

# Opasnosti i štetnosti pri proizvodnji turbina

---

Čačković, Mario

Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni

2015

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:303879>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-31**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

Repository / Repozitorij:

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU  
SPECIJALISTIČKI DIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ SIGURNOSTI I  
ZAŠTITE NA RADU**

**Mario Čačković**

**OPASNOSTI I ŠTETNOSTI PRI PROIZVODNJI  
TURBINA**

**ZAVRŠNI RAD**

**KARLOVAC, 2015.**

**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU  
SPECIJALISTIČKI DIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ SIGURNOSTI I  
ZAŠTITE NA RADU**

**Mario Čačković**

**OPASNOSTI I ŠTETNOSTI PRI PROIZVODNJI  
TURBINA**

**ZAVRŠNI RAD**

**Mentor:** Dr. sc. Nikola Trbojević, prof.v.š.

**KARLOVAC, 2015.**

# **VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**

## **Specijalistički studij: SIGURNOST I ZAŠTITA**

Usmjerenje: ZAŠTITA NA RADU

### **ZADATAK ZAVRŠNOG RADA**

**Student: MARIO ČAČKOVIĆ**

**Naslov: Opasnosti i štetnosti pri proizvodnji turbina**

Opis Zadataka:

- 1. Uvod**
- 2. Izrada turbina, turbinskih dijelova i remont**
- 3. Opasnosti i štetnosti koje se pojavljuju u tehnološkom procesu**
- 4. Procjena opasnosti**
- 5. Zaključak**

**Zadatak zadan:**

**06/2015**

**Rok predaje:**

**09/2015**

**Predviđen rok obrane**

**09/2015**

**Mentor:**

**Dr. sc. Nikola Trbojević, prof.v.š.**

**Predsjednik ispitnog povjerenstva:**

**Dr. sc. Zlatko Jurac, prof.v.š.**

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se svom mentoru dr. sc. Nikoli Trbojeviću, prof.v.š. na strpljenju i svesrdnoj pomoći pri izradi ovog završnog rada, te na uloženom vremenu i trudu. Najveća hvala mojim roditeljima na razumijevanju i podršci za vrijeme cjelokupnog školovanja, a posebno za vrijeme studiranja na Veleučilištu u Karlovcu. U teškim trenucima su mi bili najveća potpora i poticaj da uložim još više truda kako bih što uspješnije završio studij. Hvala svim kolegama i prijateljima bez kojih studij ne bi prošao tako zanimljivo i poučno. Zahvaljujem također i svim profesorima i asistentima Specijalističkog diplomskog stručnog studija sigurnosti i zaštite na Veleučilištu u Karlovcu koji su mi nesebično prenijeli svoje stručno i životno znanje.

## **SAŽETAK:**

U završnom radu obrađuje se detaljan opis tehnološkog procesa proizvodnje turbina te koja se sredstva, alati i strojevi koriste prilikom proizvodnje. Završnim radom se prikazuju detaljne opasnosti i štetnosti koje se javljaju tijekom proizvodnje i osnovna pravila zaštite na radu kojima bi se otklonila utvrđena opasnost. Nakon obrade tih pojmova prikazuje se kako se izrađuje procjena opasnosti za radna mjesta koja se koriste prilikom izrade turbina. Na samome kraju rada nalazi se zaključak koji realizira i objašnjava što bi se trebalo poduzeti i kako bi se smanjila ili u potpunosti uklonila opasnosti na radu.

## **SUMMARY:**

The final thesis analyzes the detailed description of the technological process of production the turbine and which resources, tools and machines used in production. Final thesis presents detailed risks and hazards that occur during production and the basic rules of protection at work that would eliminate the identified risk. After processing these concepts is shown how to make a risk assessment for jobs that are used in turbines. At the very end of the article there is a conclusion that is realized and explains what should be taken and how to reduce or completely eliminate occupational hazards.

## **SADRŽAJ:**

<b>1. Uvod.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Poslovne jedinice - servis, proizvodnja, inženjering.....</b>	<b>3</b>
<b>3. Proizvodni proces.....</b>	<b>4</b>
<b>4. Izrada turbina, turbinskih dijelova i remont.....</b>	<b>7</b>
4.1. Opis tehnološkog procesa.....	8
4.2. Sredstva koja se koriste.....	8
4.3. Propisi kojima se uređuje ovo područje.....	10
<b>5. Opasnosti i štetnosti koje se pojavljuju u tehnološkom procesu.....</b>	<b>11</b>
<b>6. Osnovna pravila zaštite na radu kojima se otklanja prethodno utvrđene opasnosti....</b>	<b>13</b>
<b>7. Posebna pravila zaštite na radu kojima se otklanjaju one opasnosti koje nisu otklonjene osnovnim pravilima zaštite na radu.....</b>	<b>16</b>
<b>8. Procjena opasnosti.....</b>	<b>20</b>
<b>9. Zaključak.....</b>	<b>26</b>
<b>10. Literatura.....</b>	<b>27</b>
<b>Popis slika.....</b>	<b>28</b>
<b>Popis tablica.....</b>	<b>28</b>

## **1. UVOD**

Alstom Hrvatska d.o.o. za proizvodnju, trgovinu, inženjering i usluge, Karlovac je tvrtka koja djeluje u sastavu Alstom korporacije sa sjedištem u Parizu, u okviru poslovnog pravca Power Service Sector.

Alstom Hrvatska središte je stručnosti unutar Alstom korporacije za obradu teških turbinskih odljevaka, proizvodnju zavarenih turbinskih sklopova, proizvodnju i tvorničku montažu industrijskih parnih turbina, a timovi inženjera sudjeluju i u području razvoja novih proizvoda u međunarodnim timovima.

