на систему индиректног осветљења, исто се не може тврдити за параболични директни систем. Готово пола параболичних ребара измењено је у канцеларијама без прозора. Испитаници су одговорили на питања о преференцијама између два система осветљења. Само једна особа из групе система индиректног осветљења преферирала је директно осветљење, док су се сви остали определили за индиректно. Већи део групе директног система определио се за индиректни систем осветљења [15].

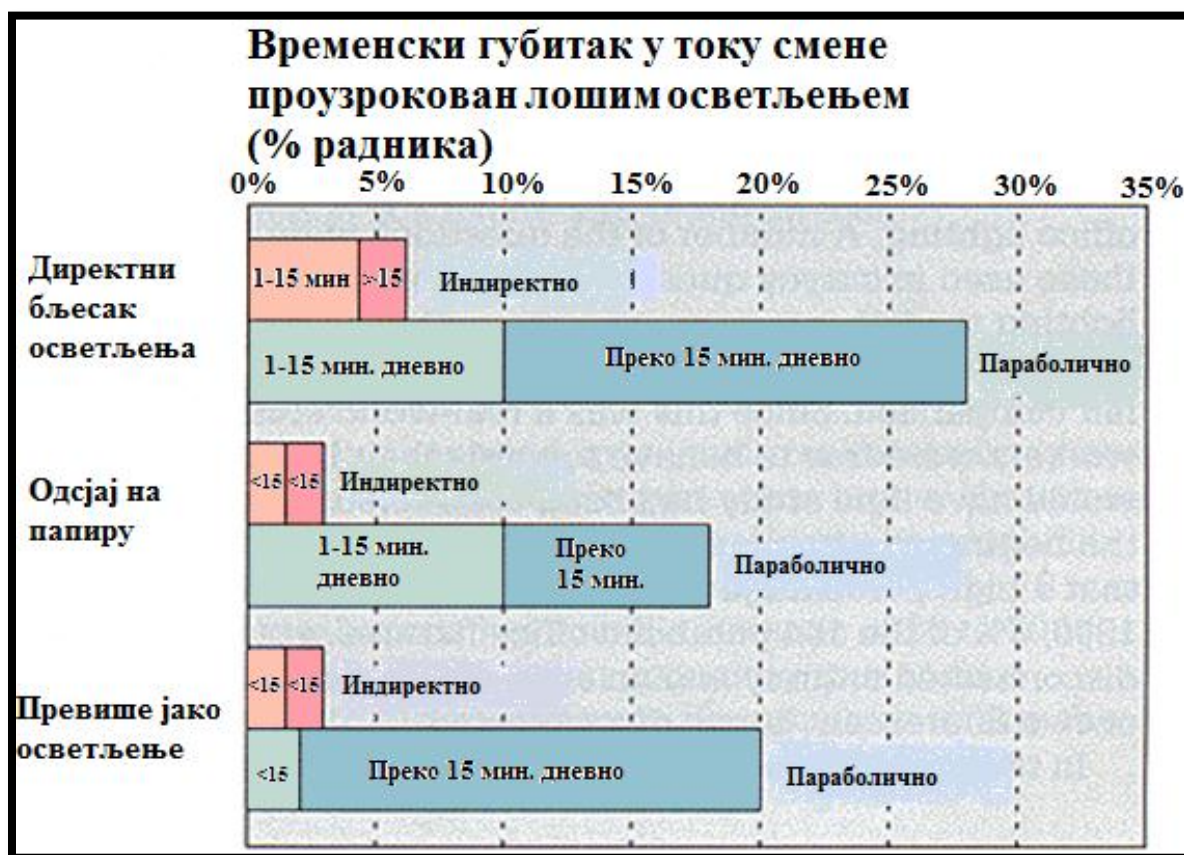


Слика 9: Жалбе радника везане за осветљење, на дневном нивоу [15]



Слика 10: Преференције радника везане за осветљење на радном месту [15]

Други битан аспект овог истраживања тицао се перцепције изгубљеног радног времена због проблема изазваних осветљењем. Петина групе система директног осветљења пријавила је губитак од више од 15 минута дневно због проблема са фокусирањем. У другој групи тај проценат је 2%. Тај губитак радног времена у мерама продуктивности износи губитак од 2% на годишњем нивоу [15].



Слика 11: Временски губитак у току смене проузрокован лошим осветљењем [15]

Поређени су системи истог нивоа квалитета, од којих је систем индиректног система скупљи у односу на систем индиректног (између 100 и 200 долара по инсталацији). Због већег губитка на времену и продуктивности, израчунато је да би се инсталација скупљег система исплатила за 3 до 6 месеци, у зависности од плате радника [15].

Још једно истраживање обављено је у поштанском одељењу у Реноу (Reno Post Office Case Study, 1997), када се дошло до закључка да расвета не треба да буде третирана као луксузно добро. Одлучено је да се смање трошкови електричне енергије, на тај начин што ће сва постојећа директна расвета заменити индиректном. Поред планиране уштеде електричне енергије дошло је и до неочекиваног побољшања продуктивности радника од 6%. Повећање продуктивности је са финансијског аспекта донело толике резултате да је нови систем расвете отплаћен за мање од годину дана [3].

Студијом која је 1997. године спроведена на иницијативу Америчког друштва дизајнера ентеријера, 68% радника је изјавило да је незадовољно расветом на радном месту. У Силиконској долини 79% радника је изразило потребу за бољим осветљењем у радној околини. Радници су наводили слабу расвету као први или други проблем по важности који би требало решити [3].

