

Kogeneracijsko postrojenje za proizvodnju električne energije i drvenog peleta

Tokmakčija, Mladen

Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni

2016

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:128:957599>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-04**



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
Odjel Sigurnosti i zaštite

Specijalistički diplomski stručni studij sigurnosti i zaštite

Mladen Tokmakčija

**KOGENERACIJSKO POSTROJENJE
ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE
ENERGIJE I DRVENOG PELETA**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2016.

Karlovac University of Applied Sciences
Safety and Protection Department

Professional graduate study of Safety and Protection

Mladen Tokmakčija

**KOGENERACIJSKO POSTROJENJE
ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE
ENERGIJE I DRVENOG PELETA**

Final paper

Karlovac, 2016.

Veleučilište u Karlovcu
Odjel Sigurnosti i zaštite

Specijalistički diplomski stručni studij sigurnosti i zaštite

Mladen Tokmakčija

**KOGENERACIJSKO POSTROJENJE
ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE
ENERGIJE I DRVENOG PELETA**

ZAVRŠNI RAD

Mentor:
mr. sc. Snježana Kirin, viši predavač

Karlovac, 2016.



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
KARLOVAC UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
Trg J.J. Strossmayera 9
HR-47000, Karlovac, Croatia
Tel. +385 - (0)47 - 843 - 510
Fax. +385 - (0)47 - 843 - 579



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

Stručni / specijalistički studij: **Specijalistički diplomski stručni studij sigurnosti I zaštite**

Usmjerenje:

Zaštita na radu

Karlovac, 2016.

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Student: Mladen Tokmakčija

Naslov: **Kogeneracijsko postrojenje za proizvodnju električne energije I drvenog peleta**

Opis zadatka:

U ovom radu će se naglasiti tehnologija i odvijanje procesa proizvodnje drvenog peleta i električne energije, mjere zaštite u radu s pelet prešom te će u eksperimentalnom dijelu biti izvršena i tablicama prikazana mjerenja radnog okoliša (mikroklima, buke i rasvjete) za pogon proizvodnje drvenog peleta i pogona za proizvodnju električne enrgije.

Zadatak zadan:
4. mj

Rok predaje rada:
5. mj

Predviđeni datum obrane:
6. mj

.....
Mentor:
mr. sc. Snježana Kirin, viši predavač

.....
Predsjednik Ispitnog povjerenstva:
dr. sc. Zlatko Jurac

PREDGOVOR

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći stečena znanja tijekom studija te uz pomoć navedene literature.

Zahvaljujem se svojoj mentorici prof. mr. sc. Snježani Kirin na prihvaćanju mentorstva, te na pruženoj pomoći.

Također, zahvaljujem se svojoj obitelji i svim prijateljima, koji su mi davali podršku tijekom cijelog studija.

SAŽETAK

Tema završnog rada je kogeneracijsko postrojenje za proizvodnju električne energije i drvenog peleta. U ovom radu objašnjena je tehnologija i način rada dvaju kompatibilna proizvodna procesa. Veća pažnja posvećena je mjerama zaštite i načinu rada s pelet prešom jer za liniju peletiranja to je glavni, sastavni dio postrojenja koji u konačnici svojim radom utječe na gotov i ispravan proizvod. Osim toga u teoretskom dijelu je tablicama prema mjerenjima prikazana količina tvari koje ostaju nakon tehnološkog procesa te emisija u okoliš. U eksperimentalnom dijelu ovog rada izvedeni su i prikazani rezultati mjerenja radnog okoliša (mikroklima, buke i rasvjete) za pogon proizvodnje drvenog peleta kao i za pogon proizvodnje električne energije te su mjerenja usklađena sa zadanim hrvatskim normama i važećim standardima.

Ključne riječi: kogeneracijsko postrojenje, električna energija, drveni pelet, mjere zaštite, radni okoliš,

Summary

The subject of this thesis is a cogeneration plant to produce electricity and wood pellets. This study explains the technology and method of operation of the two are compatible production processes. Greater attention was paid to safety measures and methods of work with pellet press because of the pelleting line it's the main part of the plant, which ultimately affects their work done and the correct product. In addition to the theoretical part of the tables shown as measured quantities of substances remaining after the technological process and of environmental emissions. In the experimental part of this study were done and presents the results of measurements of the working environment (microclimate, noise and lighting) to power the production of wood pellets as well as the operation of electricity generation and measurements are carried out by default Croatian standards, and applicable standards and norms.

Keywords: cogeneration plant, electricity, wood pellets, measures of protection, an operating environment.

SADRŽAJ

| | |
|---|-----|
| ZADATAK ZAVRŠNOG RADA..... | I |
| PREDGOVOR..... | II |
| SAŽETAK..... | III |
| SADRŽAJ..... | IV |
| 1. UVOD..... | 1 |
| 2. Glavna obilježja tehnoloških procesa..... | 3 |
| 2.1. Tehnologija proizvodnje drvenog peleta i električne energije | 3 |
| 2.1.1. Linija peletiranja | 4 |
| 2.1.2. Sustav ORC (organski rankinov ciklus) za pogon turbine za proizvodnju električne energije..... | 6 |
| 2.1.3. Kotlovsko postrojenje loženo drvnom biomasom u proizvodnji električne energije | 7 |
| 3. Vrsta i količina tvari koje ostaju nakon tehnološkog procesa te emisija u okolis..... | 9 |
| 4. Način djelovanja i mjere sigurnosti u radu sa pelet prešom..... | 10 |
| 4.1. Princip rada pelet preše, tip plosnata matrica..... | 10 |
| 4.2. Opasnosti i upozorenja kojih se treba pridržavati u radu s pelet prešom | 12 |
| 4.2.1. Ostale nedozvoljene radnje uslijed rada s pelet prešom..... | 12 |
| 4.2.2. Sigurnosne naprave pelet preše | 13 |
| 4.3. Sprječavanje opasnosti od eksplozije u pogonu s pelet prešom..... | 15 |
| 4.4. Opasnost od električnog napona u pogonu s pelet prešom..... | 16 |
| 4.5. Mjere i oprez pri radu s hidrauličnim napravama pelet preše | 16 |
| 4.6. Opasnosti kod korištenja naprava za dizanje tereta pelet preše..... | 17 |
| 4.7. Postavljene upute i upozorenja za pelet prešu..... | 18 |
| 5. Eksperimentalni dio..... | 20 |
| 5.1. Mjerna mjesta postrojenja za proizvodnju peleta i mjerni uređaji..... | 20 |
| 5.2. Uvjeti rada i ispitivanja radnog okoliša u pogonu za proizvodnju peleta..... | 21 |
| 5.2.1. Mikroklima u pogonu za peletiranje | 22 |
| 5.2.2. Osvjetljenosti u pogonu za peletiranje | 23 |
| 5.2.3. Buka u pogonu za peletiranje..... | 23 |
| 5.3. Uvjeti rada i ispitivanja radnog okoliša u pogonu za proizvodnju električne energije.... | 24 |
| 5.3.1. Mikroklima u pogonu za proizvodnju električne energije | 25 |
| 5.3.2. Osvjetljenost u pogonu za proizvodnju električne energije | 25 |
| 5.3.3. Buka u pogonu za proizvodnju električne energije..... | 25 |
| 5.4. Uvjeti rada i ispitivanje buke okoliša u uvjetima dana-večeri i noći postrojenja za proizvodnju peleta | 26 |

| | |
|--|----|
| 5.5. Uvjeti rada i ispitivanja kod strojeva ili uređaja s povećanim opasnostima u pogonu za proizvodnju električne energije | 27 |
| 5.5.1. Djelovanje uređaja u pogonu za proizvodnju električne energije | 28 |
| 5.5.2. Zaštita od direktnog dodira dijelova pod naponom..... | 28 |
| 5.5.3. Zaštita od indirektnog dodira dijelova pod naponom..... | 29 |
| 5.5.4. Ispitivanje izjednačavanja potencijala i neprekinutosti glavnog i dodatnih zaštitnih vodiča | 29 |
| 6. Rezultati i rasprava..... | 30 |
| 6.1. Rezultati mjerenja za uvjete mikroklimе, razine osvjetljenosti i buke na radnim mjestima u pogonu za proizvodnju peleta..... | 30 |
| 6.2. Rezultati mjerenja za uvjete mikroklimе, razine osvjetljenosti i buke na radnim mjestima u pogonu za proizvodnju električne energije..... | 36 |
| 7. Zaključci..... | 41 |
| 8. Literatura..... | 43 |
| 9. Prilozi..... | 45 |
| 9.2. Popis slika | 45 |
| 9.3. Popis tablica | 46 |

1. UVOD

Proizvodnja drvenih peleta počela je u Europi i SAD-u za vrijeme naftne krize 70-ih. Peleti su pružili jeftinu i kvalitetnu zamjenu lož ulju za vrijeme trajanja krize. Popularnost su stekli ponovo 90-tih kada su zemlje počele poticati upotrebu obnovljivih izvora energije. Drveni peleti su mali i pravilnog oblika što omogućava automatsko doziranje s vrlo finim podešavanjem.

Tvrtka Pelet grupa d.o.o. osnovana je 20. studeni 2007. godine u Bročicama, Novskoj, isključivo sa ciljem razvoja i izgradnje postrojenja obnovljivih izvora energije (OIE). U skladu sa provedenim analizama donesena je odluka o ulaganju u OIE i to specifično u proizvodnju električne energije i drvenog peleta iz šumske biomase.

Kogeneracija je istovremena proizvodnja električne i korisne toplinske energije, koja koristi toplinsku energiju nastalu izgaranjem biomase. Kogeneracija je učinkovita i u praksi provjerena tehnologija a posebno je značajna zbog učinkovitog korištenja energije goriva, smanjenja emisija CO₂ i jako visokog stupnja iskorištenja goriva do 85%. U našem pogonu toplina nastala izgaranjem biomase koristi se za sušenje sječke u pogonu za proizvodnju peleta, te pogon postiže kombiniranu učinkovitost od 82%, zadovoljavajući najstrože EU odredbe koje zahtijevaju učinkovitost od 70%. Najsuremenija tehnologija i oprema renomiranih svjetskih proizvođača osigurava siguran i efikasan rad prema svim ekološkim i sigurnosnim normama.