Sama korporacija bavi se trim aktivnostima u četiri sektora, a to su:

### ***1. Oprema i usluge za proizvodnju energije:***

- Alstom Thermal Power
- Alstom Renewable Power

### ***2. Oprema i usluge za prijenos energije:***

- Alstom Grid

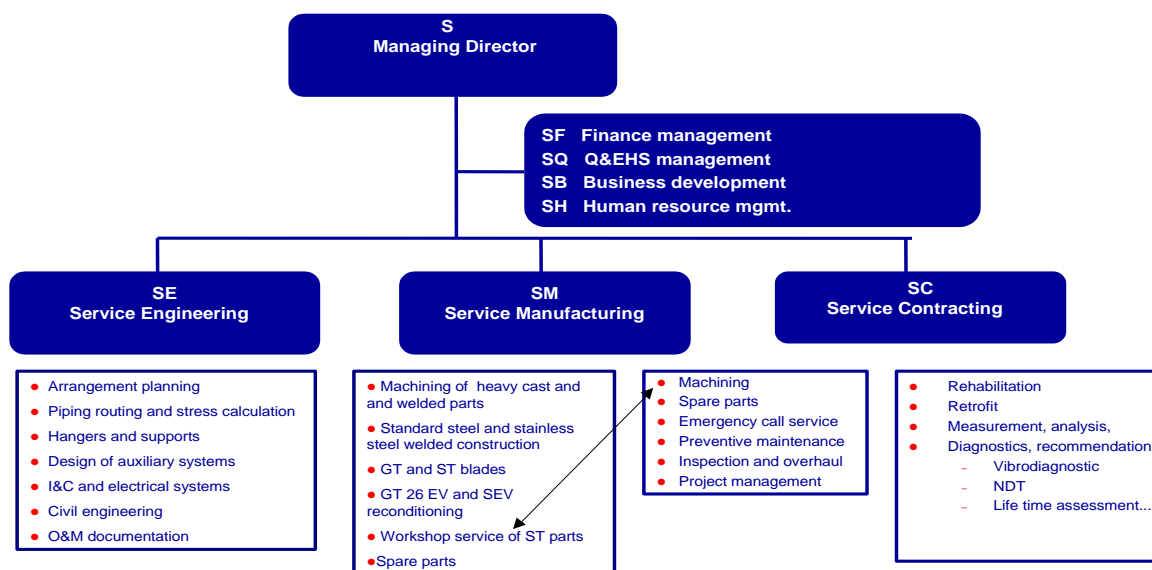
### ***3. Oprema i usluga za željeznicu:***

- Alstom Transport

Posebna briga Alstom Hrvatske je područje nadoknadnih dijelova, rekonstrukcija i modernizacija turbinskih postrojenja, te usluga održavanja postrojenja na dodijeljenom tržištu.

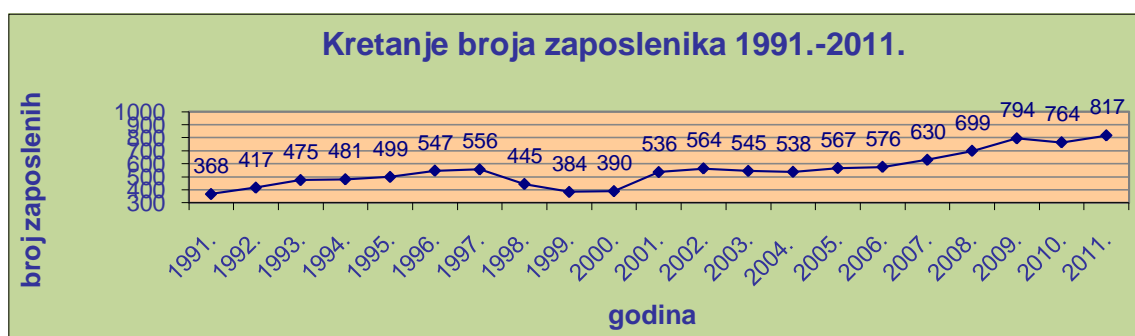


## ALSTOM CROATIA Ltd. – Organization chart



Slika 1: Organizacijska shema Alstom Hrvatska

Alstom Hrvatska d.o.o. sa središtem u Karlovcu počela je sa radom pod ovim imenom 2000. god. kada je Alstom korporacija od ABB – tvornice energetske postrojenja otkupila hale i počeo je rad Alstom – servisne tvornice. Godine 2009. Alstom od tvrtke TurboTeh kupuje halu C u kojoj se danas nalazi poslovna jedinica Servis. Danas Alstom Hrvatska d.o.o. ubraja tri djelatnosti, odnosno tri poslovne jedinice: uz prvotni **servis** koji obuhvaća **proizvodnju** i **inženjering**. Zabilježen je podatak od 230 zaposlenih 01. travnja 1992.g., dok danas u proizvodnji radi preko 300 ljudi, od ukupnog broja uposlenih zaposlenika koji iznosi oko 840.



Slika 2: Kretanje broja zaposlenih u Alstom Hrvatska d.o.o.

## 2. POSLOVNE JEDINICE - servis, proizvodnja i inženjering

Alstom Hrvatska d.o.o središte je stručnosti unutar Alstom korporacije za obradu teških turbinskih odljevaka, proizvodnju zavarenih turbinskih sklopova, proizvodnju i tvorničku montažu industrijskih parnih turbina, a timovi inženjera sudjeluju i u području razvoja novih proizvoda u međunarodnim timovima.

Posebna briga Alstom Hrvatska je područje nadoknadnih dijelova, rekonstrukcija i modernizacija turbinskih postrojenja, te usluga održavanja postrojenja na dodijeljenom tržištu.

Servis pruža kompletna servisna rješenja za termoelektrane, hidroelektrane i industrijska postrojenja za domaće i inozemno tržište. Proizvodnja obuhvaća proizvodnju motora i turbina osim motora za zrakoplove i motorna vozila. Razne vrste usluga najčešće se odnose na izradu, obradu i inženjersku razradu komponenti za parne i plinske turbine. Inženjering Alstom Hrvatska je vodeći inženjering centar unutar Alstom Grupe.



Slika 3: Lokacije poslovnih jedinica u Alstom Hrvatska d.o.o

### 3. PROIZVODNI PROCES

Organizacijska jedinica proizvodnje funkcioniira kao povezana cjelina pripreme proizvodnje, strojne i ručne obrade, montaže i kontrole kvalitete. Prostorno se proizvodni proces odvija u sljedećim objektima:

- 1) hala 1 - strojna obrada i montaža
- 2) hala 2 - ručna obrada i rekondicioniranje
- 3) hala 3 - proizvodnja i obrada lopatica
- 4) hala 4 (bivša valjaonica)
- 5) hala C - servisna radionica
- 6) upravna zgrada
- 7) rezaona materijala
- 8) skladište
- 9) kompresorska stanica
- 10) transformatorska stanica
- 11) pjeskara  $\text{SiO}_2$  i  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .



**Slika 4:** Hala 1 dimenzija 32×165 m, ukupno 9 dizalica, max. nosivost najveće dizalice 2500 kN



**Slika 5:** Hala 2 dimenzija 20×165 m, max nosivost najveće dizalice u hali 600 kN



**Slika 6:** Hala 3 (radionica lopatica) dimenzija 20×80 m, ukupno 2 dizalice, max nosivost dizalica 100 i 200 kN

Proizvodni proces Alstom Hrvatske obuhvaća ove djelatnosti:

- Strojna obrada (teška, srednja i laka) -tokarenje, glodanje, bušenje
- Proizvodnja lopatica
- Montaža lopatica na rotore i statore turbo-strojeva (turbine, kompresori)
- Balansiranje rotora i diskova
- Montaža i demontaža
- Rekondicioniranje
- Reverzibilni inženjering
- Zavarivanje i bravarski radovi
- Testiranje opreme za mehaničko-hidrauličko upravljanje

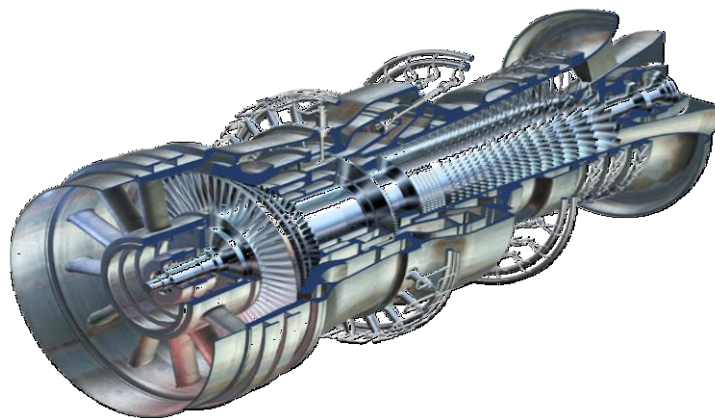
## 4. IZRADA TURBINA, TURBINSKIH DIJELOVA I REMONT

Izrada turbina i turbinskih dijelova obavlja se u cijelosti u prostoru Alstom-a dok se remont turbina obavlja na vanjskim radilištima i u prostoru Alstoma. Pri remontu turbina neki dijelovi se moraju zamijeniti ili ponovno obraditi. Dijelovi za obradu dopremaju se u tvornicu i obrađuju na strojevima. Da bi se mogao izraditi novi dio, konstruktori obavljaju “snimanje”, odnosno precizno mjerenje dimenzija i oblika predmeta. Nakon toga obavlja se konstruiranje novog dijela, sa eventualnim izmjenama i poboljšanjima.

Na osnovi nacrtu dobivenih od konstruktora, u odjelu tehnologije obavlja se izrada tehnološkog procesa i određuje se vrijeme izrade za pojedine faze obrade. Za vrijeme izrade tehnolog prati izvršavanje propisanog redoslijeda i po potrebi korigira postupak i vrijeme izrade.

Svi dijelovi turbine ispituju se za vrijeme obrade i nakon obrade. Nakon izrade dijelova, kontrolori obavljaju provjeru dimenzija i oblika gotovih predmeta uz pomoć različitih instrumenata i uređaja. Manji predmeti se kontroliraju nakon obrade, a veliki predmeti na stroju u toku obrade.

Nakon kontrole i svih prethodno obavljenih radnji turbina je spremna za montažu kod naručitelja gdje se obavlja ispitivanje, a obuhvaća hidrauličke sklopove i elektronske uređaje, a obavlja se mehaničkim putem ili pomoću instrumenata. Nakon ispitivanja turbina se pušta u probni pogon, a nakon toga ako je sve u redu, nastavlja normalan rad.



**Slika 7:** Presjek plinske turbine

#### 4.1. Opis tehnološkog procesa

Kod izrade i obrade turbinskih komponenti koriste se postupci ručne obrade, strojne obrade i montaže. U ručnoj obradi najčešće se izvode bravarski i zavarivački radovi. Kod strojne obrade najviše je zastupljena obrada materijala odvajanjem čestica. Kod te obrade na alatnom stroju se izvode određene operacije preko kojih se transformira sirovi materijal u gotov proizvod.

Veći dio pozicija koje se obrađuju dobiva svoj konačni oblik, tražene dimenzije i odgovarajuću kvalitetu obrađivane površine kao rezultat skidanja sloja materijala odvajanjem čestica na alatnim strojevima. Skidani dijelovi materijala su vrlo maleni u odnosu na veličinu obratka i takvog su oblika da se više ne mogu direktno upotrijebiti za daljnju obradu. Njih treba smatrati otpadnim materijalom. Ova obrada po redosljedu operacija u većini slučajeva dolazi poslije ručne obrade. U montaži se izvodi dotjerivanje obrađenih pozicija, sastavljanje pozicija u sklopove i objekte, te konzervacija i dekonzervacija.

#### 4.2. Sredstva rada koja se koriste

Pod sredstvima rada u proizvodnji turbina u ovom radu podrazumijevaju se sve radne i pomoćne prostorije s pripadajućim instalacijama i uređajima. Pomoćne prostorije su sljedeće: skladište za opasne radne tvari, skladište tehničkih plinova, garderoba, prostorija u kojoj je dozvoljeno pušenje, sanitarne prostorije.

Pripadajućim instalacijama i uređajima objekta smatraju se: električne i gromobranske instalacije, instalacije za gašenje požara, instalacije komprimiranog zraka, industrijskih plinova i dr., instalacije pitke i tehnološke vode, instalacije i uređaji otpadnih voda, instalacije grijanja, ventilacije i klimatizacije, uređaji koji pripadaju navedenim instalacijama ili su neposredno ugrađeni u objekt.

## Strojevi i uređaji:

1. aparati za zavarivanje
2. horizontalna glodalica
3. vertikalni tokarski stroj
4. brusilice
5. bušilice
6. dizalice
7. dubilice
8. glodalice
9. pile za rezanje metala
10. preše
11. ručni alat
12. ručni mehanizirani alat
13. tokarski stroj
14. viličari
15. elektrokolica



**Slika 8:** Dvostrana brusilica



**Slika 9:** Vertikalni tokarski stroj



#### 4.3. Propisi kojima se uređuje ovo područje

Zakonski propisi koji upravljaju područjem zaštite na radu:

- Zakon o zaštiti na radu (NN 59/96, 94/96, 114/03, 100/04 i 86/08)
- Pravilnik o pružanju prve pomoći radnicima na radu (NN 56/83)
- Pravilnik o poslovima s posebnim uvjetima rada (NN 5/84)
- Pravilnik o zaštiti na radu za radne i pomoćne prostorije i prostore (NN 6/84, 42/05, 113/06, 114/07)
- Pravilnik o evidenciji, ispravama, izvještajima i knjizi nadzora iz područja zaštite na radu (NN 52/84)
- Pravilnik o zaštiti na radu pri utovaru i istovaru tereta (NN 49/86)
- Pravilnik o osiguranju smještaja, prehrane i prijevoza radnika koji obavljaju poslove na privremenim radilištima izvan sjedišta organizacije odnosno poslodavca (NN 7/87)
- Pravilnik o zaštiti na radu pri korištenju električne energije (NN 9/87)
- Pravilnik o izradi procjene opasnosti (NN 48/97, 114/02, 126/03)
- Pravilnik o listi strojeva i uređaja s povećanim opasnostima (NN 47/02)
- Pravilnik o polaganju stručnog ispita stručnjaka zaštite na radu (NN 114/02, 126/03)
- Pravilnik o programu i načinu provjere osposobljenosti poslodavca ili njegovog ovlaštenika za obavljanje poslova zaštite na radu (NN 114/02, 29/05)
- Pravilnik o uvjetima za osposobljavanje radnika na siguran način (NN 114/02, 126/03)
- Pravilnik o ispitivanju radnog okoliša te strojeva i uređaja s povećanim opasnostima (NN 114/02, 131/02, 126/03)
- Pravilnik o sigurnosnim znakovima (NN 29/05)
- Pravilnik o zaštiti na radu pri ručnom prenošenju tereta (NN 42/05)
- Pravilnik o sigurnosti i zaštiti zdravlja pri radu s računalom (NN 69/05)
- Pravilnik o sigurnosti i zdravlju pri uporabi radne opreme (NN 21/08)
- Pravilnik o zaštiti radnika od izloženosti buci (NN 46/08)
- Pravilnik o zaštiti na radu na privremenim ili pokretnim radilištima (NN 51/08)

## 5. OPASNOSTI I ŠTETNOSTI KOJE SE POJAVLJUJU U TEHNOLOŠKOM PROCESU

Primjeri radnih mjesta s posebnim uvjetima rada, a koja se odnose na proizvodnju turbina su sljedeća: zavarivač, bravar, monter, tokar, radnik na vertikalnoj tokarilici, radnik na horizontalnoj glodalici, glodač, transportni radnik i dr., a osnovne opasnosti i štetnosti koje se pojavljuju su:

- ***mehaničke opasnosti:*** pad predmeta, dijelovi koji odlijeću ili otpadaju, ubodi i porezotine na oštre i šiljate predmete i alate, lomovi, sudari sa predmetima u transportu, pucanje alata, nezaštićeni pokretni i rotirajući dijelovi, uklještenja, udar zbog zakrčenog prostora, odlijetanja strugotine i iskre kod prolaza pored drugih radnih mjesta;
- ***padovi i rušenja osoba:*** zakrčena i neravna površina za rad, uspinjanje stepenicama ili ljestvama, loš pristup radnoj površini, sužen prostor za kretanje, oštećene podnice za stajanje, klizave i masne površine na velikim strojevima, pad zaposlenika;
- ***električna struja:*** oštećeni kablovi, oštećene priključnice, uzemljenje, otpor petlje, pad predmeta na električne kablove;
- ***kemijske radne tvari:*** plinovi zavarivanja, dušikovi oksidi, pare otapala, boje, sredstva za čišćenje i odmaščivanje, sredstva za konzerviranje, tekući dušik, emulzija za hlađenje, ulje za podmazivanje;
- ***biološke radne tvari:*** spore i plijesni;
- ***opasnosti u svezi s požarom i eksplozijama:*** gorive tvari u obliku krutina, otvoreni plamen, iskra, užareno tijelo, vrući predmeti, električne instalacije, statički elektricitet, samozapaljivost, plinovi-butan-propan, acetilen, vodik, upotreba lako zapaljivih tekućina;
- ***vruće ili hladne tvari:*** pregrijavanje predmeta kod zavarivanja ili montaže, pothlađivanje predmeta tekućim dušikom kod montaže, vrući predmeti nakon zavarivanja, užarene čestice šljake, iskre kod brušenja, vodena para, vruća strugotina;
- ***buka:*** prekomjerna buka, prekomjerna buka na udare kod brušenja ili ravnjanja predmeta;

- ***prašina ( dimovi i aerosoli )***: opća prašina, prašina teških metala, prašina SiO<sub>2</sub>, prašina staklene ili keramičke vune, prašina brusne ploče, prašina sivog lijeva, prašina aluminijevih oksida;
- ***vibracije***: vibracija ručnog mehaniziranog alata, vibracija stroja ili poda;
- ***zračenja i polja***: ultraljubičasto, infracrveno zračenje i toplinsko zračenje, ionizirajuće;
- ***mikroklima***: brzina strujanja zraka, toplinsko zračenje, relativna vlažnost, ventilacija, povremeno visoka temperatura, povremeno niska temperatura;
- ***rasvjeta***: preslaba rasvjeta u skućenom prostoru, povremeno nedovoljna rasvjeta, bliještanje, stroboskopski efekt, potrebna dodatna rasvjeta;
- ***opasnosti u svezi s praćenjem i rukovanjem***: raspoznavanje zvučnih, glasovnih i vizualnih signala, pravovremeno reagiranje na događaje na stroju;
- ***fizički napori***: nepovoljni položaj tijela, pretežno stojeći rad u pokretu, srednje težak fizički rad uz kretanje, pomicanje, nošenje i zatezanje;
- ***psihički i organizacijski uvjetovani napori***: visoka razina rizika, akustičke i optičke smetnje, odgovornost za sigurnost druge osobe, kvalitetu, sredstava rada i materijal, potreba donošenja brzih odluka, prekovremeni rad, ritam rada djelomično uvjetovan;
- ***posebne opasnosti***: rad na visini do 3 m, preko 3 m, povremeno do 10 m, rad u dubini, nehotimično uključivanje stroja u rad, rad na visini kod rada na dizalicama iz kabine ili vezanja visokih tereta;
- ***drugi štetni utjecaji rada***: nepreglednost, povećana prljavština, rad u skućenom i zatvorenom prostoru, povremeno nedovoljna opremljenost radnog mjesta, nedovoljna radna površina, povećana prljavština, rad u skućenom i zatvorenom prostoru, ograničena mogućnost kretanja na radnom mjestu.

## **6. OSNOVNA PRAVILA ZAŠTITE NA RADU KOJIMA SE OTKLANJAJU PRETHODNO UTVRĐENE OPASNOSTI**

Osnovna pravila zaštite na radu su načini zaštite pomoću kojih se pri obavljanju poslova i radnih zadataka uklanjaju opasnosti za osobe na radu ili se te opasnosti samo smanjuju, a sadrže zahtjeve kojima moraju udovoljavati sredstva rada kada su u upotrebi, a naročito u pogledu opskrbljenosti zaštitnim napravama i uređajima, osiguranju od udara električne struje, sprečavanja i nastanka požara i eksplozije, ograničenja buke i vibracija i dr.