4.3. Квалитетна расвета

Да би расвета била квалитетна важно је поштовати следеће препоруке:

- Расвета мора бити прилагођена типу посла који радник обавља. Независно од доба дана када се посао обавља, мора се обезбедити адекватна расвета. Различити нивои захтевности када је у питању расвета диктирани су специфичностима у типовима рада. У зависности од тога да ли се обавља посао за машином или за рачунаром, да ли се посао односи на рад са документима, изабраћемо оптималну количину осветљења.
- Потребе радника за расветом су различите а дефинишу се на основу броја радних сати, доба дана, година старости, личног стила и радне културе, што све улази у захтев да расвета буде прилагођена појединцу.
- Важна предност вештачког осветљења јесте могућност контроле..Све чешће се у пракси среће повећана употреба сензора који аутоматски укључују светло када детектују кретање. Њихова употреба се повећава због потенцијалне уштеде енергије и новца.
- Свакако да треба обратити пажњу на еколошке захтеве. Расвета треба да штеди енергију и да не загађује околину. Између петине и четвртине електричне енергије троши се на расвету. Развијене земље покренуле су талас смањења коришћења електричне енергије на расвету, како би се укупна количина потрошње смањила. Међутим, најбољи начин за уштеду представља савесније коришћење расвете, односно усмеравање светла тамо где је најпотребније.

Да би расвета трајала мора се одржавати. Квалитетан план расвете укључује локацију, трајност и корисност компонената расвете [3].

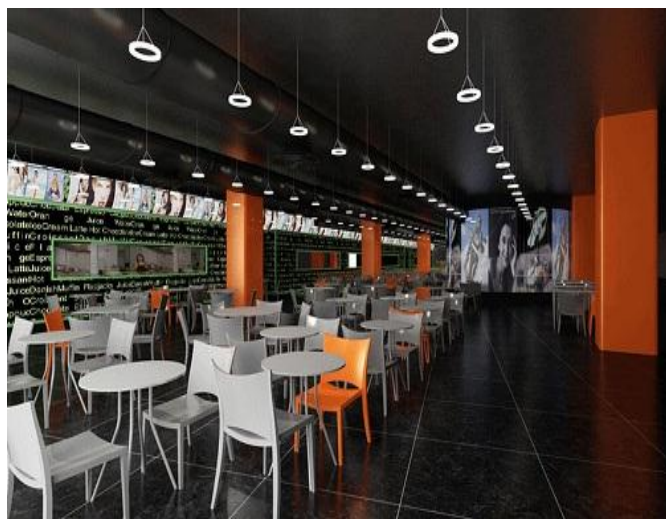
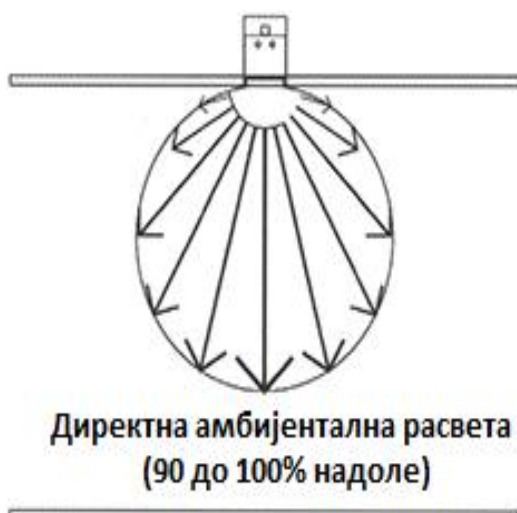
4.4. Врста расвете

Свака расвета мора бити одабрана и постављена тако да омогући осећај лагодности, сигурности и прегледности радницима који своје радне задатке обављају у том радном окружењу. Радно окружење може бити осветљено трима типовима расвете, као и њиховим комбинацијама. У питању су амбијентална расвета, расвета за поједине задатке, као и расвета за истицање. Ови елементи и њихове комбинације су кључ за поуздану расвету радног окружења.

Општа осветљеност радне околине постиже се амбијенталном расветом. Амбијентална расвета се може поделити на директну, полудиректну, полуиндиректну, индиректну и дифузну.

Пренос светлости са расвете, тј. са извора светлости може се дефинисати као одсјај коју расвета производи простирући се у простору. Међународна комисија за осветљење је класификовала дистрибуцију светлости са извора светлости у затвореном простору на: директну, полудиректну, полуиндиректну, индиректну и дифузну расвету. Свака врста расвете дистрибуира светлост према доле и/или горе у одређеном проценту [3].

Директна амбијентална расвета преноси 90-100% светлости директно према доле [3].



Слика 12: Директна амбијентална расвета [9], [10]

Полудиректна амбијентална расвета дистрибуира 60-90% светлости на доле и 10-40% светлости на горе.



Слика 13: Полудиректна амбијентална расвета [9], [11]

Индиректна амбијентална расвета дистрибуира 90-100% светлости према горе. Светлост се рефлектује од плафона. Приликом употребе, плафони су равномерно осветљени, а директни и рефлектовани одсјај су сведени на асполутни минимум. Блага, распршена светлост индиректне амбијенталне расвете се показала угоднијом од директних извора, јер даје осећај бистрине [3].