Biomasa je najstariji izvor energije koji je čovjek koristio i predstavlja skupni pojam za brojne, najrazličitije proizvode biljnog i životinjskog svijeta. Drvna biomasa je obnovljivi izvor energije koji uključuje ogrjevno drvo, grane i drveni otpad iz šumarstva, piljevinu, koru i drvni ostatak iz drvne industrije. Osim prednosti da se korištenjem drvne biomase štede neobnovljivi izvori energije, postoji teza da je drvna biomasa CO₂ neutralno gorivo. Glavna prednost drvne biomase u odnosu na fosilna goriva je njena obnovljivost i potrajnost. Da bi se postigla održivost korištenja biomase bitno je imati na umu da količina koja se koristi mora biti manja od prirasta. [1]

1.1. Predmet i cilj rada

Kogeneracijska postrojenja za istovremenu proizvodnju toplinske i električne energije predstavljaju najznačajniji način proizvodnje električne energije i drvenog peleta iz biomase. U ovom radu se obrađuje tehnologija i odvijanje procesa za proizvodnju električne energije i proizvodnju drvenog peleta. Objasnit će se način djelovanja i mjere sigurnosti pri radu sa strojevima s povećanim opasnostima i jasno prikazati kako s njima sigurno upravljati. Biti će prikazani rezultati mjerenja radnog okoliša za utjecaj mikrokline, rasvjete i buke. Kako bi se približili uvjeti rada u takvom okruženju, raspraviti će se o nedostacima prikazanih mjerenja i njihovog činjeničnog stanja.

1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja

Izvori podataka su uglavnom prikupljeni od proizvođača i izvoditelja radova na postrojenju, njihovih stručnih osoba, stečenog i prenesenog znanja sa obuke za rad uz priloženu dokumentaciju za lakše rukovođenje postrojenjem. Te sa službenih internet stranica izvoditelja radova “Tietjena”, “Kahla”, “Kohlbach” i “Turboden”.

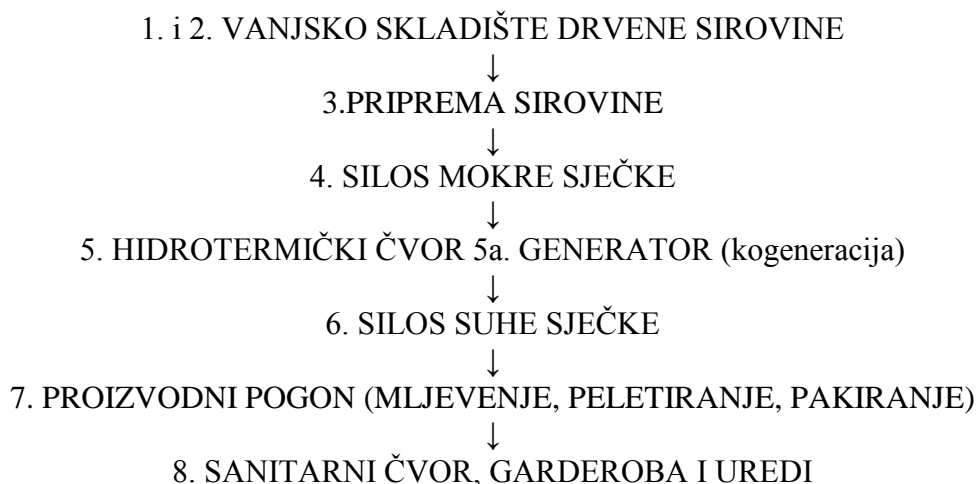
2. Glavna obilježja tehnoloških procesa

2.1. Tehnologija proizvodnje drvenog peleta i električne energije

Tehnologija proizvodnje drvenog peleta i električne energije podijeljena je na dva kompatibilna proizvodna procesa (Tab. 1.), koju čini:

- Proizvodnja električne energije (1 MW_{el}) posredstvom toplinske energije dobivene iz obnovljivih izvora energije (drvne sječke), pri čemu nastaje višak topline koji se radi ostvarivanja energetske učinkovitosti ne gubi u okolnom prostoru, već se koristi u sušari drvne sječke koja se dovozi na lokaciju i suši na potrebnu vlažnost radi proizvodnje drvenog peleta;
- proizvodnja drvenog peleta kapaciteta 6 th⁻¹.

U nastavku je shematski prikazan kratki tijek proizvodnog procesa za proizvodnju električne energije i za proizvodnju drvenog peleta:



Shema 1. Kratki tijek proizvodnog procesa [2]

Drveni pelet se proizvodi iz usitnjenog drveta. Drvo se prvo mora osušiti na određeni stupanj vlage da bi bilo pogodno za daljnju obradu. Toplinska energija koja se koristi za sušenje drva je otpadna toplinska energija nastala proizvodnjom električne energije, te se ovim postupkom maksimalno iskorištava gorivo korišteno za proizvodnju električne energije. Nakon što je drvo osušeno i usitnjeno, ono prolazi kroz peletirku, stroj koji piljevinu protiskuje kroz

matricu. Uslijed pritiska i utjecaja temperature, oslobađa se lignin koji služi kao prirodno vezivo te nastaju peleti. Formirani peleti odlaze na hlađenje te se pakiraju u vreće od 15 kg.

Takav tehnološki proces sastoji se od tri tehničko-tehnološka segmenta (Tab. 1.) od kojih je samo za jedan potrebno provesti procjenu utjecaja na okoliš. Kako svi niže navedeni segmenti predstavljaju jednu povezanu cjelinu, dan je kratak opis svih segmenata kako bi se mogao sagledati kumulativni utjecaj na okoliš i propisati sveobuhvatne mjere zaštite okoliša. [2]

Tab. 1: Tehničko-tehnološki segmenti tehnološkog procesa [2]

| | |
|---|--------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> linija za proizvodnju drvnog peleta kapaciteta 6 tpeleta /h | PROIZVODNJA PELETA |
| <ul style="list-style-type: none"> visoko-temperaturno kotlovsko postrojenje loženo drvnom biomasom ORC sustav s generatorom električne energije 1 MWel | KOGENERACIJA |

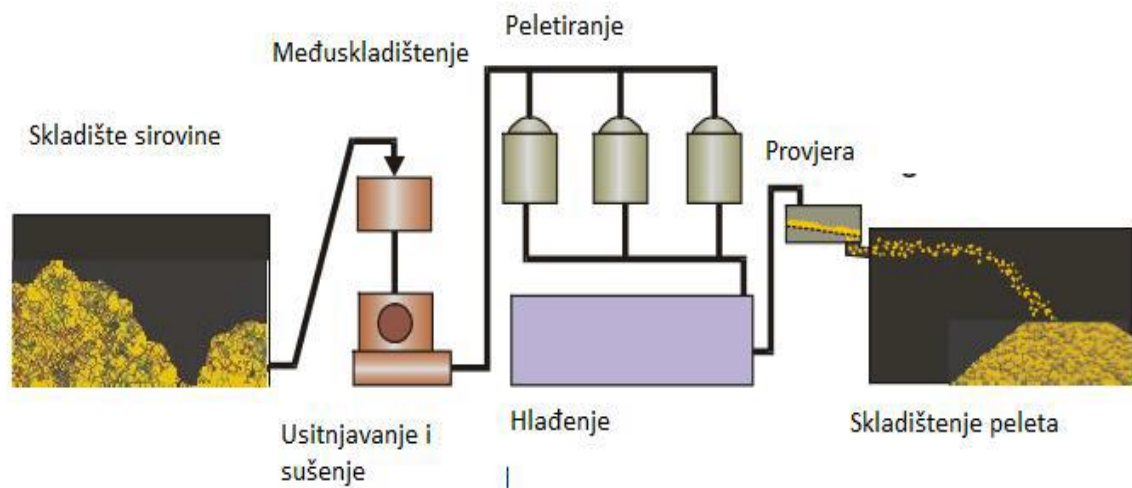
2.1.1. Linija peletiranja

Sirova sječka (biomasa) se transportira na skladište, gdje pomoću vibracijskog sita ulazi u otvor mokrog mlina. Tako pripremljena sječka u granulometriji „mikro sječke“ putem elevatora ulazi u silosmoke sječke, gdje uz pomoć hidraulike i gurača te pužnice za izuzimanje dozira trakastu sušionicu. Sječka se u sušionicu dozira tripleks pužnicom iz razloga ravnomjernog nanošenja sječke na traku sušionice. U sušionici na temperaturi od cca 80 °C sječka se suši na konačnu vlagu od 10 +/- 2%. Tako osušena sječka odlazi u silos suhe sirovine. Sušionica se opskrbljuje toplinskom energijom iz termouljnog kotla, koji kao energent za dobivanje toplinske energije koristi drvenu sječku, koja se pohranjuje na skladište koje sistemom hidraulike i gurača puni kotao.

Osušena sječka se iz silosa transportira se u dozirni spremnik mlina čekičara. Iz dozirnog spremnika izuzimačem se transportira u mlin čekičar koji usitnjava sječku na konačnu granulaciju od 0,1 do 1 mm. Adekvatno granulirani drveni ostatak s definiranom granulometrijskom krivuljom iz postojećeg silosa se pužnim izuzimačem dozira u dozirni silos peletirke. Lopatica u dozirnom silosu se okreće tako da je doziranje piljevine uvijek konstantno bez osciliranja što je važno za kvalitetan pelet. Iz dozirnog silosa pilljevina se

preko pužnog dozatora prenosi u mješalicu gdje se, ako je piljevina ispod 12% vlažnosti, dodatno navlažuje te sa vlažnošću od 12 – 14% ulazi u otvor peletirke. Piljevina slobodnim padom pada na matricu peletirke po kojoj kruže roleri peletirke te piljevinu potiskuju kroz otvore na matrici promjera 6 mm. U otvorima matrice pelet se plastificira zbog utjecaja temperature (90 °C) i pritiska rolera. Uslijed pritiska rolera i utjecaja temperature, drvena masa se „zgušnjava“ do specifične težine do 1kg/dm³. Na donjem dijelu matrice nalaze se noževi koji dimenzioniraju duljinu peleta.