Osnovna pravila zaštite na radu kojima se uklanjaju prethodno utvrđene opasnosti:

### **1) Opskrbljenost sredstva rada zaštitnim napravama za uklanjanje mehaničkih opasnosti**

Da bi se uklonile mehaničke opasnosti pri radu sva sredstva rada moraju biti opskrbljena potrebnim zaštitnim napravama koje se utvrđuju propisanim ispitivanjima, te o čemu se izrađuje i vodi propisana dokumentacija i evidencija (evidencijski karton o ispitivanju oruđa za rad s povećanim opasnostima, obavještenje o promjeni na sredstvu rada, zapisnik o ispitivanju strojeva i uređaja s povećanim opasnostima, uvjerenje).

### **2) Osiguranje od udara električne struje**

Da bi se uklonile opasnosti od električne struje u svim radnim i pomoćnim prostorima, te na svim strojevima i uređajima mora se provesti propisano ispitivanje zaštite od uređaja električne struje, direktnog i indirektnog udara. Električni kablovi ne smiju biti smješteni tako da se o njih može spotaći, niti u blizini vode. O provedenim ispitivanjima mora se izrađivati propisana dokumentacija.

### **3) Osiguranje od udara groma**

Da bi se uklonile opasnosti od atmosferskih pražnjenja na objektu mora biti provedena zaštita od udara groma čija se ispravnost utvrđuje propisanim ispitivanjima. O provedenim ispitivanjima mora se izrađivati propisana dokumentacija.

4) **Sprječavanje nastanka požara i eksplozije**

Da bi se u uklonile opasnosti od požara i eksplozije mora se:

- a. nabaviti i na odgovarajući način rasporediti sredstva i oprema za zaštitu požara
- b. organizirati održavanje i ispitivanje sredstava i opreme za zaštitu od požara
- c. utvrditi plan evakuacije i spašavanja
- d. jasno obilježiti izlaze u slučaju opasnosti
- e. osobama koje su određene da provode evakuaciju i spašavanje mora se staviti na raspolaganje odgovarajuća oprema
- f. lako zapaljive tekućine ne smiju se ostavljati uz izvore topline ili opremu koja je mogući izvor iskrenja.

5) **Osiguranje potrebne radne površine i radnog prostora**

Za sve radnike treba osigurati dovoljnu radnu površinu i radni prostor s obzirom na poslove koje obavljaju. Ako u prostorijama vladaju normalni mikroklimatski uvjeti, veličina radne prostorije mora biti takva da na svaku zaposlenu osobu dolazi najmanje 10 m<sup>3</sup> zračnog prostora i slobodne površine poda.

6) **Osiguranje potrebnih putova za prolaz, prijevoz i za evakuaciju zaposlenika**

U svim radnim i pomoćnim prostorijama moraju biti osigurani i jasno označeni potrebni putovi za prolaz, prijevoz i za evakuaciju zaposlenika. Pod oko uređaja i strojeva kao niti prolazi ne smiju biti pretrpani niti zakrčeni.

7) **Osiguranje čistoće**

U svim radnim i pomoćnim prostorijama i prostorima mora biti osigurana odgovarajuća čistoća. Pod ne smije biti klizav niti mokar kako bi se spriječio pad radnika.

8) **Osiguranje potrebne temperature i vlažnosti, te ograničenje brzine kretanja zraka**

Potrebno je osigurati odgovarajuću mikroklimu čija se ispravnost mora ispitivati u propisanim vremenskim razmacima. O provedenim ispitivanjima mora se izrađivati propisana dokumentacija (evidencijski karton o ispitivanju radnog okoliša, zapisnik o ispitivanju radnog okoliša, uvjerenje).

9) **Osiguranje potrebne rasvjete mjesta rada i radnog okoliša**

U svim radnim i pomoćnim prostorijama laboratorija mora biti osigurana odgovarajuća rasvjeta čija se ispravnost mora ispitivati u propisanim vremenskim razmacima. O provedenim ispitivanjima mora se izrađivati propisana dokumentacija (evidencijski karton o ispitivanju radnog okoliša, zapisnik o ispitivanju radnog okoliša, uvjerenje).

10) **Ograničenje buke u radnom okolišu**

U svim radnim prostorijama za koje je utvrđeno da je potrebno, mora se provoditi ispitivanje odnosno mjerenje buke čime se utvrđuje da li razina buke udovoljava pravilima zaštite na radu. O provedenim ispitivanjima mora se izrađivati propisana dokumentacija (evidencijski karton o ispitivanju radne okoline, zapisnik o ispitivanju radnog okoliša, uvjerenje).

11) **Osiguranje od djelovanja tvari i zračenja štetnih za zdravlje radnika**

U svim radnim i pomoćnim prostorijama za koje je utvrđeno da je potrebno, mora se provoditi odgovarajuća zaštita od štetnih tvari i zračenja. Ispitivanjem i mjerenjem u propisanim razmacima utvrđuje se ispravnost provedene zaštite o čemu se izrađuje odgovarajuća dokumentacija i vodi evidencija (evidencijski karton o ispitivanju radnog okoliša, zapisnik o ispitivanju radnog okoliša, uvjerenje).

12) **Osiguranje prostorija i uređaja za osobnu higijenu**

Svi radnici moraju imati na raspolaganju dovoljan broj prostorija i uređaja za osobnu higijenu. Oprema tih prostorija ovisi o vrsti posla koje radnici obavljaju (npr. tuševi).

## **7. POSEBNA PRAVILA ZAŠTITE NA RADU KOJIMA SE OTKLANJAJU ONE OPASNOSTI KOJE NISU OTKLONJENE OSNOVNIM PRAVILIMA ZAŠTITE NA RADU**

Posebna pravila zaštite na radu su načini zaštite pomoću kojih se sprečava da neka opasnost, koja je pri obavljanju poslova i radnih zadataka prisutna ili može biti prisutna, izazove oštećenje zdravlja ili druge štetne posljedice po osobe na radu. Posebna pravila sadrže zahtjeve kojima mora udovoljavati radnik koji obavlja rad i to u pogledu: dob, spol, stručna sposobnost, zdravstveno, tjelesno i psihičko stanje, psihofiziološka i psihička sposobnost. O načinu na koji se moraju izvoditi određeni poslovi ili radne operacije, o korištenju odgovarajućih osobnih zaštitnih sredstava, zaštitnih naprava i sl.

