

INŽENJERING BEZBEDNOSTI I UPRAVLJANJE RIZIKOM*

SAFETY ENGINEERING AND RISK MANAGEMENT

Marko Rakić¹⁾,

Abstract: Institutions, laws, regulations, companies and individuals who are directly involved in achieving the goal of security are what is called a system of safety and health at work in one country. The purpose and objective of system safety and health at work is the prevention of occupational accidents, occupational diseases and other diseases related to work, as well as improving working conditions. In the working environment, many influences affect the health and safety of workers. Consequences of adverse working conditions are a work injury, occupational disease, the burden of workers, and the cost to the employer. All the circumstances, conditions, factors, actions, causes or situations that can cause injury or endanger the health of workers in the workplace are called risk or hazard. In this paper was measuring one working facilities for the production of polystyrene packaging which are described hazards and provide comparative diagram of the measurement of temperature and humidity during the manufacturing process.

Key words: Safety, working environment, hazard.

Abstract: Институције, закони, прописи, предузећа и појединци који су најдиректније укључени у постизање циља безбедности чине оно што се назива системом безбедности и здравља на раду у једној земљи. Сврха и циљ система безбедности и здравља на раду (БЗР) јесте спречавање повреда на раду, професионалних болести и других болести у вези са радом, као и унапређење услова рада. У радној околини многи утицаји делују на здравље и сигурност радника. Последице неповољних услова рада јесу повреде на раду, професионалне болести, оптерећење радника, трошкови за послодавца. Све околности, стања, фактори, дејства, узроци или ситуације које могу изазвати повреду или угрозити здравље радника на радном месту називају се опасности односно штетности. у овом раду је вршено мерење једног радног погона за производњу амбалаже од полистирена где су детаљније описане штетности и опасности и date упоредно дијаграмом кроз мерење температуре и влажности ваздуха током процеса производње.

Key words: Безбедност, радно окружење, опасност.

1. UVOD

Ljudi svoje radne aktivnosti obavljaju u veoma različitim uslovima i okruženju uz korišćenje velikog broja različitih sredstava za rad. Svako radno mesto nosi svoje specifičnosti i posebne zahteve koji se postavljaju pred radnika. Bez obzira na zajedničke i posebne karakteristike različitih radnih mesta, može se sa sigurnošću reći da svaki rad, u većoj ili manjoj meri, može ugroziti bezbednost i zdravlje zaposlenog. Sve okolnosti, stanja, faktori, dejstva, uzroci ili situacije koje mogu izazvati povredu ili ugroziti zdravlje radnika na radnom mestu nazivaju se opasnosti odnosno štetnosti.

Opasnosti deluju u kratkom vremenskom periodu (vrlo često u deliću sekunde) i izazivaju povrede radnika uključujući i fatalne. Opasnosti se nalaze svuda oko nas ali radnik nije uvek izložen njihovom uticaju. Situacija u kojoj se radnik nalazi

u zoni dejstva određene opasnosti naziva se opasna pojava. Najčešće opasnosti na radnom mestu jesu:

- mehaničke opasnosti (rotirajući i pokretni delovi mašina i opreme, slobodno kretanje delova i materijala, različiti obradni procesi, sredstva unutrašnjeg transporta),
- električne opasnosti (direktan i indirektan kontakt sa delovima elektro instalacija i opreme pod naponom, električni luk, udar groma),
- opasnosti vezane za karakteristike radnog mesta (rad na visini ili dubini, rad u skučenom prostoru, klizanje i spoticanje, opasne površine sa kojima radnik dolazi u dodir).

Štetnosti deluju u dužem vremenskom periodu i izazivaju različita profesionalna oboljenja, odnosno oboljenja u vezi sa radom. Osnovne grupe štetnosti na radnom mestu jesu:

1) Marko Rakić, Mašinski fakultet Kragujevac, mail: rakic@serbiancafe.com

- Štetnosti koje se pojavljuju u procesu rada (hemijske, fizičke, biološke, mikroklimatske i klimatske, štetno zračenje, osvetljenje),
- Psihički i psihofizički naponi (ručna manipulacija teretom, položaj tela u radu, stres, monotonija, različiti oblici odgovornosti, rad sa strankama i novcem),
- Štetnosti vezane za organizaciju rada (prekovremeni rad, rad noću, rad po smenama, pripravnost za slučaj intervencija),
- Ostale štetnosti (nasilje na radnom mestu, rad sa životinjama, rad u blizini vode ili ispod površine vode).