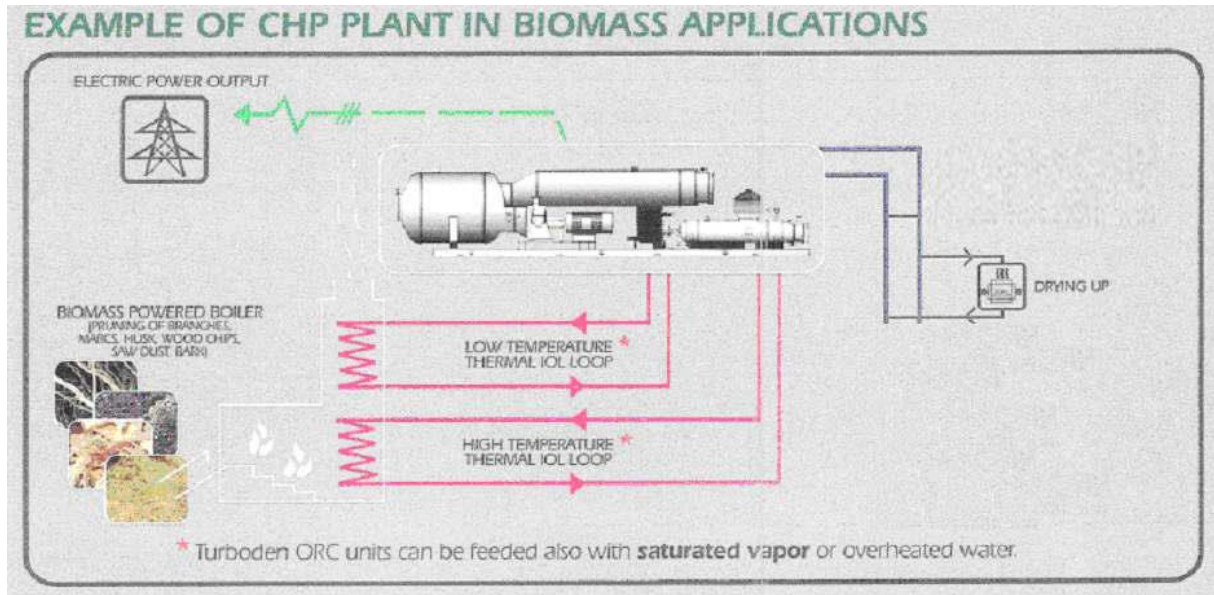
Tako definiran pelet odlazi na trakasti transporter s kojim dolazi do protustrujnog hladnjaka, gdje se pelet hladi na sobnu temperaturu. Iz hladnjaka pelet pada na vibracijsko sito, prašina se putem pužnog dozatora vraća natrag u peletirku, a dimenzioniran pelet odlazi na kosi trakasti transporter do linije za pakiranje. Na pužnom dozatoru se nalazi dozator štirke koja se po potrebi dozira za bolju kvalitetu peleta. Time se postiže veća otpornost na trošenje. Gotov pelet se pakira u 15 kg PVAC vreće na automatiziranom stroju za pakiranje. Vreće se zatvaraju sistemom varenja i pohranjuju i automatski stavljaju na paletu gdje se omataju stretch folijom (folija za ovijanje artikala). Isto tako pelet se pohranjuje u silos za rastresiti kamionski transport (cisterna). [2]



Sl. 1. Faze u proizvodnji linije za peletiranje

2.1.2. Sustav ORC (organski rankinov ciklus) za pogon turbine za proizvodnju električne energije

ORC sustav s generatorom renomirane talijanske tvrtke Turboden koje je proizvedeno uz primjenu normi i propisa EU.

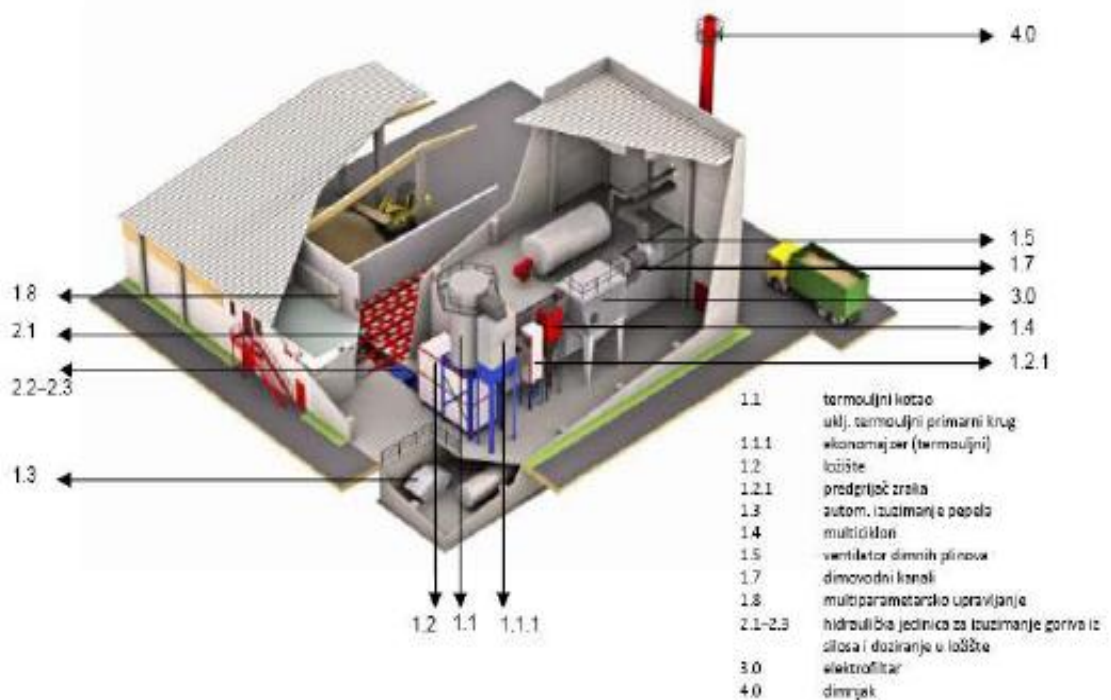


Sl. 2. Prikaz ORC sustava s generatorom

Sustav ORC za pogon turbine koristi organske ugljikovodike. Kao izvor topline za isparenje ovih organskih elementa ugljikovodika koristi se termoulje (silikonsko ulje sa većim udjelom organske materije), zagrijavano na temperaturu od cca 300°C. Organski Rankinov ciklus ORC (Organic Rankine Cycle) koristi smjesu organskih spojeva (silikonsko ulje sa većim udjelom organskih spojeva), koje su svojim termodinamičkim osobinama pogodne za iskorištenje u toplinskom procesu. Termoulje temperature T_1 (cca 300°C) dovodi se u dvostupanjski isparivač gdje prevodi toplinu ulja u sekundarni okrug. Nastale silikonske pare radnog medija se nakon toga razvlače sve do vakuma u sporohodnoj dvostupanjskoj aksijalnoj turbini, koja je direktno spojena sa generatorom električne energije. Pare nakon ohlađivanja u predgrijaču ili rekuperaciji odlaze u kondenzator. Unutar kondenzatora se kondenzacijska toplina predaje u vodu za zagrijavanje trakaste kanalne sušionice u potpunosti na čemu se i temelji ova predložena tehnologija, optimalne kogeneracije s faktorom energetske učinkovitosti $\eta = 0,9$. [3]

2.1.3. Kotlovsko postrojenje loženo drvnom biomasom u proizvodnji električne energije

Visoko-temperaturno kotlovsko postrojenje loženo drvnom biomasom, sistem K12-5140 (varijanta split sistem) renomirane austrijske tvrtke Kohlbach Holding GmbH koje odgovara smjernicama EU 97/23/EG te je sukladno tome ovlašteno i obavezno nositi CE-znak.



Sl. 3. Prikaz visoko-temperaturno kotlovsko postrojenje loženo drvnom biomasom, sistem K12-5140 (varijanta split sistem)

Izuzimanje goriva (drvene biomase) iz silosa i doziranje u ložište obavljaju hidraulički pokretani, masivni potisni elementi/poluge, bez pomičnih dijelova u njima. Sječka, veći komadi kore i eventualno dopremljeni komadi drva se prerezuju na čvrstim, zamjenjivim noževima pri izlazu iz dozatora. Na taj način se osigurava rad bez zaustavljanja, odnosno bez začepljenja. Ta naprava, koja je ugrađena na dva mjesta, i to kod dijelnog elementa između silosa i kotlovnice i ispred samog kotla, je opremljena jedinstvenom, od strane Kohlbach-a izumljenom i od Protupožarnog tehničkog Instituta ispitanim sigurnosnim lancem protiv požara. Gorivo dopijeva, preko jedne prisilno prostrujene i kotlovskom vodom grijane uzlazne zone dopreme u ložište. Tako odmrznuto i predgrijano jednakomjerno pokriva roštiljnicu ložišta u punoj širini. Kombinacija roštilja, također vlastiti KOHLBACH izum, osigurava na početku tamponsku zonu. Ista izjednačava promjene toplinskog opterećenja u odnosu na potrebu za gorivom i omogućava sušenje istog putem topline zračenja sadržane u

vrućim zidovima ložišta. Naknadno užarena masa prolazi dva međusobno neovisna hidraulička roštiljna polja. Na njima se, pomiješano sa trozonskim bezstupanjski reguliranim i predgrijanim primarnim zrakom izgaranja, događa otplinjavanje i primarno sagorijevanje goriva.