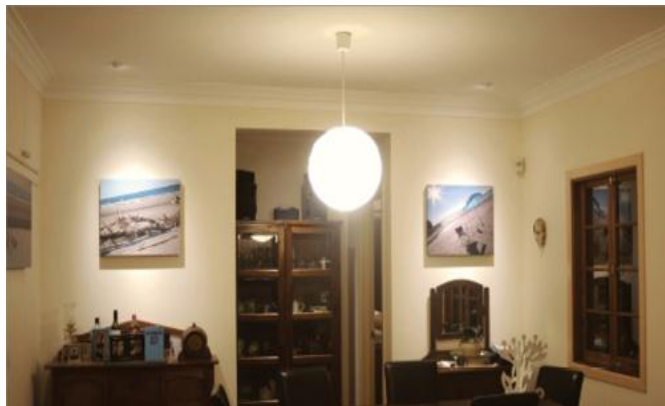
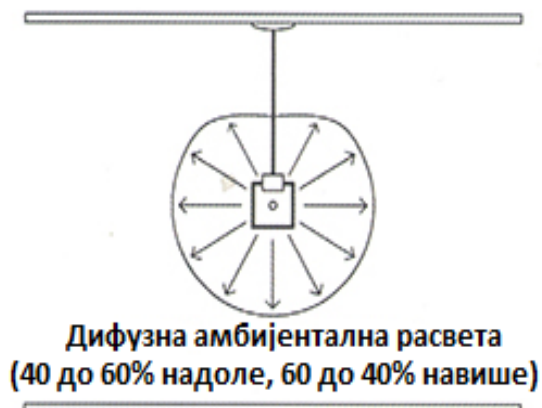
Слика 14: Индиректна амбијентална расвета [9], [12]

Полуиндиректна амбијентална расвета дистрибуира 10-40% светлости према доле и 60-90% светлости према горе.



Слика 15: Полуиндиректна амбијентална расвета [9], [13]

Дифузна амбијентална расвета дистрибуира 40-60% светлости надоле и 40-60% светлости нагоре. Дистрибуција светлости зависи од врсте осветљења, јачине и броја извора светлости који се користи у простору.



Слика 16: Дифузна амбијентална расвета [9], [14]

Расвета за поједине задатке допуњује амбијенталну расвету, јер испуњава сенке настале висинском поделом простора и простором изнад радног места и пружа додатно светло за посао који захтева више светла. Ова врста расвете има све већу улогу јер се коришћење амбијенталне расвете смањује ради све веће употребе рачунара, као и еколошке важности штедње електричне енергије [3].

Расвета за истицање употпуњава расветну околину као битан елемент система расвете. Она се користи као светло за допуњавање и равнотежу амбијенталном светлу. Може пружити визуелну подршку у просторима без дневног светла. Када се успешно уклопи може трансформисати перцепцију простора [3].

4.5. Боје у простору

Боја има важну улогу у организовању радног простора. Боја плафона треба да одговара зидовима и притом треба избегавати јаке, контрасне боје при избору прозора и подне облоге. Овако организован радни простор помаже при стварању осећаја јединственог простора.

У просторијама окренутим ка југу, које имају тенденцију претераног загревања, све нијансе зелене, осим светле или пригушене, помажу при „расхлађивању“. Друге боје појачавају природно светло и осветљеност собе. Бела се најчешће користи, али хладно сиво-плава и зелена имају сличан квалитет. Када је просторија тамна и тмурна, коришћење бледе, свеже, светло-жуте боје ће је освежити [3].

4.6. Боја и осветљење

Битна ставка која заједно са расветом утиче на атмосферу у радном простору јесте права боја и нијанса зидова и плафона. Она може створити ефекат већег или мањег простора,

утицати на перцепцију температуре и осветљености просторије, као и на расположење радника. Све то последично има утицај на продуктивност радника.

Задатак боја у радном простору јесте да створе опуштајућу атмосферу и да одговарају радним навикама запослених, нарочито ако посао захтева вишечасовну концентрацију и изолованост радника. Непријатне боје могу изазвати очну напетост и главобољу. Ако обезбедимо радном месту довољну количину светлости, осветљење мора бити чисто и неутрално, без јако жутог, ружичастог или плавог одсјаја. Поред тога, инсталирано светло мора одговарати старосној доби радника јер одраслом човеку изнад 40 година потребно је три пута јаче светло да би обавио неки посао него детету, а оне од 60 година потребније је чак 15 пута јаче осветљење.

Дневно светло у подне има велику количину плавог, сијалице имају велику количину црвеног, док спектар флуоресцентне лампе лежи између претходна два случаја. Међутим, иако разлике постоје када упоређујемо светло из различитих извора, оне су не приметне оку ако оба светла нису присутна у исто време. Мада личне преференције могу бити наклонене дубљим, засићеним бојама, светлије боје су пожељније на зидовима и већим површинама јер одбијају више светлости. Тамно зелена боја може рефлектовати само 15% светлости, док светложелена може имати и до 50% рефлексије. Бела боја рефлектује 80%, док црна боја рефлектује само 5% светлости. Те разлике су доста приметне у осветљењу радне просторије.

Понекад природно осветљење може представљати проблем у радном простору јер директна сунчева светлост може имати и до 100 000 лукса. Ако је радна просторија велика и постоји спољашње осветљење, потребно је доста велико унутрашње (вештачко) осветљење да би се постигао баланс у целој просторији. Због јачег интензитета, одсјај може бити проблем код природног осветљења [3].

4.7. Потрошња енергије и боје

У овом раду већ је наглашаван значај еколошке свести када је у питању коришћење електричне енергије, али и свих осталих типова енергетских извора. Савремени начин живота диктира константно увођење нових потрошачких добара. Свако од тих добара утиче на сток енергије који постоји у свету. Све је већи проблем недостатак електричне енергије, и на њега се морамо осврнути. Енергија се мора користити рационално, смислено, и са свешћу о природи и будућим генерацијама.