Po pravilniku zakona koji je objavljen u službenom glasniku "Sl. glasniku RS", br. 7/99, koje se tiče o postupku pregleda i ispitivanja radne sredine, opasnih materija, oruđa za rad, instalacija i sredstava i opreme lične zaštite navodi da se ispitivanje mikroklimе (temperatura, brzina strujanja vazduha i relativna vlažnost vazduha) vrši u radnoj sredini u kojoj se obavlja proces rada, odnosno u kojoj se zaposleni kreću, ili zadržavaju duže od dva sata u toku radne smene.

Ispitivanje mikroklimе u radnoj prostoriji čija je površina do 100 m² vrši se najmanje na jednom mernom mestu, a u radnoj prostoriji čija je površina veća od 100 m² ispitivanje se vrši najmanje i na svakih sledećih 100 m² po jedno merenje.

Ispitivanje mikroklimе u letnjem periodu vrši se kad je spoljna temperatura iznad 20°C, a u zimskom periodu kada je spoljna temperatura ispod 5°C u uslovima kada rade svi tehnološki kapaciteti (oruđa za rad, instalacije i dr.), kao i uređaji za zagrevanje, klimatizaciju i ventilaciju.

Svaki radnik se u toku radnog veka susreće sa brojnim opasnostima i štetnostima. Zato je veoma važno da se one na određeni način vrednuju i rangiraju kako bi se posebna pažnja posvetila upravo onima koje predstavljaju najveću potencijalnu pretnju po bezbednost i zdravlje. U tom smislu se uvodi pojam rizika koji predstavlja indikator za definisanje stepena opasnosti, odnosno štetnosti. Rizik se definiše kao kombinacija verovatnoće nastanka opasnog događaja (materijalizacija opasnosti ili štetnosti) i težine posledica tog opasnog događaja (težina povrede ili oboljenja koje nastaje dejstvom opasnosti ili štetnosti).

Osnovni cilj svih faktora sistema bezbednosti i zdravlja na radu predstavlja smanjenje rizika na radnim mestima. Ovo se postiže primenom preventivnih mera i mera zaštite koje predstavljaju skup različitih aktivnosti koje se preduzimaju radi sprečavanja povređivanja ili oštećenja zdravlja

zaposlenih. Osnovne grupe preventivnih mera i mera zaštite prema prioritetu u prameni su:

1. eliminacija opasnosti ili smanjenje rizika kroz sprovođenje redizajna tehnoloških procesa ili rekonstrukciju sredstava za rad,
2. izmeštanje radnog mesta van opasne zone,
3. korišćenje zaštitnih naprava i drugih sredstava zaštite,
4. korišćenje sredstava lične zaštite,
5. sprovođenje organizacionih mera zaštite (obuka, informisanje, razvoj bezbednih radnih rutina, znaci upozorenja, zvučna i svetlosna signalizacija).

Opasnosti i štetnosti koje su, u većoj ili manjoj meri, prisutne na svakom radnom mestu mogu dovesti do povređivanja ili narušavanja zdravlja radnika. Stepен konkretne opasnosti i štetnosti definiše se preko rizika kao kombinacija verovatnoće i posledice opasnog događaja.

Svaki radnik treba da bude upoznat sa opasnostima i štetnostima koje su identifikovane na njegovom radnom mestu, kao i sa procenjenim nivoom rizika.

Preventivne mere i mere zaštite predstavljaju aktivnosti usmerene ka smanjenju rizika i eliminaciji opasnosti i/ili štetnosti.

2. MIKROKLIMATSKE ŠTETNOSTI

Pod "mikroklimom" se podrazumevaju lokalne zone u zatvorenom prostoru u kojima se vrednosti klimatskih parametara razlikuju od klimatskih uslova koji vladaju u okruženju. Praktično mikroklima predstavlja klimatske uslove na jednom radnom mestu. Osnovni parametri mikroklimе su temperatura, vlažnost i brzina strujanja vazduha. Od njihove vrednosti i odnosa zavisi koliko smo se na radnom mestu osećati prijatno što može veoma značajno uticati na rezultate rada ali i na ukupno zdravstveno i psihofizičko stanje radnika. Neodgovarajući parametri mikroklimе dovode do pojačanog zamaranja radnika, stresa i izazivaju različite zdravstvene probleme, a kod produženog dejstva i ozbiljna profesionalna oboljenja. Temperatura je parametar čiju vrednost radnici najlakše i najdirektnije osećaju, obzirom da se čovek oseća ugodno u relativno uskom temperaturskom opsegu. Optimalne granice su:

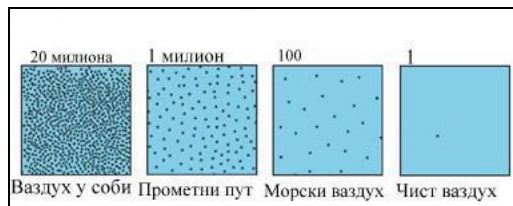
- za kancelarijski rad od 23°C do 26°C (leti) i od 20°C do 24°C (zimi),
- laki fizički rad od 17°C do 21°C, srednje težak fizički rad od 15°C do 18°C, odnosno od 12°C do 15°C za težak fizički rad.

Kada je temperatura van ovih granica dolazi do pojačanog opterećivanja sistema za

termoregulaciju u ljudskom organizmu. Bez obzira na preporuke mnoga radna mesta su direktno vezana za rad u uslovima vrlo visokih ili vrlo niskih temperatura što podrazumeva konstantan štetni uticaj na zdravlje radnika.

Drugi važan parametar mikroklimе jeste vlažnost vazduha. Optimalna vrednost relativne vlažnosti vazduha iznosi od 40% do 70%. Povećane vrednosti vlažnosti vazduha dovode do pojačanog znojenja, bržeg zamaranja i smanjivanja radne sposobnosti radnika. Strujanje vazduha na radnom mestu može biti željeno (stimulisano) kada predstavlja provetravanje ili ventilaciju radnih prostorija ali može biti i neželjeno, prirodno strujanje vazduha odnosno promaja. Promaja, odnosno nekontrolisano strujanje je generalno štetno i treba maksimalno smanjiti izlaganje radnika. Ventilacija u radnim prostorijama može biti prirodna i mehanička. Prirodna ventilacija se postiže provetravanje preko vrata i prozora. U principu je manje efikasna a preporuka je da površina prozora mora biti oko 10% površine poda u prostoriji kako bi se postigli zadovoljavajući rezultati.

Kod mehaničke ventilacije vazduh se iz prostorija razvlači preko sistema za ventilaciju sa ventilatorima, dok se svež vazduh ubacuje prirodnim putem ili takođe uz pomoć ventilatora. Sistemi za ventilaciju se kombinuju sa filterima vazduha i centralnim klima uređajima kako bi se postiglo prečišćavanje i hlađenje/grejanje vazduha koji se ubacuje u radne prostorije. Vazduh u radnim prostorijama može sadržati brojne onečišćivače od kojih su najčešći prašina, duvanski dim, vodena para, ugljen dioksid, različita isparenja, neprijatni mirisi, bakterije itd. Zbog toga je održavanje čistoće i zadovoljavajućeg kvaliteta vazduha u radnim prostorijama od velikog značaja. Sistemi za ventilaciju su osnovno sredstvo za održavanje kvaliteta vazduha. Da bi oni efikasno obavili taj zadatak neophodno je da se dobro održavaju, a posebno da se redovno čiste i dezinfikuju elementi sistema za ventilaciju kako nebi došlo da razvoja opasnih bakterija. U poslednje vreme klima uređaji su postali gotovo neizostavni deo mnogih radnih prostorija. Sem svoje korisne funkcije na održavanju temperature i vlažnosti vazduha u željenim granicama ovi uređaji mogu biti i izvor štetnosti po zdravlje radnika i to pre svega u smislu širenja bakterija i nepovoljnom uticaju strujanja vazduha. Zbog toga ih je potrebno pravilno i redovno održavati a lokaciju radnih mesta pomeriti sa pravca direktnog uticaja vazduha koji izlazi iz klima uređaja. Na slici 1. prikazana je koncentracija čestica u vazduhu.



Slika 1. – Broj čestica po m³ vazduha

U cilju prevencije oboljenja koja mogu nastati usled negativnog uticaja faktora mikroklimе na radnom mestu, potrebno je preduzeti:

- kontrolisati direktno sunčevo zračenje zavesama, venecijanerima, roletnama,
- smanjiti temperaturnu razliku između glave i stopala,
- osigurati adekvatno strujanje vazduha, osećaj zagušljivosti može nastati kada je strujanje nedovoljno a kada je prejako nastaje promaja,
- podesiti uređaj za klimatizaciju na određenu temperaturu i vlažnost vazduha; izbegavati postavljanje radnog mesta direktno ispred ili ispod izlaza iz klima uređaja.