Posebna pravila zaštite na radu za prethodno navedene opasnosti i štetnosti sadrže sljedeće zahtjeve:

### **1. Osposobljavanje iz zaštite na radu**

Svi radnici moraju biti osposobljeni za:

- rad na siguran način po općem programu

Radnici raspoređeni na radna mjesta s posebnim uvjetima rada osposobljavaju se po posebnom programu.

Određeni broj radnika mora biti osposobljen za:

- provedbu evakuacije i spašavanja
- pružanje prve pomoći za slučaj ozljede na radu ili iznenadne bolesti,
- ovlaštenike poslodavca zaštite na radu.

Svi radnici moraju biti upoznati s planom evakuacije i spašavanja. Osposobljavanje radnika na probnom radu za rad na siguran način provodi se po općem programu osposobljavanja za vrijeme probnog rada. Osposobljavanje po posebnom programu se provodi kada je radnik raspoređen na radno mjesto za obavljanje poslova s posebnim uvjetima rada. O obavljenim osposobljavanjima vodi se propisana dokumentacija.

## 2. Poslovi s posebnim uvjetima rada u procesu proizvodnje turbina

Na osnovi provedene procjene opasnosti, utvrđeni su poslovi s posebnim uvjetima rada koje obavljaju samo radnici koji ispunjavaju posebne uvjete s obzirom na dob, spol, stručnu spremnost, zdravstveno stanje i psihičke sposobnosti.

U Alstomu to su radna mjesta:

- |                     |                                 |                                  |
|---------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 1. alatničar        | 10. kontrolor                   | 18. poslovođa                    |
| 2. bravar           | 11. ličilac                     | 19. rezač materijala             |
| 3. bravar - polirac | 12. monter                      | 20. rukovoditelj                 |
| 4. bruslač          | 13. NDT - ispitivač             | 21. skladištar                   |
| 5. cjevar           | 14. ocrtavač                    | 22. strojobravar                 |
| 6. električar       | 15. oštrač alata                | 23. transp. radnik-<br>dizaličar |
| 7. glodač           | 16. pjeskar                     | 24. zavarivač                    |
| 8. ispitivač        | 17. pomoćni radnik na<br>stroju |                                  |
| 9. izdavač alata    |                                 |                                  |

Za radnike koji obavljaju poslove s posebnim uvjetima rada, moraju se u propisanim rokovima provoditi liječnički pregledi u ovlaštenoj ustanovi. O radnicima koji obavljaju poslove s posebnim uvjetima rada mora se voditi propisana evidencija (evidencijski karton o radniku raspoređenom na poslove s posebnim uvjetima rada, uputnica za utvrđivanje radne sposobnosti radnika, uputnica za provjeru radne sposobnosti radnika na poslovima s posebnim uvjetima, uvjerenje o radnoj sposobnosti i dr.)



### **3. Osobna zaštitna sredstva**

U slučaju kada nije moguće zaštitu od opasnosti i štetnosti otkloniti mjerama zaštite na sredstvima rada, poslodavac mora radnicima osigurati odgovarajuća osobna zaštitna sredstva i brinuti se da ih oni koriste pri obavljanju poslova. Mora se utvrditi za svakog radnika uzimajući u obzir razinu rizika, učestalost izlaganja rizicima, karakteristike mjesta rada i zadovoljavanje osobnih zaštitnih sredstava okolnostima, vremenu i uvjetima u kojima radnik radi. Osobna zaštitna sredstva su za radnika besplatna. Poslodavac osigurava održavanje i zamjenu osobnih zaštitnih sredstava. Procjenom opasnosti utvrđuje se za radnike obveza nošenja osobnih zaštitnih sredstava po vrsti sredstva i radnom mjestu.

### **4. Posebni postupci pri uporabi opasnih tvari**

Poslodavac koji koristi odnosno prerađuje opasne tvari dužan je stalno unapređivati stanje zaštite na radu primjenom pravila zaštite na radu pri korištenju odnosno preradi tih tvari, redovito nastojati da koncentracija opasnih tvari bude što niža i stalno ispod MDK te osigurati pakiranje i označavanje opasnih tvari tako da ne postoji opasnost za sigurnost i zdravlje radnika. Postupci se mogu propisati i pisanim uputama za siguran rad s kojima moraju biti upoznati svi zaposlenici.

Sve opasne tvari treba označiti. Oznaka treba sadržavati naziv, koncentraciju i štetnost, datum zaprimanja i datum otvaranja. Za sve opasne tvari trebaju postojati sigurnosno-tehnički listovi. Odlaganje opasnog otpada treba regulirati posebnim napucima.

Ako znakovi sigurnosti i oznake nisu dovoljni za djelotvorno obavještanje, moraju se postaviti pisane upute o opasnostima i štetnostima, o uvjetima i načinu korištenja prostora, prostorija, sredstava rada, opasnih radnih tvari i opreme.

Upute se postavljaju neposredno na mjesto uz izvor opasnosti da se opasnost ili šteta koja bi na tom mjestu rada mogla nastati, smanji ili u potpunosti spriječi. Upute za siguran rad ili postupak izrađuju se najčešće u obliku ploča pravokutnog oblika na kojima je tekst koji može biti dopunjen crtežima, simbolima ili shemama.

## **5. Postupak s unesrećenim i oboljelim do upućivanja zdravstvenoj ustanovi**

Poslodavac je dužan organizirati pružanje prve pomoći radnicima u slučaju ozljede na radu ili iznenadne bolesti do njihova upućivanja u bolnicu. Na radu se uvijek mora nalaziti određen broj zaposlenika koji su osposobljeni i određeni za pružanje prve pomoći. Njima se mora staviti na raspolaganje potrebna oprema.

O svim ozljedama na radu mora se voditi propisana dokumentacija (zapisnik o ispitivanju ozljede na radu, prijava o ozljedi na radu, obavještenje o događaju koji je izazvao smrt, težu povredu kao i povredu dvaju ili više radnika, neovisno o težini povrede, obavještenje o profesionalnom oboljenju radnika, zapisnik o nastanku profesionalne bolesti).

## **8. PROCJENA OPASNOSTI**

Prema pravilniku o izradi procjene opasnosti, NN 48/97, 114/02 i 126/03 za izradu procjene opasnosti primjenjuju se hrvatske metode ili u njihovom nedostatku u svijetu prihvaćene metode kao što su AUVA, BG, WKO.