Процене Агенције за заштиту околине у Америци је да око четвртина укупне потрошње електричне енергије у САД-у иде на расвету. Постоји више начина на које се може извршити редукација потрошене количине електричне енергије. Свакако најједноставнији за примену јесте прилагођавање боја у простору тако да се побољша ефекат расвете. Правило којим се треба водити јесте да светлије боје боље одбијају светлост од тамнијих. Док црна боја упија 95% светлости, а рефлектује само 5%, бела боја рефлектује чак 80%

светлости. Много мање електричне енергије потребно је за осветљавање светле у односу на тамну просторију. Пажњу треба обратити не само на боју зидова, већ и на боју плафона, како би ефекат био максимизиран. Велики светски произвођачи боја у свом пословању користе табелу која свакој боји придодaje проценат рефлексије (LRV, Light Reflectance Value)

На основу ових информација може се доћи до закључка да је оптимално решење увек бела боја плафона и зидова. Друга страна медаље је лоша комбинација беле боје и високог нивоа осветљења. Тада се ствара супротан ефекат, јер може доћи до стварања одсејаја или блеска, који изазива иритацију и брже умарање очију.

Боје у радној просторији такође утичу и на перцепцију температуре. Тестови потврђују да собу хладних боја (плава, зелена...) људи доживљавају 3,3-5,5°C хладнију од њене стварне температуре. Топле боје (црвена, наранџаста...) имају за последицу вишу процену температуре за 3,3-5,5°C [3].

5. Инструменти за испитивање микроклиматских услова радне околине

Данашње тржиште нуди широк асортиман инструмената за испитивање микроклиматских услова. Њима се може одредити температура, влажност ваздуха, бука, јачина осветљења, брзина струјања ваздуха... У овом делу рада биће описани инструменти којима је вршено испитивање микроклиматских услова у наменској индустрији. Ови инструменти су лаки за коришћење и дају поуздане резултате мерења.

Периодично испитивање услова радне околине обухвата мерења:

1. микроклиме (температуре, брзине струјања и релативне влажности ваздуха),
2. хемијских штетности (концентрације гасова, пара, димова и прашине),
3. физичких штетности (нивоа буке, вибрација и нејонизујућих зрачења), и
4. нивоа осветљености.

Мерења се врше на радним местима при реалним радним условима (при одвијању радног процеса на радном месту, при коришћењу опреме за рад и личних заштитних средстава, при укљученој климатизацији, вентилацији и сл.). Специфичности радног места (положаји радника на радном месту, распоред извора штетности, инсталације, итд.) посебно се наводе у стручном налазу.

На основу резултата добијених тестирањем микроклиме могу се остварити побољшања и унапређења климатских услова у радној средини. Анализом резултата мерења буке, вибрација, температуре, осветљења, итд. може се обезбедити функционалнија стратегија за стварање здравије и продуктивније радне атмосфере.

Приликом одређивања микроклиматских услова у наменској индустрији за потребе овог рада коришћена су два инструмента: 4 in 1 Multi-Function Environment Meter и Humidity+Temperature Chart Recorder.

5.1. 4 in 1 Multi-Function Environment Meter

Овај уређај је идеалан за надгледање микроклиматских услова радне и животне средине. Веома је једноставан и практичан за употребу. Дизајниран је тако да се њиме могу вршити 4 различита мерења микроклиматских услова: температуре, влажности ваздуха, буке и осветљења.

Уређај је тамно-сиве боје, са 4 дугмета на својој предњој страни: дугме за укључивање, дугме за приказивање максималне измерене вредности (MAX), дугме за задржавање тренутне вредности (HOLD) и дугме за избор функције и опсега (SELECT). Испод четири дугмета, налази се клизно дугме помоћу кога се може изабрати једна од четири опције: мерење нивоа осветљења (LUX), мерење температуре (TEMP), мерење влажности ваздуха (%RH), као и мерења буке (dB).

На горњем делу уређаја се налази интегрисани микрофон са пригушивачем ветра којим се може мерити јачина звука. Распон мерења јачине звука је од 35 до 130 dB.

Са леве стране уређаја налази се причвршћена сонда за мерење температуре и влажности ваздуха. Распон мерења влажности ваздуха је од 25% до 95% док је распон мерења температуре од -20°C до +50°C. Уређај такође садржи и сонду К типа којом се могу вршити мерења температуре и влажности ваздуха у забаченим и тешко приступачним местима. Распон мерења уз помоћ сонде К типа је од -20°C до +750°C.

Инструмент садржи и Лукс сонду уз помоћ које се врше мерења осветљења. Распон мерења осветљења је од 20 лукса до 20 000 лукса.



Слика 17: Инструмент 4 in 1 Multi-Function Environment Meter

Инструмент функционише уз помоћ батерије од 9V. Приликом непланираног искључивања уређаја сви подаци остају сачувани. Очитавање вредности се врши на монитору са крупним бројкама као и индикаторима функција. Притиском на дугме HOLD задржава се измерена вредност у тренутку притиска на дугме док се притиском на дугме MAX приказује максимална измерена вредност од тренутка укључивања.



Слика 18: 4 in 1 Multi-Function Environment Meter

5.2. Humidity+Temperature Chart Recorder

Овај уређај је одлично решење за дугорочно посматрање и праћење промена микроклиматских услова у одређеној средини. Уређај је веома прецизан и лак за руковање. Користи се за мерење влажности ваздуха и температуре. Распон мерења влажности ваздуха се креће од 10% до 95% а распон мерења температуре од -28°C до 60°C. Мерења се врше уз помоћ одвојене сонде која је каблом дужине једног метра повезана за уређај и којом се може приступити теже приступачним просторима. За напајање уређаја користе се 3 батерије јачине 1.5V а постоји и могућност напајања помоћу адаптера. Током мерења може бити складиштено и до 49 000 измерених вредности. Време ажурирања нових резултата може бити одабрано у распону од 0.1 минут до 199.9 минута. Постављањем времена ажурирања на 1 минут инструмент има довољно простора да складишти нове информације и до 34 дана без престанка. На врху екрана уређаја је приказано колико је слободне меморије преостало. Свако мерење је обележено одређеним датумом и временом, што је на екрану приказано, тако да корисник може лако да се врати на жељено време мерења ради упоређивања резултата. Овај уређај такође може измерити и складиштити вредност температуре при којој почиње процес кондензације. Инструмент садржи аларм који се, ако је укључен, оглашава сваки пут када влажност ваздуха или температура пређу задату вредност. Могуће је повезивање са рачунаром помоћу кабла који се добија заједно са уређајем ради преузимања резултата.