Taj postupak se ponavlja na svakom roštiljnom sektoru, dok konačno nije postignuto primarno izgaranje. Iznošenje kroz izgaranje nastalog pepela sa ne izgoranim ostacima (zemlja, kamenje, i ostalo) obavlja se sa naizmjeničnim pokretanjima roštilja. Sitni pepeo, koji propada kroz roštilj, se iznosi sa potisnom polugom koja se nalazi ispod istog i dodaje se pepelu na kraju samog roštilja. Tako cjelokupni Automatski menadžment goriva nadgleda pokrivenost roštiljnih kombinacija gorivom i izuzimanje pepela. Na taj način se ne osigurava samo optimalna pokrivenost roštilja gorivom i sprječava transport ne izgorijelog materijala u oduzimanje pepela, nego se osiguravaju i preduvjeti za ravnomjerno i ekološki prihvatljivo sagorijevanje. Samo adijabatsko ložište, dobro ozidano i izolirano, od hladne kotlovske površine potpuno odvojeno, se sastoji od dviju međusobno odvojenih zona. Prva zona, u području roštilja, služi, kao što je i spomenuto, za otplinjavanje i primarno izgaranje. Druga zona, kojoj se dovodi ostatna količina zraka za izgaranje, koncipirana je kao zona dogorijevanja. Na taj način, obzirom da je konstantno vruća i održavana na određenom temperaturnom nivou, omogućuje dovoljno dugo dogorijevanje i vrijeme zadržavanja. Zbog te konstrukcije, izvedene kao rezultat mnogobrojnih istraživanja, emisije plinova u dimnim plinovima zadovoljavaju ne samo zakonski propisane vrijednosti, već dijelom vrijednosti sežu do nemjerljivih nivoa. Nakon ventilatora dimnih plinova, koji je, kao i ostali ventilatori postrojenja, bez stupanjski upravljani putem frekventnog pretvarača, taj se dio struje dimnih plinova odvaja i kao recirkulacijska struja vraća u ložište. Tom mjerom se omogućuje optimalno sagorijevanje pri eventualnom loženju sa suhim gorivom. Cjelokupna tehnologija, od izuzimanja iz silosa do spajanja na dimnjak se upravlja i regulira sa Kohlbach programabilnom mikroprocesorskom upravljačkom jedinicom. Ista uzima u obzir sve prethodno navedene posebnosti postrojenja, poglavito posebnost dugo gorućeg goriva kao što su drvo i kora. Parametri potrebni za potpuno spomenutog goriva se neprestano mjere, nadziru i reguliraju. Regulacija pokriva i promjenjive stadije opterećenja, te se prilagođava u sitnim stupnjevima, praktično bez stupanjski, sa dovodom goriva i zraka za izgaranje svakoj situaciji. Vizualizacija upravljanja je izvedena preko osobnog računala, koje, opremljeno sa specijalno za taj prikaz razvijenim software-om, nudi ne samo općenito iskoristiv sistem upravljanja kotlovskim postrojenjem, već i regulaciju, vođenje zapisnika i pohranjivanje podataka. [4]

3. Vrsta i količina tvari koje ostaju nakon tehnološkog procesa te emisija u okoliš

U tablici su prikazane vrste i količina tvari koje ostaju nakon tehnološkog procesa te emisija u zrak pri čemu je uzeto 8.280 radnih sati godišnje, očekivani protok dimnih plinova prema planu tehnologije i GVE iz Uredbe o graničnim vrijednostima emisija onečišćujućih tvari u zrak iz stacionarnih izvora. S obzirom da kotlovsko postrojenje Kolbach K12-5140 garantira manje emisije od GVE (granične vrijednosti emisija) u tablici je prikazan a očekivana količina tvari te emisija u okoliš pri čemu je uzeto 8.280 radnih sati godišnje, očekivani protok dimnih plinova prema planu tehnologije (s različitom količinom vlage) i očekivane vrijednosti emisija prema podacima dobivenim od isporučitelja kotlovskog postrojenja. [5]

Tab.2. Procjena vrsta i količina tvari koje ostaju nakon tehnološkog procesa te emisija u zrak pri maksimalnom instaliranom kapacitetu kogeneracije 1 MWel i proizvodnje peleta 6 t/h [2]

| VRSTA TVARI | PROTOK DIMNIH PLINOVA (Nm ³ /h) | BROJ SATI RADA (h/god) | GVE (mg/m ³) | OČEKIVANA EMISIJA (mg/m ³) | DOZVOLJENI TERET (t/god) | OČEKIVANI TERET (t/god) |
|---|---|------------------------|---|--|--------------------------|--|
| Krute čestice | 6,734 4,683 | 8,280 | 150 | <150 | 8,36 5,82 | 8,36 5,82 |
| Oksidi sumpora izraženi kao SO ₂ | | | 2,000 | S obzirom na mali postotak S u šumskoj biomasi očekuje se mala emisija SO ₂ | 111,52 77,56 | S obzirom na mali postotak S u šumskoj biomasi očekuje se mala emisija SO ₂ |
| Ugljikov monoksid | | | 500 | 500 | 27,88 19,39 | 27,88 19,39 |
| Oksidi dušika izraženi kao NO ₂ | | | 300 | <250 | 16,73 11,63 | 13,94 9,69 |
| PLAVA | | | Za protok pri radnim uvjetima: 15.259 m ³ /h pri 160°C i 30% vlage | | | |
| ZELENA | Za protok pri radnim uvjetima: 14.885 m ³ /h pri 160°C i 50% vlage | | | | | |
| STAVKA | KOLIČINA (kg/h) | BROJ SAT RADA (h/god) | TERET (t/god) | | | |
| Prašina iz multiciklona | 12 | 8,280 | 99,36 | | | |
| Pepeo iz kotla | 53 | 8,280 | 438,84 | | | |

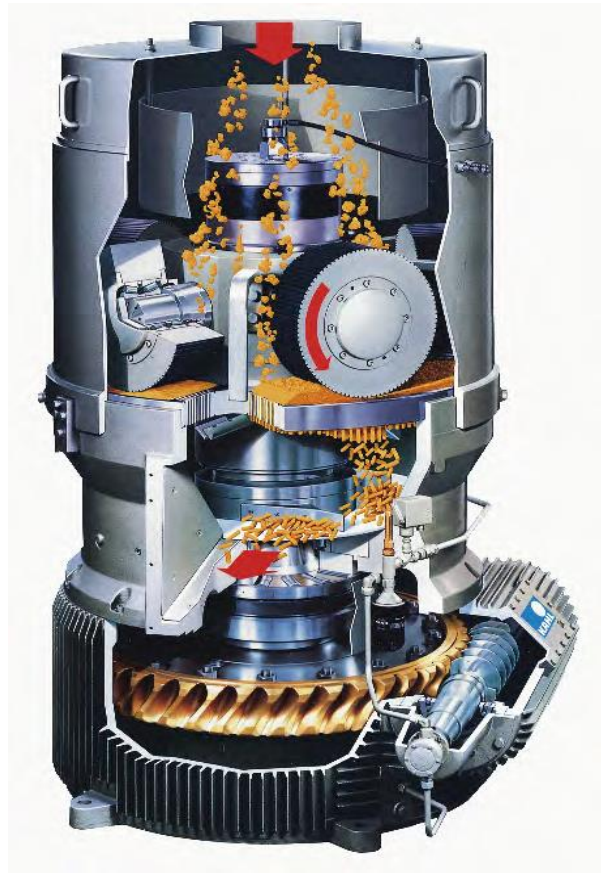
4. Način djelovanja i mjere sigurnosti u radu sa pelet prešom

4.1. Princip rada pelet preše, tip plosnata matrica

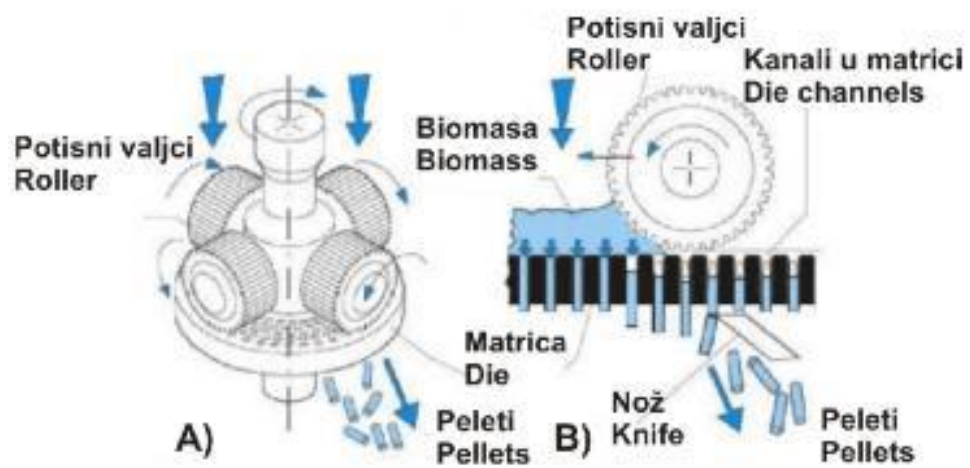
Nakon sušenja, usitnjavanja i ujednačavanja vlage ulazne sirovine, obavlja se proces peletiranja na preši za pelet. Najvažniji radni dio preše je matrica sa potisnim valjcima. Postoje dva tipa matrica: u obliku prstena i plosnate matrice. Te vrste matrica optimirane su za proizvodnju energetskih peleta od drveta. Sirovina ulazi u prostor za prešanje i podjednako mora biti raspoređena po otvorima matrice. Na matrici se stvara tanak sloj od sirovine okretanjem valjaka ili matrice. Kod prekomjernog kotrljanja valjaka stvara se snažan pritisak i dolazi do začepljenja otvora u matrici. Tako iz matrice izlazi beskonačna nit sirovine koja se mora presijecati nožem na željenu duljinu. Noževi mogu biti stacionarni ili pokretni u zavisnosti od toga da li se matrica pokreće ili ne. Te tako nastaje pelet. Kod izvedbe sa ravnom matricom u oba slučaja matrica je postavljena horizontalno.