Sadašnja procjena opasnosti izrađena je prema modificiranoj AUVA metodi za izračun rizika. Plan mjera za smanjenje rizika definiran je za opasnosti ocijenjene sa 4, 6 ili 9, gdje su određene odgovorne osobe i rokovi u kojima se te opasnosti moraju otkloniti ili staviti pod nadzor.

Najčešće opasnosti koje se pojavljuju na radnom mjestu montera su upravo mehaničke opasnosti (pad predmeta, odlijetanje iskre ili strugotine...), padovi i rušenja (rad na visini, dubini ...), i električna struja (oštećeni kablovi i priključnice, visoki napon...) za koje je izrađena procjena rizika prema modificiranoj AUVA metodi kako bi za sve proizvodne pogone širom svijeta bili isti kriteriji, obzirom da Alstom korporacija broji preko 76000 uposlenih u više od 70 zemalja svijeta.

U ovom radu napravljen je izračun rizika opasnosti za radno mjesto montera po WKO metodi radi usporedbe sa modificiranom AUVA metodom.

## **SNIMAK STANJA NA RADNOM MJESTU: MONTER**

**Srodna radna mjesta:** VODEĆI MONTER, MONTER SERVISA, VODEĆI MONTER SERVISA

**Tehnološki proces-radionica:** tvornička montaža, vanjska radilišta (termo/hidroelektrane i druga energetska postrojenja)

### **1. Radni zadaci i opis poslova**

**a) potrebna minimalna kvalifikacija:** III stupanj

**b) posebna stručna osposobljenost:** ne (da-radnici koji rukuju dizalicama, elektrokolicima, viličarima; skelari)

**c) zadaci i poslovi:** obavlja poslove predmontaže i montaže energetskih postrojenja, remonta ili revizije na pojedinim podsklopovima, sklopovima i cijelim postrojenjima. Poslove obavlja pod nadzorom ili samostalno u tvorničkoj montaži ili na vanjskom radilištu. Obavlja poslove spajanja dijelova u sklopove. Dijelove priprema za spajenje tako da svaki pojedini predmet očisti, pregleda vizualno, ocijeni njegovu ispravnost, te po potrebi doraduje predmet prije montaže. Doradu predmeta obavlja tuširanjem, brušenjem, bušenjem, termičkom obradom, zagrijavanjem, pothlađivanjem i drugim postupcima sve u traženoj razini kvalitete i traženim tolerancijama. Provjerava funkcionalnost pojedinih sklopova ako je to predviđeno tehnološkim procesom. Povremeno učestvuje u poslovima balansiranja. Na vanjskom radilištu učestvuje u postupku puštanja u probni pogon energetskih postrojenja.

**d) sirovine i materijali:** razni metali te potrošni materijal: solveni, proizvodi za odmašćivanje, sredstva za konzervaciju, turbinska ulja, mineralna vuna, tehnički plinovi, epoksidne smole, iznimno rijetko - nitro otapala, brtveni materijal, na vanjskim radilištima ljepila, povremeno dvokomponentne boje i otapala.

**e) sredstva rada:** stupna - pokretna bušilica, stolna bušilica, dvostrana brusilica, ručni mehanizirani alat (bušilica, brusilica, brusevi) ručni alati i mjerni instrumenti (mikrometar, komparator, mjerni listići, kalibri, pomično mjerilo, razni ključevi, odvijač, pila za željezo, turpija, kliješta i drugi alat), preša za savijanje, stroj za balansiranje, aparat za zavarivanje. (pojedini radnici upravljaju sa dizalicama s poda ili iz kabine, elektrokolicima i viličarima)

### **Procjena opasnosti po AUVA metodi:**

Prilikom procjenjivanja opasnosti za radno mjesto montera, od uočenih opasnosti koje se pojavljuju i predstavljaju najveći rizik za radnike su: mehaničke opasnosti, padovi i rušenja i električna struja.

Vjerojatnost i učestalost za promatrane mehaničke opasnosti te padove i rušenja je umjerena dok je posljedica za iste opasnosti visoka. Kod opasnosti od električne struje vjerojatnost i učestalost je niska, ali posljedice mogu biti katastrofalne. Za sve ove opasnosti izrađen je plan mjera za smanjenje rizika, te su definirane odgovorne osobe i rokovi u kojima se te opasnosti moraju otkloniti ili staviti pod nadzor.

### **Procjena opasnosti po WKO metodi:**

Pri procjeni radnog mjesta montera po WKO metodi postoji razlika u kriterijima ocjenjivanja između navedenih metoda, ali u konačnici dolazimo do istog zaključka tj. da i po AUVA i po WKO metodi treba obratiti pozornost, odnosno da najveće opasnosti za ovo radno mjesto predstavljaju mehaničke opasnosti, padovi i rušenja i električna struja.

Za izračun rizika korištena je matrica za ocjenu rizika po WKO metodi, gdje se razmatra određena opasnost, težina ozljede koju ta opasnost može prouzročiti, vrijeme zadržavanja (trajanje i učestalost), mogućnost otklanjanja opasnosti (moguće/jedva moguće) i vjerojatnost nastanka događaja (velika, mala ili vrlo mala).

težina ozljede težina oštećenja zdravlja	vrijeme zadržavanja ( trajanje i učestalost )	otklanjanje opasnosti	vjerojatnost			
			velika	mala	vrlo mala	
<b>vrlo laka ozljeda</b> bez bolovanja	rijetko do češće	moguće	0	0	0	
		jedva moguće	1	0	0	
	često do trajno	moguće	1	0	0	
		jedva moguće	2	1	0	
	<b>laka ozljeda</b> bolovanje do 3 dana	rijetko do češće	moguće	2	1	0
			jedva moguće	3	2	1
često do trajno		moguće	3	2	1	
		jedva moguće	4	3	2	
<b>teška ozljeda</b> bolovanje do 42 dana		rijetko do češće	moguće	4	3	2
			jedva moguće	5	4	3
	često do trajno	moguće	5	4	3	
		jedva moguće	6	5	4	
	<b>vrlo teška ozljeda</b> bolovanje preko 42 dana	rijetko do češće	moguće	6	5	4
			jedva moguće	7	6	5
često do trajno		moguće	7	6	5	
		jedva moguće	8	7	6	
<b>smrtna ozljeda, trajno oštećenje posljedice u trajanju života</b>				8	8	8

razred rizika	0	A - rizik zanemariv
	1-3	B - granični slučaj, razmisliti o mjerama
	4-8	C - potrebno odmah poduzeti mjere