Слика 19: Humidity+Temperature Chart Recorder

6. Мерење и одређивање микроклиматских услова на радном месту у наменској индустрији

У складу са Правилником о поступку прегледа и провере опреме за рад и испитивања услова радне околине периодично је потребно извршити испитивање радне околине (микроклима, осветљеност, бука, хемијске штетности) односно потребно је проверити и утврдити да ли су на радном месту у радној околини примењене мере безбедности и здравља на раду. Овај рад је фокусиран на одређивање параметара температуре, влажности ваздуха и осветљености на радном месту у наменској индустрији.

Да би температура била у зони комфора мора се кретати у опсегу од 15°C до 28°C (табела 7). Свака вредност која је испод или прелази задате граничне вредности излази из зоне комфора и сходно томе морају се предложити мере за побољшање услова рада у радној околини. Вредности параметара влажности ваздуха не смеју ни у ком случају прелазити вредност од 75% (табела 7).

У зависности од различитости радних задатака у наменској индустрији мења се и потреба за осветљењем радног места, где је за одређена радна места потребно далеко јаче осветљење у односу на нека друга. Распон вредности параметра осветљења без обзира на врсту посла коју радник обавља у наменској индустрији мора бити од 150 до 1000 lux-a (табела 7).

Хлађење и проветравање хале врши се вентилаторима и природним путем док се загревање врши калориферима. Осветљење је комбиновано: постоје отворени прозори кроз које допире дневна светлост као и опште електрично осветљење изведено светиљкама са флуоресцентним светлосним изводима.

За потребе овог рада мерени су параметри температуре, влажности ваздуха и осветљења у погону за обраду делова деформисањем. За мерење температуре и влажности ваздуха коришћен је уређај Humidity+Temperature Chart Recorder. Одмах након укључивања уређај приказује и складишти добијене тренутне вредности.

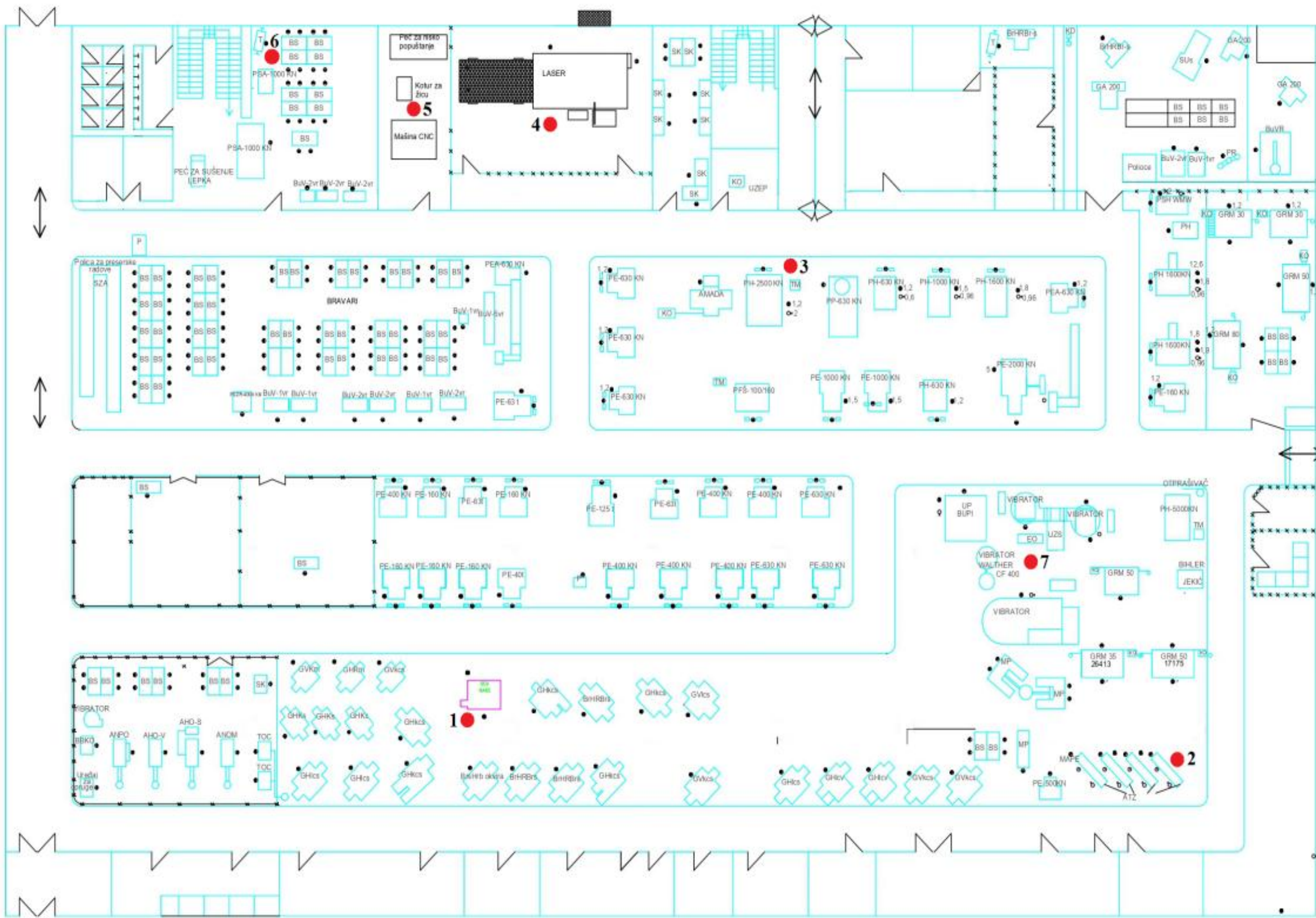
Осветљење је мерено помоћу инструмента 4 in 1 Multi-Function Environment Meter. Да би мерење било извршено потребно је најпре прикључити Лукс сонду на инструмент. Након тога укључити инструмент притиском на дугме за укључивање а потом клизном дугме треба ставити у позицију за мерење осветљења (LUX). Тренутни резултати ће се појавити на екрану.