Važne karakteristične veličine kod proizvodnje peleta su odnos prešanja, broj rupa u matrici i otuda upotreba otvorene unutrašnje površine matrice. Kod odnosa prešanja podrazumijeva se odnos između presjeka izbušene rupe i duljine kanala zaprešanje materijala. On se određuje u zavisnosti od vrste sirovine koja se preša, dabi se u kanalu za prešanje stvorilo odgovarajuće trenje. Kod procesa peletiranja drvene biomase (strugotine ili piljevine) odnosi za prešanje obično se kreću između 1:3 i 1:5. Da bi presjek rupa bio u čvrstoj vezi sa željenim promjerom peleta, može se mijenjati odnos za prešanje samo preko duljine kanala, odnosno debljine matrice. Tako sirovina sa malom snagom vezivanja zahtjeva dulje kanale za prešanje, odnosno sirovina sa velikom snagom za vezivanje zahtjeva kraće kanale. Temperatura sirovine također raste sa povećanjem duljine kanala, a također se povećava i tvrdoća peleta. Uglavnom su matrice izvedene za točno određenu vrstu sirovina i ne mogu se koristiti za drugu vrstu bio materijala. Parametri prešanja za jednu vrstu sirovina su:

- Debljina matrice
- Duljina kanala za prešanje
- Broj otvora, forma otvora, presjek otvora
- Širina puta za kretanje valjaka
- Broj valjaka, presjek, širina i vanjska površina valjka
- Forma valjka za prešanje (cilindrični ili konusni) kod preše sa ravnom matricom [6]



Sl. 4. Presjek pelet preše



Sl. 5. Dijelovi plosnate pelet preše

4.2. Opasnosti i upozorenja kojih se treba pridržavati u radu s pelet prešom

Pelet preša se smije montirati, demontirati, održavati i puštati u pogon samo od kvalificiranog osoblja. Uslijed rada preše moguća je pojava preostalih rizika i postoji niz opasnosti iako je stroj konstruiran i sagrađen prema stanju tehnike i opće priznatim sigurnosno tehničkim pravilima, te se ne mogu u potpunosti isključiti.

Prilikom montiranja i demontiranja preše potrebno ju je isključiti te sve prethodne i u nastavku priključene strojeve. Zatim se mora osigurati od nenamjernog uključivanja samog stroja ili dodatnih naprava kako bi se izbjegli rizici o pojavljivanju ozljeda i nepravilnog rukovođenja strojem.. Da bi se to izbjeglo potrebno je upotrijebiti sklopku na licu mjesta koja se može zaključati sigurnosnom bravicom.

Upotrebene naprave za dizanje i sredstva za razmake moraju biti odmjerena za potrebnu nosivost. Kod skidanja odnosno otvaranja sigurnosnih naprava, poput izlazne kutije stroja, zaštitne naprave na preši, vratima i poklopcima dozvoljeno je samo u stanju mirovanja pogona i osiguranog postrojenja. Prije svakog uključivanja preše provjeriti da li su postavljene zaštitne naprave i da li su u funkciji. Bilo kakva nadogradnja i ugradnja dodatnih zaštitnih naprava dozvoljena je samo uz pismeno odobrenje proizvođača.

Za vrijeme pogona dijelovi preše se mogu jako zagrijati i kod nezaštićenog dodirivanja isto može doći do jakih opekline. To vrijedi prije svega kod popravka koji se provode odmah nakon zaustavljanja stroja.

Kod promjene pogonskog ulja i hidrauličnog ulja mora se obratiti pažnja na to da ulje postiže visoke temperature za vrijeme pogona te je potrebno upotrijebiti zaštitnu odjeću i prikladne prijemne spremnike. [7]

4.2.1. Ostale nedozvoljene radnje uslijed rada s pelet prešom

Ne smije se provoditi rad preše bez redovitih kontrola, jer na taj način se pravilno regulira rad preše i izbjegavaju se kvarovi i produljuje vijek trajanja samog stroja i opreme. Nije dozvoljen rad preše bez dovođenja materijala , osim u slobodnom hodu preše. Višestruko uključivanje i isključivanje preše koja je stala dovodi do potrošnje velike nazivne snage i većg trošenja radnih dijelova stroja.

Puštanje u pogon preše sa promjenom matrice ali bez provjere razmaknutih prstenova u kratko vrijeme će dovesti do preopterećenja preše uslijed prešanja materijala. Ne preporučuje

se u napunjenom stanju prešu zaustavljati na duže vrijeme, obzirom da roba za prešanje stvrdnjava i može blokirati ponovno pokretanje. [7]

4.2.2. Sigurnosne naprave pelet preše

Sigurnosne naprave služe kako bi se pelet preša održavala u sigurnom načinu rada i kako nebi došlo do nenamjernog uključivanja stroja uslijed samog rada s prešom kod popravaka, montiranja tj. demontiranja.

Na slici je prikazana sigurnosna bravica koja se može otvoriti samo sa kodiranim ključem koji se nalazi osiguran na rasklopnom ormariću sa glavnom sklopkom te se može izvaditi samo onda kada je stroj isključen preko glavne sklopke. Bravica se nalazi na poklopcu preše i samim time sprječava nesigurno i nedozvoljeno skidanje poklopca



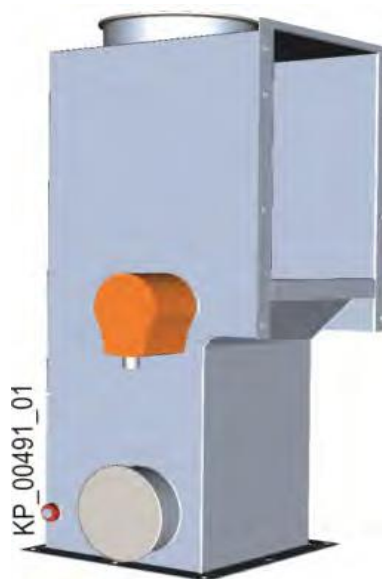
Sl. 6. Sigurnosna bravica

Zaštitni poklopac klinastog remena štiti od zahvata u klinasto remenje koji su u pokretu. Sprječava bilo kakvo upadanje u klinasto remenje što za posljedicu mogu biti teške ozljede. Rešetke odzračivanja na zaštitnom poklopcu klinastog remena se ne smije prekrivati jer dovodom zraka se dodatno hladi motor preše, a uzrok nedovoljnog hlađenja na motor može izazvati posljedice. [7]



Sl. 7. Zaštitna kutija klinastog remena

Izlazna kutija ima istu ulogu kao zaštitna kutija jer štiti od zahvatanja pojedinih dijelova tijelova prešom i mora biti zatvorena uslijed rada.



Sl. 8. Izlazna kutija

4.3. Sprječavanje opasnosti od eksplozije u pogonu s pelet prešom

Podudaranje nezgodnih uvjeta može u pogonskom području ovog stroja dovesti do eksplozije. Za sprječavanje opasnosti od eksplozije poduzete su sljedeće mjere kako bi se smanjila opasnost od takvog pojavljivanja nesreće:

- Sprječavanje eksplozivne atmosfere uslijed prašine dobrim prozračivanjem radnog prostora te instaliranim usisavanjem prašine
- Nedoizvoljeno pušenje u pogonu i sprječavanje izvora paljenja na i oko stroja sa ispravnim korištenjem i održavanjem stroja
- U cijelom pogonu je instaliran sustav za gašenje iskre te vatrodjova [7]



Sl. 9. Centrala za dojavu iskre, model BM6

4.4. Opasnost od električnog napona u pogonu s pelet prešom

Kod smetnji u opskrbi sa električnom energijom mora se postrojenje odmah isključiti. Smiju se upotrebljavati samo originalni osigurači sa propisanom jakosti struje te se radovi popravka i održavanja moraju uvijek provoditi u stanju mirovanja stroja. Cjelokupno električno postrojenje se mora skinuti s napona i osigurati od ne namjernog ponovnog uključivanja. Električna oprema stroja se mora redovito provjeravati. Nedostaci poput labavih spojeva odnosno pregoreni kablovi moraju se smjesta otkloniti. Dijelovi postrojenja, na kojima se provode inspekcijski radovi, radovi održavanja i popravci, moraju se ako je propisano skinuti s napona. Nakon odgovarajuće elektro montaže ili puštanja u pogon moraju se testirati sve namještene zaštitne mjere (npr. otpor uzemljenja).

Sve instalacije električnog napona su provedene u ormare u elektro sobi. [7]

4.5. Mjere i oprez pri radu s hidrauličnim napravama pelet preše

Radovi na hidrauličnim napravama smije provesti samo kvalificirano osoblje. Smije se upotrebljavati samo za odgovarajući tlak dopušteni opskrbni vodovi, spremnici, cilindri. Popravke i radove održavanja smiju se provoditi samo u bestlačnom stanju hidraulike. Na elementima upravljanja i reguliranja smije se raditi samo bez napona. Pričvrtni vijci se moraju ravnomjerno zategnuti sa propisanim zateznim momentom. Svi vodovi i zabrtvljenost se moraju provesti barem jednom po radnom danu na propusnost i vanjsko vidljiva oštećenja, a sama oštećenja se moraju smjesta otkloniti. Kod radova na dijelovima koji sadrže ulje, mora se obratiti pažnja na to da ulje ne iscuri na pod te kod promjene pogonskog ulja i hidrauličnog ulja mora se obratiti pažnja na korištenje osobne zaštitne opreme s obzirom da ulje postiže visoke temperature za vrijeme pogona. [7]

4.6. Opasnosti kod korištenja naprava za dizanje tereta pelet preše

Kod samog montiranja, demontiranja i popravaka uslijed zastoja pelet preše dolazi do transporta tereta dijelova peletirke s napravom za dizanje kojima neki dijelovi stroja teže i više od dvije tone. Tu se radi o najopasnijem poduzimanju radnji, zato je velika pažnja posvećena pri izvođenju takvih radnji.

Upotrijebljene naprave dizanja i zaprimanja tereta (u ovom slučaju lančani prijenos) moraju kod primjene prema odredbama biti izmjereni za nastupajuće korištenje te moraju biti odmjerena za potrebnu nosivost. Radovi sa napravama za dizanje nije dozvoljeno nedopuštenom osoblju i sama naprava za dizanje i zaprimanje tereta mora se primjenjivati tako da ne dovodi druge osobe u opasnost. Za osobe koje upravljaju napravom za dizanje postoji opasnost od pucanja graničnika kao i za osobe koje se zadržavaju u području transportnog puta.


Ispod njišućih tereta ni slučajno se ne smiju zadržavati nikakve osobe te se mora postupati kod transporta sa velikim obzirom i biti svjesni sigurnosti da bi se spriječila opasnost za ljude i stroj.