3. MERENJE MIKROKLIME U RADNOM PROSTORU ZA PROIZVODNJU PLASTIČNE AMBALAŽE I PROIZVODA

3.1 O mernim uređajima

Model RH520 je prenosivi uređaj koji je fiksne prirode. Može se postaviti na zidu ili ravnoj podlozi. Uređaj ima napajanje preko AC adaptera a može se ubaciti i 3 baterije tipa AA koji služe kao podrška u slučaju pada napona ili ako se merenje vrši na terenu (slika 2).



Slika 2. – Merni uređaj

Ekran uređaja se sastoji od:

1. Grafika merenja temperature,
2. Merača iskorišćenosti memorije,
3. Granične vrednosti merene veličine,

4. Kursor, indikator alarma,
5. Indikator zaključavanja,
6. Vreme,
7. Izmerena veličina relativne vlažnosti vazduha,
8. Datum,
9. Indikatori funkcija,
10. Numeričko očitavanje temperature,
11. Numeričko očitavanje relativne vlažnosti vazduha,
12. Indikator baterije.

Model RH390 (slika 3) je manji, prenosivi uređaj koji nema internu memoriju. Uređaj je namenjen trenutnom merenju temperature na terenu i očitava trenutne vrednosti temperatura sa opcijom zadržavanja, zamrzavanja displeja sa zadnjom očitanom vrednosti. Nema punjač već koristi isključivo baterije zbog rada na terenu.



Slika 3. – Uređaj RH 390

Ekran uređaja je monohromatski sa pozadinskim osvetljenjem za rad u noćnim uslovima na terenu. Ekran može prikazivati sledeće rezultate:

1. relativna vlažnost,
2. tačka kondenzacije,
3. tačka rose,
4. °C/°F,
5. prikaz temperature/tačke kondenzacije/tačke rose,
6. maksimum,
7. minimum,
8. slaba baterija,
9. čekanje (zamrzava trenutnu vrednost temperature radi očitavanja),
10. relativna vlažnost vazduha,
11. automatsko isključivanje.

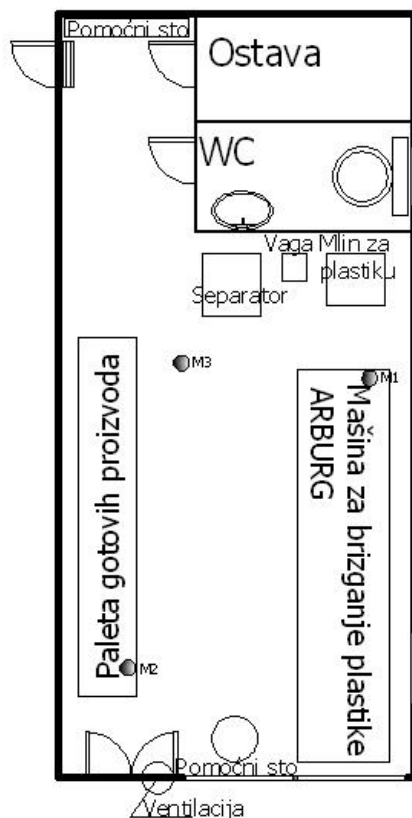
Kao tema ovog rada izvršeno je merenje vlažnosti vazduha i temperature u radnom prostoru za proizvodnju plastične ambalaže i proizvoda koji se koriste u prehrambenoj industriji konditorskih proizvoda i u privatnom stanu u sobi na petom spratu u zgradi u Kragujevcu. Merenje je izvršeno u radnom prostoru, pogonu, gde se nalaze mašine za proizvodnju i preradu proizvoda od plastičnih masa i u sobi u privatnom stanu. U prostoriji se

javljuju velike temperaturne varijacije tokom procesa proizvodnje koje utiču na kvalitet izrade samog proizvoda a i na atmosferu u samom pogonu gde radnici obavljaju posao u proizvodnji i održavanju mašine. Mašina koja je glavni uzročnik temperaturne varijacije u pogonu je mašina za brizganje plastike ARBURG. U pogonu su i druge mašine ali koje nemaju prevelik uticaj na mikroklimu.