На страни 30 дат је распоред радионице за израду делова обрадом деформисањем где су обележена места на којима су вршена мерења микроклиматских параметара. У погону у ком су вршена мерења обављају се разне операције деформисања делова на машинама као што су: преса ексцентар, хидраулична преса, up cut преса, хоризонтална глодалица, вертикална глодалица, хоризонтална брусница, машина за израду опруга, машина за савијање опруга, машина за тачкасто заваривање... За рад на свакој од наведених машина обезбеђена је адекватна опрема за личну заштиту на раду.

Табела 7: Температура, влажност ваздуха и брзина струјања ваздуха у радним и помоћним просторијама [16]

Врста рада	Температура спољашњег ваздуха								
	до +5 °C			од +5 до +15 °C			Више од +15 °C		
	Температура [°C]	Рел. влажност [%]	Брзина струјања [м/с]	Температура [°C]	Рел. влажност [%]	Брзина струјања [м/с]	Температура [°C]	Рел. влажност [%]	Брзина струјања [м/с]
Лак физички рад	18-28	максимално 75	максимално 0,3	18-28	максимално 75	максимално 0,6	максимално 28	28 °C→55 26 °C→60 24 °C→65 < 24 °C→73	максимално 0,5
Средњи физички рад	15-28	максимално 75	максимално 0,5	15-28	максимално 75	максимално 0,6	максимално 28	28 °C→55 26 °C→60 24 °C→65 < 24 °C→73	максимално 0,7
Тешки физички рад	15-28	максимално 75	максимално 0,5	15-28	максимално 75	максимално 0,6	максимално 28	28 °C→55 26 °C→60 24 °C→65 < 24 °C→73	максимално 1,0

Технолошка основа погона



Легенда:

- - места где су вршена мерења микроклиматских параметара
- PE - преса ексцентар
- PH - хидраулична преса
- GH - хоризонтална глодалица
- GV - вертикална глодалица
- BRH - хоризонтална брусилица
- Mašina CNC - машина за израду опруга „БОБО“

6.1. Место мерења број 1 – Вертикална глодалица „HAAS”

Мерења су извршена у току преподневне смене у три наврата. Вредности су мерене у 08:00, 11:00 и 14:00 часова. Мерења су рађена дана 29.05.2019. године, а добијени резултати приказани су табеларно.



Слика 20: Вертикална глодалица HAAS

Табела 8: Резултати мерења вршених на првом мерном месту

Време мерења	08:00 часова	11:00 часова	14:00 часова
Микроклиматски параметри			
Температура (°C)	23.5	24.3	25.5
Влажност ваздуха (%)	66	66	67
Осветљење (Lux)	330	334	337

- Задовољава прописане мере

- Не задовољава прописане мере

6.2. Место мерења број 2 – Апарат за тачкасто заваривање

Мерења су извршена у току преподневне смене у три наврата. Вредности су мерене у 08:00, 11:00 и 14:00 часова. Мерења су рађена дана 29.05.2019. године, а добијени резултати приказани су табеларно.



Слика 21: Апарат за тачкасто заваривање

Табела 9: Резултати мерења вршених на другом мерном месту

Време мерења Микроклиматски параметри	08:00 часова	11:00 часова	14:00 часова
Температура (°C)	23.3	24.5	25.9
Влажност ваздуха (%)	65	67	68
Осветљење (Lux)	307	340	348

 - Задовољава прописане мере

 - Не задовољава прописане мере

6.3. Место мерења број 3 – Хидраулична преса „Иво Лола Рибар”

Мерења су извршена у току преподневне смене у три наврата. Вредности су мерене у 08:00, 11:00 и 14:00 часова. Мерења су рађена дана 29.05.2019. године, а добијени резултати приказани су табеларно.



Слика 22: Хидраулична преса „Иво Лола Рибар”

Табела 10: Резултати мерења вршених на трећем мерном месту

Време мерења Микроклиматски параметри	08:00 часова	11:00 часова	14:00 часова
Температура (°C)	23.9	24.3	25.4
Влажност ваздуха (%)	63	63	63
Осветљење (Lux)	119	157	166



- Задовољава прописане мере



- Не задовољава прописане мере

6.4. Место мерења број 4 – Ласер „Platino fiber 1530”

Мерења су извршена у току преподневне смене у три наврата. Вредности су мерене у 08:00, 11:00 и 14:00 часова. Мерења су рађена дана 29.05.2019. године, а добијени резултати приказани су табеларно.