Naprave za dizanje i zaprimanje tereta nakon puštanja u pogon u redovitim razmacima od najmanje godinu dana se provjeravaju od stručnih i kvalificiranih osoba. [7]

4.7. Postavljene upute i upozorenja za rukovođenje i siguran rad s pelet prešom

Kako bi se izbjegle ozljede i nepravilno rukovođenje s pelet prešom, rukovodiocu je radi učestale nepažnje usmjeren vid na siguran rad sa strojem tako što su postavljene upute i upozorenja od mogućih ozljeda na radu koje mogu u konačnici rezultirati i smrtnu ozljedu. Na (sl. 10.), radnika se upozorava na opasnost od zahvatanja dijelova tijela uslijed rada na stroju. Radnik prije izvođenja radova na stroju mora se pridržavati sigurnih koraka kako bi sebe i okruženje učinio sigurnim.




| | |
|--|--|
|  <p>OPASNOST!</p> | <p>Opasnost od ozljeda! Dijelove stroja dirati nakon što je stroj zaustavljene</p> <p>Prije izvođenja radova na stroju:</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Isključiti i zaključati glavni prekidač➤ Pričekati dok se stroj skroz ne zaustavi |
|--|--|

Sl. 10. Opasnost od zahvatanja dijelova tijela uslijed rada stroja

Na (sl. 11.) se radnika upozorava na moguće opekline od vrućih para koje se skupljaju u kućištu radi povećane temperatura dijelova stroja. Poklopac se ne smije otvarati prije nego se stroj ohladi, te je potrebno u blizini samog stroja radove izvoditi pod zaštitnom opremom. Gledajući na sigurne upute situacije u praksi se ne mogu odvijati idealno jer na samom poklopcu više puta se uzimaju uzorci materijala i ubacuje po potrebi radi otežanog rada samog stroja masni materijal (podmazan uljem).




| | |
|--|---|
|  UPOZORENJE! | <p>Ozljeda od opekotine! Vruća para vas može opeći prilikom otvaranja poklopca</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Pričekati da se stroj ohladi ➤ Odjenuti osobnu zaštitnu opremu |
|--|---|

Sl. 11. Upozorenje na opekline od vrućih para

Na (sl. 12.) prikazano je upozorenje na opekline od zagrijanih dijelova stroja, koji se tijekom rada zagrijavaju na visoke temperature. Nije poželjno dirati dijelove stroja dok se ne ohladi na razinu temperature uslijed koje je moguće obaviti radove, a da radniku ne prijete opasnost od opekline. U praksi tijekom montiranja dijelova stroja radnik zbog svoje nepažnje i ne korištenja u većini slučajeva zaštitne opreme nalazi u situaciji ugrozi sebe time što zadobije blage i srednje opekline najviše na rukama.



| | |
|--|--|
|  OPREZ! | <p>Opasnost od vrućih dijelova stroja Dijelovi stroja se zagrijavaju prilikom rada</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Ne dirati dijelove stroja <p>Za izvođenje svih radova na stroju</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Pričekati da se stroj ohladi ➤ Odjenuti osobnu zaštitnu opremu |
|--|--|

Sl. 12. Upozorenje na opekotine od zagrijanih dijelova stroja

5. Eksperimentalni dio

U eksperimentalnom dijelu rada su rezultati mjerenja razine mikroklimatskih uvjeta (temperatura, relativna vlažnost, brzina strujanja zraka), buke i osvjetljenosti u pogonu proizvodnje električne energije i u pogonu za proizvodnju peleta. Mikroklimatski uvjeti, buka i osvjetljenost radnih mjesta u pogonu za proizvodnju peleta obavljani su u prostoru mokrog mlina, u prostoru sušare, u prostoru suhog mlina, u prostoru pogona prešanja i pakiranja, u kontrolnoj sobi i u elektro sobi. Za pogon proizvodnje električne energije ispitivanja su obavljena u prostoru generatora (prizemlje), u prostoru generatora (podrum), u prostoru kotlovnice (prizemlje), u kontrolnoj sobi (kat) i u elektro sobi (kat). Tu su još prikazana ispitivanja o mjerenju buke okoliša koju stvara cijelo postrojenje za proizvodnju peleta za uvjete dana-večeri i noći i ispitivanja kod strojeva ili uređaja s povećanim opasnostima u pogonu za proizvodnju električne energije.

5.1. Mjerna mjesta postrojenja za proizvodnju peleta i mjerni uređaji

Mjerna mjesta postrojenja za proizvodnju peleta : mj. mjesto 1 i mj. mjesto 2 nalaze na istočnom rubu parcele, dok se mj. mjesto 3 i mj. mjesto 4 nalaze na zapadnom rubu parcele

Datum i vrijeme mjerenja: 5.6.2015. od 18:00 do 20:00 sati i

6.6.2015. od 00:10 do 2:00 sati (za uvjete noći)

Klimatski uvjeti: termin 1: temp $t_{v1} = 20^{\circ}\text{C}$, vlažnost 57%, brzina vjetra $w_1 = 0,8\text{m/s}$,
atmosferski tlak $p_1 = 1021\text{ hPa}$

termn 2: temp $t_{v2} = 14^{\circ}\text{C}$, vlažnost 61%, brzina vjetra $w_2 = 7,0\text{ m/s}$,
atmosferski tlak $p_2 = 1022\text{ hPa}$

Primijenjene norme: HRN ISO 1996-1:2004 i HRN ISO 1996-2:2008

Primijenjeni zakoni i propisi:

- Zakon o zaštiti od buke [NN, br. 30/09]
- Zakon o izmjenama i dopunama zakona o zaštiti od buke [NN br. 55/13, 153/13]
- Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave [NN br. 145/04]

- Pravilnik o djelatnostima za koje je potrebno utvrditi provedbu mjera za zaštitu od buke (NN br. 91/07)

Mjerni uređaji:

- Zvukomjer Bruel&Kjaer, tip 2260, ser. br. 2305194
- Mikrofonski uložak, Bruel&Kjaer, tip 4189, ser. br. 2294273
- Zvučni umjerivač Bruel&Kjaer, tip 4231, ser. br. 2466297

Mjerna oprema ima važeće umjernice ovlaštenog laboratorija.

Neposredno prije i poslije mjerenja zvukomjer je umjeren zvučnim umjerivačem, a dobiveni rezultati zabilježeni su u terenski zapis

5.2. Uvjeti rada i ispitivanja radnog okoliša u pogonu za proizvodnju peleta

U pogonu za proizvodnju peleta, ispitivanje je obavljeno na temelju članka 82. [8] Zakona o zaštiti na radu (NN, br. 71/14., 154/14.) „ Poslove zaštite na radu kod poslodavca mogu obavljati ovlaštene osobe. Osoba ovlaštena za obavljanje poslova zaštite na radu obvezna je poslove zaštite na radu obavljati u skladu s odredbama ovoga Zakona i drugih propisa zaštite na radu. Osoba može biti ovlaštena za izradu procjene rizika, osposobljavanje za rad na siguran način, ispitivanje sredstava rada, ispitivanja u radnom okolišu te obavljanje poslova zaštite na radu u skladu sa stavkom 7. ovoga članka. Ovlaštenje iz stavka 3. ovoga članka može se dati za obavljanje pojedinog ili više poslova zaštite na radu. Ovlaštena osoba izdaje isprave o provedenim ispitivanjima radne opreme, odnosno radnog okoliša.“ i u skladu s [9] Pravilnikom o ispitivanju radnog okoliša te strojeva i uređaja s povećanim opasnostima (NN, br. 114/02., 131/02. I 126/03.) „Ovim Pravilnikom utvrđuju se kadrovski i tehnički uvjeti koje mora ispunjavati poslodavac odnosno ovlaštena ustanova ili trgovačko društvo za obavljanje ispitivanja u radnom okolišu te ispitivanja strojeva i uređaja s povećanim opasnostima, postupak dobivanja i prestanka ovlaštenja za obavljanje ispitivanja kada ta ispitivanja obavlja sam poslodavac, te sadržaje i oblik isprava i način njihova izdavanja kada ispitivanja obavljaju sam poslodavac ili ovlaštena ustanova odnosno trgovačko društvo.“ I [10] Pravilnikom o zaštiti na radu za mjesta rada (NN 29/13) „Ako radni proces to dopušta, u radnim prostorijama se zavisno od vrste radova u hladnom (zimskom) razdoblju moraju osigurati sljedeći mikroklimatski uvjeti, rad bez fizičkog naprezanja 20 – 25°C, laki fizički rad 16 – 22 °C, teški fizički rad 10 – 19 °C. Pri korištenju uređaja za klimatizaciju preporuča

se relativna vlažnost od 40 do 60%. Ako se u toplom (ljetnom) razdoblju koriste uređaji za klimatizaciju, razlika između vanjske i unutarnje temperature, u pravilu, ne bi trebala biti veća od 7 °C. Brzina strujanja zraka na mjestima rada u zatvorenom prostoru ovisi o vrsti rada i tehnološkom procesu, a ne smije biti veća od 0,5 m/s ako je temperatura vanjskog zraka do 10°C, 0,6 m/s ako je temperatura vanjskog zraka od 10 °C do 27 °C odnosno 0,8 m/s ako je temperatura vanjskog zraka preko 27 °C.“ te važećim standardima i normama. [11]

Ispitivani radni prostori nalaze se u prizemlju i katu građevine za proizvodnju drvenog peleta. Biomasa se melje u mokrom mlinu, usitnjava i putem elevatora i transporterata vodi u sušač u kojem vrući zrak suši sirovinu. Nakon sušenja, sirovina se odvodi u suhi mlin na još jedno usitnjavanje i zatim uz kontrolirano ovlaživanje prema prešama visokog tlaka koje proizvode gotove pelete. Nakon hlađenja i završne obrade, peleti se pakiraju na liniji pakiranja. Iz upravljačke sobe smještene u zgradi postrojenja omogućen je nadzor nad svim parametrima procesa. Prostor je vlastitim tehnološkim procesom grijan sa peći na kruto gorivo dok su prostori nadzornih prostorija klimatizirani te bi trebali omogućiti postizanje optimalnih mikroklimatskih uvjeta. Prostori imaju izvedene prozore i staklene stijene te umjetnu rasvjetu izvedenu električnim neonskim lampama.