Mašina za brizganje plastike radi na visokim temperaturama od preko 120°C koja je neophodna za topljenje plastike i brizganje u kalupe. Glavni problem nastaje leti kada su spoljašnje temperature preko 30-35 stepeni celzijusa, tada rasladni i ventilacioni sistemi moraju da rade bez prestanka jer u protivnom zbog prevelike temperature dolazi do deformisanja proizvoda jer alat ima ustaljen režim hlađenja i zbog prevelike temperature unutar pogona dolazi do neadekvatnog hlađenja u alatu tako da dolazi do škarta u proizvodnji kao i samim tim i do težeg uslova rada za radnike koji opslužuju mašinu i rade u pogonu.

Zbog velike temperature mikroklima u pogonu postaje jedva podnošljiva za radnike jer tada nije problem samo toplota već i otrovni gasovi koji se oslobađaju usled procesa izrade od plastike koji može biti štetan dugoročno posmatrano. Konkretno za izradu pomenute plastične ambalaže otrovni gasovi su na minimumu jer se za proizvodnju kutija od plastike koja se koristi u prehrambenoj industriji koristi PS (polistiren) koji nije toliko štetan za razliku od PVC plastike jer polivinil-hloridi otpuštaju veliku količinu toksičnih gasova koji su daleko opasniji od polistirena. Zbog toga je u pogonu instaliran i poboljšan ventilacioni sistem koji je rešio taj problem tako da je nakon toga izvršeno kontrolno merenje temperature i vlažnosti vazduha u pogonu tokom proizvodnje i nakon proizvodnje u uslovima kada je mašina ugašena gde se samo vrši pakovanje proizvoda, sortiranje i recikliranje škarta.

Merenje je vršeno uređajima marke EXTECH, model RH520 i model RH390.



Slika 4. – Šematski prikaz pogona

Na slici 2 je prikazan uređaj koji je u trećem merenju merio parametre vlažnosti vazduha i temperature. Uređaj je postavljen preko puta mašine na udaljenosti od 3 metra radi dobijanja rezultata na koji previše ne utiče mašine. Na slici 4 se vidi šematski prikaz prostorije i pozicije mernih mesta. Ventilacija je zatvorena zato što je merenje obavljeno u zimskom periodu kada je ugašena jer je temperatura dostizala vrlo niske vrednosti te je zbog nemogućnosti rada u hladnoj prostoriji ventilacija ugašena. Pozicija ventilacije je prikazana na slici 4. U letnjem periodu se zaštita od kartona skida i ventilacija se tada uključuje radi smanjenja temperature u radnom prostoru.

3.2. Rezultati merenja

Obavljena su tri merenja. Prvo merenje je obavljeno u Kragujevcu u privatnom stanu u sobi u kojoj borave i uče studenti a zadnja tri merenja su obavljena u proizvodnom pogonu.

3.3. Prvo merenje

Merenje je započeto 11.10.2010 u 19 časova i 07 minuta. Uzorkovanje i merenje temperature (Sample rate) na uređaju je podešeno da na svakih 30 sekundi očitava srednje merenje trenutne

temperature. Parametri koji su mereni jesu temperatura, vlažnost vazduha, tačka rose, temperatura kondenzacije.

Merenje je vršeno u Kragujevcu u privatnom stanu u kome borave studenti.

Na svim ovi graficima jasno se uočava šablon oscilacije u zavisnosti koji parametri su mereni.

Primarno merenje bila je temperatura i vlažnost vazduha ali uređaj upotpunjuje rezultate davajući podatke i o odnosu mešanja, tačke rose i temperature kondenzacije.

3.4. Drugo merenje

Drugo merenje je obavljeno u Paraćinu u pogonu za proizvodnju ambalaže i proizvoda od plastičnih masa tipa polistirena (PS). U pogonu je mašina radila povremeno što se može videti na grafiku po skoku temperature. Prosečna spoljašnja temperatura je bila 16°C. Uređaj RH520 je stajao na zaštitnom poklopcu mašine iznad alata za brizganje plastike i delu nad kome tehničar nadgleda proces izrade, (M1). Zaštitni poklopac je automatizovan tako da pri njegovom otvaranju automatika zaustavlja mašinu i proizvodnja staje.

I na ovim dijagramima se jasno vidi šablon promene parametara. Na slici 5 jasno se vidi pad temperature koji je nastao usled hlađenja prostorije u toku podešavanja mašine jer su ljudi zaduženi za održavanje stalno ulazili i izlazili iz pogona do radionice i spoljašnja vrata su bila stalno otvorena gde je spoljašnja temperatura bila oko 10°C.

3.5. Treće merenje

Treće merenje je obavljeno u istom pogonu gde i drugo merenje ali je uređaj pomeren 3 m dalje od mašine, slika 3, (M2).