Слика 23: Ласер „Platino fiber 1530”

Табела 11: Резултати мерења вршених на четвртом мерном месту

Време мерења Микроклиматски параметри	08:00 часова	11:00 часова	14:00 часова
Температура (°C)	24	24.4	25.3
Влажност ваздуха (%)	64	60	62
Осветљење (Lux)	289	317	333

- Задовољава прописане мере
- Не задовољава прописане мере

6.5. Место мерења број 5 – ЦНЦ машина за израду опруга „ВОВО”

Мерења су извршена у току преподневне смене у три наврата. Вредности су мерене у 08:00, 11:00 и 14:00 часова. Мерења су рађена дана 29.05.2019. године, а добијени резултати приказани су табеларно.



Слика 24: ЦНЦ машина за израду опруга „ВОВО”

Табела 12: Резултати мерења вршених на петом мерном месту

Време мерења	08:00 часова	11:00 часова	14:00 часова
Микроклиматски параметри			
Температура (°C)	23.8	24.4	25.4
Влажност ваздуха (%)	64	62	62
Осветљење (Lux)	321	337	358

- Задовољава прописане мере

- Не задовољава прописане мере

6.6. Место мерења број 6 – Преса „Jelšingrad PSS 40/1250”

Мерења су извршена у току преподневне смене у три наврата. Вредности су мерене у 08:00, 11:00 и 14:00 часова. Мерења су рађена дана 29.05.2019. године, а добијени резултати приказани су табеларно.



Слика 25: Преса „Jelšingrad PSS 40/1250”

Табела 13: Резултати мерења вршених на шестом мерном месту

Време мерења Микроклиматски параметри	08:00 часова	11:00 часова	14:00 часова
Температура (°C)	23.3	23.7	25.3
Влажност ваздуха (%)	65	62	62
Осветљење (Lux)	336	350	359



- Задовољава прописане мере



- Не задовољава прописане мере

6.7. Место мерења број 7 – Вибратор „Walther Trowal CF 400”

Мерења су извршена у току преподневне смене у три наврата. Вредности су мерене у 08:00, 11:00 и 14:00 часова. Мерења су рађена дана 29.05.2019. године, а добијени резултати приказани су табеларно.



Слика 26: Вибратор „Walther Trowal CF 400”

Табела 14: Резултати мерења вршених на седмом мерном месту

Време мерења	08:00 часова	11:00 часова	14:00 часова
Микроклиматски параметри			
Температура (°C)	23.1	24	25.1
Влажност ваздуха (%)	67	69	70
Осветљење (Lux)	72	85	101

- Задовољава прописане мере

- Не задовољава прописане мере

7. Анализа и предлог мера за побољшање радних услова у наменској индустрији

На основу измерених вредности параметара температуре и влажности ваздуха на радном месту у склопу једног од погона наменске индустрије може се закључити да се поменути параметри налазе у зони комфора за период у години у ком су извршена мерења. Ниједна од измерених вредности не прелази граничне вредности, што имплицира добро примењене мере за безбедност и здравље на раду.

У случају добијања неповољног резултата када су у питању параметри температуре и влажности ваздуха, одговарањем на низ питања може се доћи до узрока лоших микроклиматских услова, а последично и до решења:

- Да ли је температура на радом месту превише висока или ниска
- Да ли долази до наглих промена температуре у радном окружењу (нпр. приликом преласка из просторије у просторију)
- Да ли су обезбеђени адекватни системи грејања у периоду ниских спољних температура
- Да ли су обезбеђени адекватни системи за расхлађивање и вентилацију у периоду високих спољних температура
- Да ли је на радном месту присутно неконтролисано струјање ваздуха (промаја)
- Да ли је ваздух у радним просторијама сув, устајао, или је приметно повишено присуство влаге у ваздуху

У случају вредности параметра осветљења, мерењем је установљено да се не налазе у опсегу вредности препорученом за одржавање здраве и безбедне радне средине. У општем случају, када параметар осветљења одступа од препоручених вредности, потребно је испитати серију могућих узрока и утврдити који је заступљен на мерном месту и на који начин се може неутрализовати. Пре давања упутства како поправити лоше осветљење, потребно је одговорити на низ питања која ће открити узрок проблема:

- Да ли су кровни и зидни прозори тако постављени да омогућавају максималну искоришћеност дневног светла
- Да ли се радна места који захтевају јаче осветљење налазе у зони веће осветљености
- Да ли су плафон и зидови офарбани у светлу боју
- Да ли постоје вишеструки извори светлости
- Да ли су вештачки извори светлости и рефлектујуће површине постављени тако да се избегне појава заслепљујућег бљеска
- Да ли на радном месту постоје механизми заштите од заслепљујућег дневног светла (у виду завеса, венецијанера, ролетни, итд.)
- Да ли је амбијентална расвета постављена довољно високо да обезбеди равномерну расподелу осветљења
- Да ли у радном окружењу са већим бројем радних места постоји разлика у осветљености

- Да ли се кровни и зидни прозори редовно чисте
- Да ли постоје сијалице или неонке које нису у функцији или раде ослабљеним интензитетом

Вредности параметра осветљења налазе се у препорученом опсегу на свим мерним местима изузев мерних места број 3 и 7 (хидраулична преса „Иво Лола Рибар” и вибратор „Walther Trowal CF 400”). У случају мерног места број 3 (хидраулична преса „Иво Лола Рибар”) добијене су незадовољавајуће вредности параметра осветљења у првом кругу мерења (8 сати изјутра). У случају мерног места број 7 (вибратор „Walther Trowal CF 400”) незадовољавајући резултати добијени су у сва три наврата (8 и 11 сати изјутра, и 2 сата после поднева). Осветљеност је у оба случаја била испод доње граничне вредности (150 lux). Будући да не постоји могућност веће искоришћености природног осветљења, препоручене мере за побољшање осветљености тичу се вештачког осветљења:

- Приликом вршења мерења вредности параметра осветљења на радним местима, уочен је одређен број сијалица које нису у функцији, што је узроковало смањен интензитет осветљења на поменутих радним местима. Потребно је извршити замену сијалица у квару ради побољшања осветљења. Након извршених мера побољшања, потребно је поновити мерења вредности параметра осветљења, а уколико побољшање не буде задовољавајуће,
- Потребно је увести нови извор светлости, уз вођење рачуна о појави нежељених последица у виду проблема са одсјајем или заслепљујућим бљеском, а затим поновити мерења.