Prilikom obavljanja ispitivanja vanjska temperatura zraka je bila $t = 14,5^{\circ}\text{C}$, relativna vlažnost zraka $RV = 84,5\%$ i brzina strujanja zraka $v = 0\text{ m/s}$. Na uvid je stavljena tehnička dokumentacija postrojenja te su ispitivanja obavljena kod radnih mjesta, a rezultati su dani u tablicama koji predstavljaju tri pojedinačna mjerenja kod navedenog radnog mjesta. [11]

5.2.1. Mikroklima u pogonu za peletiranje

Za mikroklimu rezultati ispitivanja obavljani su usporedbom sa zahtjevima [12] Pravilnika o zaštiti na radu za mjesta rada (NN 29/13) „Ako radni proces to dopušta, u radnim prostorijama se zavisno od vrste radova u hladnom (zimskom) razdoblju moraju osigurati sljedeći mikroklimatski uvjeti, rad bez fizičkog naprezanja 20 – 25°C, laki fizički rad 16 – 22 °C, teški fizički rad 10 – 19 °C. Pri korištenju uređaja za klimatizaciju preporuča se relativna vlažnost od 40 do 60%. Ako se u toplom (ljetnom) razdoblju koriste uređaji za klimatizaciju, razlika između vanjske i unutarnje temperature, u pravilu, ne bi trebala biti veća od 7 °C. Brzina strujanja zraka na mjestima rada u zatvorenom prostoru ovisi o vrsti rada i tehnološkom procesu, a ne smije biti veća od 0,5 m/s ako je temperatura vanjskog zraka do

10°C, 0,6 m/s ako je temperatura vanjskog zraka od 10 °C do 27 °C odnosno 0,8 m/s ako je temperatura vanjskom zraka preko 27 °C.“. Za ispitivanje mikroklimatskih parametara korišten je digitalni instrument za mjerenje mikroklimе, proizvođača TESTO AG, model: TESTO 435-4, tip 0560 4354, ser. br. 01732941/909. Mjerenje je obavljeno pri uobičajenim radnim uvjetima na 1.2 m od poda prostorije. Ispitivanje je obavljeno pri radu sustava lokalne i opće ventilacije [13]

5.2.2. Osvjetljenosti u pogonu za peletiranje

Ocjena rezultata obavljena je na osnovu standarda zahtjeva prema [HRN EN 12464-1:2008], Svijetlo i rasvjeta – Rasvjeta radnih mjesta – 1. Dio: Unutrašnji radni prostori, te [HRN ISO/CIE 8995:2003], i [ISO/CIE 8995:2006]. Rasvijetljenost prostora električnom rasvjetom je ispitana Lux-metrom s direktnim očitavanjem i korekcijom, proizvođača “KIMO“ , tip LX 100, tv. br. 1402/187, na visini od 0,85m od poda. Za osvjetljenje prostora koriste se rasvjetna tijela s fluo cijevima [13]

5.2.3. Buka u pogonu za peletiranje

Ocjena rezultata ispitivanja obavljena je usporedbom sa zahtjevima [14] Pravilnika o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu (NN 46/08) „Ovim se pravilnikom utvrđuju minimalni zahtjevi zaštite radnika od rizika po njihovo zdravlje i sigurnost koji proizlaze ili mogu proizaći od izloženosti buci, a posebno rizika po sluh. Zahtjevi iz ovog pravilnika primjenjuju se na djelatnosti u kojima radnici zbog svoga rada su ili mogu biti izloženi rizicima uzrokovanim bukom.“ te normama [ISO 1999:1990], i [HRN ISO 9612:2010]. Razina buke je izmjerena zvukomjerom proizvođača Bruel&Kjaer, tip 220, ser. br. 2305194, sa umjerivačem Bruel&Kjaer, tip 4231, ser. br. 2466297. Mjerenja su obavljena u visini slušnih organa zaposlenika.

5.3. Uvjeti rada i ispitivanja radnog okoliša u pogonu za proizvodnju električne energije

U pogonu za proizvodnju električne energije, ispitivanje je obavljeno na temelju članka 53. [15] Zakona o zaštiti na radu (NN, br. 59/96, 94/96, 114/03, 100/04., 86/08., 116/08., 75/09 i 143/12.) „Inspektor rada ovlašten je narediti ispitivanje pojedinih instalacija u građevinama namijenjenim za rad kada opravdano pretpostavi da je ispitivanje potrebno u svrhu zaštite radnika. Inspektor rada ovlašten je narediti da se obavi ispitivanje radnog okoliša i strojeva i uređaja s povećanim opasnostima i izvan utvrđenih rokova ako opravdano pretpostavi da je ispitivanje potrebno u svrhu sigurnosti i zaštite zdravlja radnika, posebno u slučaju pojave profesionalne bolesti.“ i članka 17. [16] Pravilnika o ispitivanju radnog okoliša te strojeva i uređaja s povećanim opasnostima (NN br. 114/02, 131/02 i 126/03) „Ako radni okoliš odnosno stroj ili uređaj s povećanim opasnostima ispunjava sve uvjete pravila zaštite na radu o tome se izdaje uvjerenje. Kod ispitivanja u radnom okolišu uvjerenje može izdati ovlašteni poslodavac odnosno ustanova ili trgovačko društvo ako je na temelju rezultata ispitivanja i zaključka u zapisniku utvrđeno da rezultati ispitivanja zadovoljavaju svim propisanim uvjetima.“ i [17] Pravilnikom o zaštiti na radu za mjesta rada (NN 29/13) „Na mjestima rada u zatvorenom prostoru moraju se ovisno o prirodi posla osigurati povoljni uvjeti rada, odgovarajući za ljude u pogledu temperature, vlažnosti i brzine strujanja zraka, uzimajući u obzir radne postupke i fizičke zahtjeve koji se postavljaju radnicima.“ te važećim standardima i normama.

Ispitivani radni prostori nalaze se u prizemlju i katu građevine kogeneracijskog postrojenja. Prostor je vlastitim tehnološkim procesom grijan sa peći na kruto gorivo te omogućava postizanje optimalnih mikroklimatskih uvjeta te prostori imaju izvedene prozore i staklene stijene te umjetnu rasvjetu izvedenu električnim neonskim lampama.

Prilikom obavljanja ispitivanja vanjska temperatura zraka je bila $t = 1,5^{\circ}\text{C}$, relativna vlažnost zraka $RV = 64,5\%$ i brzina strujanja zraka $v = 0\text{m/s}$ te je prilikom ispitivanja stavljena na uvid tehnička dokumentacija postrojenja. Iskazani rezultati su dani u tablicama koji predstavljaju srednju vrijednost tri pojedinačna mjerenja kod navedenog radnog mjesta. [18]

5.3.1. Mikroklima u pogonu za proizvodnju električne energije

Ocjena rezultata ispitivanja obavljena je usporedbom sa zahtjevima [19] Pravilnika o zaštiti na radu za mjesta rada (NN 29/13) „Na mjestima rada u zatvorenom prostoru moraju se ovisno o prirodi posla osigurati povoljni uvjeti rada, odgovarajući za ljude u pogledu temperature, vlažnosti i brzine strujanja zraka, uzimajući u obzir radne postupke i fizičke zahtjeve koji se postavljaju radnicima.“.

Za ispitivanje mikroklimatskih parametara korišteni su digitalni termometar, higro metar i anemometar sa žarnom niti KIMO, tip AMI 300 tv.br. 12063528/12047813 (umjernica br. 1200307). Mjerenje je obavljeno pri uobičajenim radnim uvjetima na 1,2 m od poda prostorije.

5.3.2. Osvjetljenost u pogonu za proizvodnju električne energije

Rezultati ispitivanja obavljeni su na osnovu standarda zahtjeva prema [HRN EN 12464-1:2008], Svjetlo i rasvjeta – Rasvjeta radnih mjesta – 1. Dio: Unutrašnji radni prostori, te [HRN ISO/CIE 8995:2003], i [ISO/CIE 8995:2006]. Osvjetljenost radnih mjesta električnom rasvjetom ispitana je mjernim uređajem GOSSEN MAVOLUX 5032 C tip: 5032C; tv. br. M491 6/3C 91652.

5.3.3. Buka u pogonu za proizvodnju električne energije

Izmjereni rezultati ispitivanja obavljeni su usporedbom sa zahtjevima [20] Pravilnika o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu (NN 46/08.) „Ovim se pravilnikom utvrđuju minimalni zahtjevi zaštite radnika od rizika po njihovo zdravlje i sigurnost koji proizlaze ili mogu proizaći od izloženosti buci, a posebno rizika po sluh. Zahtjevi iz ovog pravilnika primjenjuju se na djelatnosti u kojima radnici zbog svoga rada su ili mogu biti izloženi rizicima uzrokovanim bukom.“ te normama [ISO 1999:1990], i [HRN ISO 9612:2010]. Razina buke je izmjerena zvukomjerom Bruel&Kjaer, tip: 220, tv. br. 2305194, sa umjerivačem Bruel&Kjaer, tip: 4231, tv. br. 2466297 (Umjernica br. 135/12). [10]

5.4. Uvjeti rada i ispitivanje buke okoliša u uvjetima dana-večeri i noći postrojenja za proizvodnju peleta

Izmjerena je buka s ciljem određivanja razine buke što stvara postrojenje za proizvodnju peleta tvrtke Pelet Grupa d.o.o. pri normalnom režimu rada postrojenja. Analizirala se buka koju stvara isključivo samo postrojenje za proizvodnju peleta tvrtke Pelet Grupa d.o.o., Novska u uvjetima dana/večeri i noći, na granici parcele i na granici gospodarske zone u smjeru stambenih objekata koji se nalaze istočno i zapadno od analiziranog proizvodnog pogona. Bilo je potrebno utvrditi da li razina buke koju generira rad proizvodnog pogona za proizvodnju peleta uzrokuje povećanje razine buke na vanjskom prostoru u susjednom okolišu, na granici parcele i na granici zone u uvjetima dana-večeri i noći prema odredbama [21] Pravilnika o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave (NN br. 145/04). „Za područja u kojima je postojeća razina rezidualne buke jednaka ili viša od dopuštene razine prema Tablici 3. iz članka 5. ovoga Pravilnika, imisija buke koja bi nastala od novoprojektiranih, izgrađenih ili rekonstruiranih odnosno adaptiranih građevina sa pripadnim izvorima buke ne smije prelaziti dopuštene razine iz Tablice 3. članka 5. ovoga Pravilnika, umanjene za 5 dB(A). Za područja u kojima je postojeća razina rezidualne buke niža od dopuštene razine prema Tablici 3. članka 5. ovoga Pravilnika, imisija buke koja bi nastala od novoprojektiranih izgrađenih, rekonstruiranih ili adaptiranih građevina sa pripadnim izvorima buke ne smije povećati postojeće razine buke za više od 1 dB(A).“

Tab. 3. Najviše dopuštene razine buke imisije u otvorenom prostoru [11]

| Zona buke | Namjena prostora | Najviše dopuštene ocjenske razine buke imisije u dB(A) | |
|-----------|--|--|-----|
| | | Za dan | noć |
| 3. | Zona mješovite, pretežito stambene namjene | 55 | 45 |
| 5. | Zona gospodarske namjene (proizvodnja, industrija, skladišta, servisi) | Na granici građevne čestice unutar zone buka ne smije prelaziti 80 dB(A) Na granici ove zone buka ne smije prleziti dopuštene razine zone s kojom graniči | |

Vrijednosti navedene u tablici odnose se na ukupnu razinu buke od svih postojećih i planiranih izora buke zajedno. Zone iz tablice ovoga Pravilnika određuju se na temelju dokumenata prostornog uređenja.