Slika 10: Matrica za izračun rizika po WKO metodi

Na osnovi promatranih opasnosti i procjenjivanja rizika dobiveni su slijedeći rezultati:

**Tablica 1:** Prikaz dobivenih rezultata procjenom rizika

Opasnost	Težina ozljede	Vrijeme zadržavanja (trajanje i učestalost)	Otklanjanje opasnosti moguće/jedva moguće	Vjerojatnost		
				velika	mala	vrlo mala
<b>1. Mehaničke opasnosti</b>						
pad predmeta	teška ozljeda	rijetko do češće	jedva moguće			vrlo mala - 3
dijelovi koji odlijeću ili otpadaju	laka ozljeda	rijetko do češće	jedva moguće			mala - 2
oštri i šiljasti predmeti/alate	laka ozljeda	često do trajno	jedva moguće			mala - 3
udar zbog zakrčenog prostora	teška ozljeda	rijetko do češće	jedva moguće			vrlo mala - 3
<b>2. Padovi i rušenja</b>						
zакrčena i neravna radna površina	teška ozljeda	rijetko do češće	jedva moguće			mala - 4
rad na visini	teška ozljeda	često do trajno	jedva moguće			mala - 5
nepreglednost radne površine	laka ozljeda	rijetko do češće	jedva moguće			vrlo mala - 1
<b>3. Električna struja</b>						
oštećeni kablovi i priključnice	vrlo teška ozljeda	rijetko do češće	moguće			vrlo mala - 4

Plan mjera za smanjenje rizika:

**1. mehaničke opasnosti:**

- pregled i ispitivanje oruđa za rad
- otklanjanje nedostataka na oruđu za rad
- posebno stručno osposobljavanje

**2. padovi i rušenja:**

- osposobljavanje za rad na siguran način
- upotreba osobnih zaštitnih sredstava
- otklanjanje uočenih nedostataka

### **3. električna struja:**

- zamjena oštećenih kablova i priključnica

Rokovi za otklanjanje mehaničkih opasnosti su određeni zakonskim zahtjevima i odmah po nastanku (kontinuirano), a za provedbu istih određeni su služba zaštite na radu i rukovoditelji radionica.

Kod opasnosti od padova i rušenja rokovi za otklanjanje su kontinuirani, svakodnevno, odmah po nastanku i određeni zakonskim zahtjevima, a odgovorne osobe za provedbu su služba zaštite na radu tijekom redovitih kontrola i obilazaka radionica, rukovoditelji radionica i neposredni nadređeni (poslovođe).

Rok za otklanjanje opasnosti od električne struje je odmah po nastanku oštećenja (kontinuirano), a za otklanjanje opasnosti zadužena je služba održavanja.



## 9. ZAKLJUČAK

Da bi opasnosti i štetnosti pri proizvodnji turbina sveli na minimum, treba kontinuirano unaprjeđivati i provoditi sustav zaštite na radu. To znači da sredstva rada moraju biti ispravna tj. da ih radnici mogu koristiti bez opasnosti za život i zdravlje, potrebno je ispitivati radni okoliš, radnici koji rade na poslovima s posebnim uvjetima rada moraju biti upućivani na zdravstvene preglede prema propisanim rokovima, a svi radnici raspoređeni na radna mjesta na kojima postoji opasnost po život i zdravlje moraju biti osposobljeni za rad na siguran način. Svako radno mjesto mora biti opremljeno znakovima sigurnosti i uputama za siguran rad, a kod radnika treba stvarati naviku upotrebe osobnih zaštitnih sredstava. Stalna ispitivanja radnog okoliša i analize radnih mjesta također omogućavaju unaprjeđenje radnih uvjeta, u vidu boljeg osvjetljenja, ergonomije, mikroklimatskih uvjeta i smanjenja buke. Procjenom preostalog rizika može se zaključiti da je preostali rizik od još uvijek prisutnih opasnosti prihvatljiv, ali je također potrebno kontinuirano unaprjeđenje sustava zaštite na radu kako je to definirano u planu mjera za smanjenje razine opasnosti, u ovom trenutku za procjenu rizika prihvatljivija nam je AUVA metoda zbog korištenja iste unutar same Alstom korporacije. Sustav upravljanja zaštitom na radu u Alstom Hrvatska, osim što je u skladu sa hrvatskom zakonskom regulativom, usklađen je sa strožim korporativnim normama Alstom grupe. Zaštitu na radu ne provodi samo jedan ili nekoliko radnika već je zadaća svih radnika zajedno da provode zaštitu na radu i da se pridržavaju svih uputa i radnji koje su im date, a za to je potrebna služba zaštite na radu sastavljena od stručnjaka koji će kvalitetno obavljati svoj posao.

## 10. LITERATURA

- [1.] Trbojević, N: Normizacija i razvoj proizvodnih sustava - Veleučilište u Karlovcu, 2014. ISB 978-953-7343-72-9
- [2.] Trbojević, N: Zaštita na strojevima, uređajima i alatima, predavanja, 2013.god.
- [3.] Vučinić, J: Osobna zaštitna sredstva i oprema, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac 2007., ISBN 978-953-7343-12-5.
- [4.] Alstom GEMS
- [5.] Alstom Roadmap Standards for Environment, Health and Safety

## **Popis slika:**

<b>Slika 1:</b> Organizacijska shema Alstom Hrvatska.....	2
<b>Slika 2:</b> Kretanje broja zaposlenih u Alstom Hrvatska d.o.o.....	2
<b>Slika 3:</b> Lokacije poslovnih jedinica u Alstom Hrvatska d.o.o.....	3
<b>Slika 4:</b> Hala 1 dimenzija 32×165 m, ukupno 9 dizalica, max. nosivost najveće dizalice 2500 Kn.....	4
<b>Slika 5:</b> Hala 2 dimenzija 20×165 m, max nosivost najveće dizalice u hali 600 kN.....	5
<b>Slika 6:</b> Hala 3 (radionica lopatica) dimenzija 20×80 m, ukupno 2 dizalice, max nosivost dizalica 100 i 200 kN.....	5
<b>Slika 7:</b> Presjek plinske turbine.....	7
<b>Slika 8:</b> Dvostrana brusilica.....	9
<b>Slika 9:</b> Vertikalni tokarski stroj.....	9
<b>Slika 10:</b> Matrica za izračun rizika po WKO metodi.....	23

## **Popis tablica:**

<b>Tablica 1:</b> Prikaz dobivenih rezultata procjenom rizika.....	24
--------------------------------------------------------------------	----