Уколико поновљена мерења дају задовољавајући резултат након примене мера побољшања, може се тврдити да радно место задовољава услове за безбедно радно место, као и да има адекватне параметре микроклиме.

8. Закључак

У овом раду обрађен је појам микроклиме с фокусом на параметре температуре, влажности ваздуха и осветљења. Приступ овог рада заснивао се на утицају поменутих параметара на квалитет радног окружења, с посебним освртом на наменску индустрију, као и негативне последице које незадовољавајући услови могу изазвати, изворе ризика и мере за побољшање радног места. Разлог приступа са стране безбедног радног окружења заснива се на великом утицају који квалитет рада има на живот појединца који велики део живота проводи управо на радном месту. Микроклима и њени параметри су у великој мери одговорни за здравље запосленог, како физичко, тако и психичко, па сваки појединац, предузеће и институција морају акцентовати пружање комфорних радних услова.

Температура, влажност ваздуха и осветљеност имају пресудан утицај на стварање комфорног радног окружења, па се стога мора утврдити оптимална конфигурација ових параметара, као и опсег прихватљивих вредности за дате параметре. Излагање незадовољавајућој конфигурацији параметра може имати непожељене последице по здравље радника, а посебно ако неадекватни услови персистирају дужи временски период, када последице могу бити трајне. Утврђени опсег вредности на радном месту у наменској индустрији за параметар температуре износи 15-28⁰ С, за параметар влажности ваздуха максимална вредност не сме бити већа од 75%, док вредност параметра осветљености мора бити у опсегу 150-1000 Lux-а. Негативан утицај на здравље човека може имати како ниска, тако и превише висока температура, што важи и за параметар осветљености. Сем нумеричке вредности параметра осветљености, потребно је обратити пажњу на субјективан утисак запослених на радном месту, будући да већи број фактора има утицај на перцепцију квалитета и јачине светла, попут боја коришћених у простору и типа расвете. Практичан део рада базира се на мерењу вредности поменутих параметара на радном месту у наменској индустрији, уз помоћ инструмената 4 in 1 Multi-Function Environment Meter и Humidity+Temperature Chart Recorder. Мерења су вршена у три наврата, на 7 радних места. Параметри температуре и влажности ваздуха узели су задовољавајуће вредности на свим мерним местима, док је параметар осветљења узео незадовољавајућу вредност на два мерна места. На крају рада дат је предлог мера за побољшање радних услова.

Живимо у ери константног напретка и просечан људски век је данас обележен континуелним променама које теже да побољшају живот сваког појединца. Важан аспект даљег развоја друштва мора се базирати на стварању безбедног и здравог радног окружења јер ће управо то представљати стуб боље будућности.

Литература

- [1] Иван Мачужић, Безбедно и здраво радно место - водич за раднике и послодавце, Факултет инжењерских наука, Крагујевац 2017
- [2] <https://studenti.rs/skripte/trgovina/faktori-radne-sredine-i-stetni-uticaji/>
- [3] https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj5s9O1h6PkAhXitYsKHaTeDKMQFjAAegQIABAC&url=http%3A%2F%2Fwww.fasper.bg.ac.rs%2Fdo2016%2Fnastavnici%2FRadic_Sh_Marina%2Fpredavanja%2FUSLOVI%2520%2520RADA%2520%2520I%2520%2520RADNE%2520%2520SREDINE%252066.doc&usg=AOvVaw0h8XoJqhnVhPb6oWtge24b
- [4] <https://www.accuracyproject.org/heatindexchart.html>
- [5] <http://www.chrononhotonthologos.com/misc/hygromtr.htm>
- [6] <https://scindeks-clanci.ceon.rs/data/pdf/0350-0373/2011/0350-03731102322M.pdf>
- [7] https://www.researchgate.net/figure/Examples-of-direct-and-indirect-lighting-Ensure-the-light-source-is-pointed-toward-the_fig2_330220556
- [8] <http://www.fsec.ucf.edu/en/consumer/buildings/basics/windows/how/glare.htm>
- [9] <https://www.manufacturer.lighting/club/15/>
- [10] <http://www.civilprojectsonline.com/building-construction/lighting/direct-lighting-ambient-lighting-techniques/>
- [11] <http://www.civilprojectsonline.com/building-construction/lighting/semi-direct-lighting-ambient-lighting-techniques/>
- [12] <https://www.archiproducts.com/en/products/ceiling-lamps/indirect-light>
- [13] <https://iarc.uncg.edu/elight/learn/design/la.html>
- [14] <https://www.pinterest.com/pin/689543392926699568>
- [15] <http://ergo.human.cornell.edu/lighting/lilstudy/lilstudy.htm>
- [16] https://www.paragraf.rs/propisi/pravilnik_o_preventivnim_merama_za_bezbedan_i_zdrav_rad_na_radnom_mestu.html
- [17] https://www.noao.edu/education/QLTkit/ACTIVITY_Documents/Safety/LightLevels_outdoor+indoor.pdf