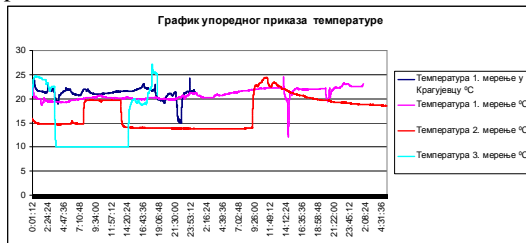
3.6. Četvrto merenje

Četvrto merenje je obavljeno u radnom pogonu za proizvodnju plastične ambalaže 22.12.2010. Merenje je započeto u 21 čas. Merni uređaj je postavljen na drugom kraju radne prostorije, 3 metra od radne mašine da bi se smanjio uticaj toplote, (M3). Spoljašnja dnevna temperatura je iznosila oko nule tako je temperatura prostorije u trenutku stopirane proizvodnje tokom noći bila oko 10 stepena celzijusa. Zbog održavanja i podešavanja mašine bilo je zastoja koji se na dijagramu vide da je zbog prestanka rada mašine temperatura opala na 10 stepena celzijusa. Maksimalna temperatura tokom rada mašine iznosila je 28.5 stepena celzijusa iako je temperatura pegle mašine 135°C. Tokom rada mašine ventilacija je neprestano radila. Ventilacija je protočnog tipa vazduha koji je na principu

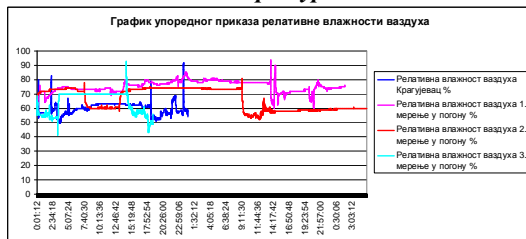
izvlačenja toplog vazduha ventilatorom. Ventilacija se može podesiti da se vazduh udvava iz spoljašnje sredine ali do sada to nije rađeno jer se prvobitno rešenje pokazalo kao optimalno.

3.7 Upoređivanje rezultata merenja

Nakon svih izvršenih merenja data je tabela grafika uporednih prikaza oscilacija svih merenih parametara.



Slika 5. - График упоредног приказа температуре



Slika 6. - График упоредног приказа релативне влажности ваздуха

Na uporednom prikazu, slika 5., se mogu videti variranje temperatura u zavisnosti od vremena u toku proizvodnje, zastoja mašine i prekida mašine. NAPOMENA. Radi boljeg pregleda grafika uzeto je vreme najdužeg vremena tako da dužine merenja nisu iste što se može i videti na dijagramima.

Zaključak

Kao rezultat svih merenja izvršenih na gore pomenutim mernim lokacijama možemo zaključiti sledeće:

- Da je rezultat prvog merenja u privatnom stanu u kome borave studenti pokazao da su uslovi optimalni i da je boravak u toj prostoriji prijatan u periodu u kome je merenje izvršeno.
- Da su uslovi u proizvodnom pogonu podnošljivi u merenom vremenskom periodu ali da ipak treba bolje klimatizovati prostor u smislu grejati ga kada mašina ne radi u vreme remonta, servisiranja, održavanja, zamene alata isl. U merenom vremenskom periodu jer je temperatura u pogonu u vreme održavanja

pala ispod optimalne za radni prostor. Jedno brzo merenje izmereno uređajem RH390 negde oko ponoći i posle ponoći zabeležena je temperatura od 20S. Ovo merenje je pokazalo da usled jakih mrazeva pri remontovanju mašine mora se klimatizovati prostorija jer je temperatura daleko ispod optimalne.

- Praksa je pokazala, ali merenje nije izvršeno, da je u letnjem periodu temperatura u toku proizvodnje daleko iznad optimalne tako da je preporučljivo da se pogon dodatno klimatizuje. Preporučuje se merenje i u letnjem periodu.

LITERATURA

- [1] Литература:
- [2] www.wikipedia.com
- [3] <http://poslovi.infostud.com/info/opisizanimanja/93/Inzenjer-zastite-na-radu/>
- [4] www.zpr.fer.hr/zpr
- [5] http://mikroklima.com.hr/zrak_zivot.htm
- [6] Иван Мачужић, Процена ризика на радном месту, водич за практичну примену, Машински факултет Крагујевац, 2009.
- [7] Иван Мачужић, Безбедно и здраво радно место, водич за раднике и послодавце, Машински факултет Крагујевац, 2009.