5.5. Uvjeti rada i ispitivanja kod strojeva ili uređaja s povećanim opasnostima u pogonu za proizvodnju električne energije

Pregled i ispitivanje su obavljani u skladu s odredbama Pravilnika, [22] Pravilnika o ispitivanju radnog okoliša te strojeva i uređaja s povećanom opasnošću [NN br. 114/02, 231/02 i 126/03] „Ako radni okoliš odnosno stroj ili uređaj s povećanim opasnostima ispunjava sve uvjete pravila zaštite na radu o tome se izdaje uvjerenje. Kod ispitivanja u radnom okolišu uvjerenje može izdati ovlašten poslodavac odnosno ustanova ili trgovačko društvo ako je na temelju rezultata ispitivanja i zaključka u zapisniku utvrđeno da rezultati ispitivanja zadovoljavaju svim propisanim uvjetima.“ [23] Zakona o zaštiti na radu [NN 59/96., 94/96., 114/03., 100/04., 86/08., 116/08., 75/09 i 143/12] „Inspektor rada ovlašten je narediti ispitivanje pojedinih instalacija u građevinama namijenjenim za rad kada opravdano pretpostavi da je ispitivanje potrebno u svrhu zaštite radnika. Inspektor rada ovlašten je narediti da se obavi ispitivanje radnog okoliša i strojeva i uređaja s povećanim opasnostima i izvan utvrđenih rokova ako opravdano pretpostavi da je ispitivanje potrebno u svrhu sigurnosti i zaštite zdravlja radnika, posebno u slučaju pojave profesionalne bolesti.“ Te [24] Zakona o zaštiti od požara RH [NN 92/10] „Odredbe ovoga Zakona odgovarajuće se primjenjuju i na tehnološke eksplozije koje nastaju kao posljedica uporabe zapaljivih tekućina i plinova te ostalih gorivih tvari koje sa zrakom mogu stvoriti eksplozivnu atmosferu, ako posebnim propisom nije drukčije određeno. Ovim se Zakonom uređuje zaštite od požara podrazumijeva planiranje zaštite od požara, propisivanje mjera zaštite od požara građevina, ustrojavanje subjekata zaštite od požara, provođenje mjera zaštite od požara, financiranje zaštite od požara te osposobljavanje i ovlašćivanje za obavljanje poslova zaštite od požara, s ciljem zaštite života, zdravlja i sigurnosti ljudi i životinja te sigurnosti materijalnih dobara, okoliša i prirode od požara, uz društveno i gospodarski prihvatljiv požarni rizik.“

Ispitivanje je obavljeno u stanju mirovanja, stavljanjem u pogon, bez opterećenja i pod opterećenjem. Kotlovnica sa proizvodnjom el. Energije i topline je ložena drvenom biomasom na stepenastom roštilju, funkcionalna je cijelina dijelova što ih čini:

kotao, hidraulika sistema doziranja, pogon hidraul. sustava doziranja i rešetke, dozator za loženje kotla, ventilatori za doziranje zraka, izmjenjivač topline, spremnik primarnog termoulja, izmjenjivač turbinskog ulja, turbogenerator, generator el. struje, pumpa silik. ulja, regen. kondenz. silikonskog ulja, cirkul. VT pumpe, cirkul. NT pumpe, cirkul. pumpe za prisilno hlađenje. [25]

5.5.1. Djelovanje uređaja u pogonu za proizvodnju električne energije

Biomasa izgara u ložištu kotla i grije termoulje. Zagrijano termoulje koristi se kao medij za prijenos topline (temp. od 250-300°C) na sekundarni krug ORC modula za proizvodnju el. struje. ORC turbina u Rankine-ovom ciklusu sa silikonskim uljem kao medijem pretvara toplinsku u mehaničku energiju putem turbine i proizvodnju električne energije asihronim generatorom. Toplina kondenziranog ulja koristi se za grijanje tople vode u režimu od 80°C koja se opet koristi za tehnološke potrebe za proizvodnju drvenog peleta za sušenje usitnjenog drva na trakastoj sušari.

Cjelokupna tehnologija od izuzimanja iz silosa do ispuštanja na dimnjak upravljana je i regulirana Kohlbach programabilnom mikroprocesorskom upravljačkom jedinicom.

Parametri potrebni za potpuno sagorijevanje goriva neprestano se mjere nadziru i reguliraju. Regulacija pokriva i promjenjive stupnjeve opterećenja, te se prilagođava dovodom odgovarajuće količine goriva i zraka za izgaranje.

U kanalu za doziranje biomase u peć ugrađena je sigurnosna komora za sprječavanje povrata plamena u prostor iz kojeg se dozira biomasa. Za slučaj prevelikog porasta temperature i opasnosti od zapaljenja biomase u dozatoru izveden je sustav koji u slučaju detekcije povećane temperature putem pet mlaznica namače biomasu i tako sprječava prenošenje požara u kanal za doziranje o čemu postoji poseban zapisnik o funkcionalnom ispitivanju.

Upute i funkcionalne sheme postavljene su na zidu objekta, u komandnoj sobi i na upravljačkom računalu, ventilacija kotlovnice riješena je kao prirodna. Produkti sagorijevanja odvođeni se u vanjsku atmosferu kroz vertikalni dimnjak izrađen od vatrootpornog materijala. Predočen je pozitivan izvještaj ovl. dimnjačarskog obrta. Tipkala za isključivanje postrojenja iz rada (shut down proces) nalaze se na prikladnim mjestima poslužitelja. [25]

5.5.2. Zaštita od direktnog dodira dijelova pod naponom

- Glavni električni priključni vod: neoštećen i direktno priključen na pripadajućoj razdjelnici
- Razdjelnica: ispravna
- Sklopke: ispravne
- Osigurači: ispravni

Onemogućen je dodir dijelova pod naponom – svi spojevi u kućištu. Električni vodovi su neoštećeni i pravilno uvedeni u električne uređaje. Metalni dijelovi koji u pogonu nisu pod naponom, a u slučaju kvara mogu doći pod napon, galvanski su povezani na sustav zaštite.[25]

5.5.3. Zaštita od indirektnog dodira dijelova pod naponom

Pregledom električne instalacije utvrđeno je da je:

- provedena zaštita sistemom TN-S+ZUDES 40/0,3 A
- pogonski napon 400/230 V – 50 H
- da su metalni dijelovi stroja – uređaja, koji u normalnom pogonu nisu pod naponom, galvanski spojeni sa zaštitnim vodom. [23]

5.5.4. Ispitivanje izjednačavanja potencijala i neprekinutosti glavnog i dodatnih zaštitnih vodiča

U cilju sprječavanja pojave razlika potencijala na vodljivim dijelovima u ispitivanom prostoru izvedena je zaštita povezivanjem svih metalnih masa na građevini međusobno i na zaštitno uzemljenje. U cijeloj instalaciji položen je poseban vodič spojen je na zaštitnu sabirnicu te sabirnicu za izjednačavanje potencijala koja je spojena na temeljni uzemljivač.

Glavno izjednačavanje potencijala izvedeno je na sabirnici za izjednačavanje potencijala instaliranoj u GRO (elektro sobi).

Sve metalne mase (hidrantski ormari, metalna vrata, ograda međusobno su galvanski vezane P/F vodičima. Dodatno izjednačavanje potencijala izvedeno je u sanitarijama u kutijama za i.p. P/F vodičima (vertikale vodovodne instalacije).

Kontrola izjednačavanja potencijala izvršena je mjerenjem otpora U-I metodom te strujom većom od 0,2 A i utvrđena je pouzdanost galvanskog spoja sa zaštitnim kontaktima i sabirnicama zaštitnog vodiča, odnosno neprekinutosti zaštitnih vodiča. [25]

6. Rezultati i rasprava

Izmjerene su razine koje će se prikazati za uvjete mikroklimе, razine osvjetljenosti i buke i buke u uvjetima dana-večeri i noći u radnim uvjetima za vrijeme rada na svim radnim mjestima. Dobiveni rezultati obavljenh ispitivanja i mjerenja su prosjek tri uzastopna mjerenja na istom mjernom mjestu u cilju dobivanja što vjerodostojnijeg rezultata dani su tablicama.

6.1. Rezultati mjerenja za uvjete mikroklimе, razine osvjetljenosti i buke na radnim mjestima u pogonu za proizvodnju peleta

Tab. 4. Rezultati mjerenja za uvjete mikroklimе (temperature zraka, relativne vlažnosti zraka, strujanja zraka obavljeno je na visini cca 1,2m od nivoa poda) [11]

| Red. br | Oznaka Mjesta ispitivanja/ Mjerno mjesto i vrsta rada | Temperatura Zraka T°C | Relativna vlažnost zraka RV % | Brzina strujanja zraka | Temperatura zračenja Tg °C | Efektivna Temepratura zraka ET °C | Korigirana efektivna tenperatura KET °C |
|---------|---|-----------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|-----------------------------------|---|
| | Vanjski uvjeti | 14,5 | 84,5 | | | | |
| 1. | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8. |
| | Pogon proizvodnje peleta, Novska | | | | | | |
| | MOKRI MLIN | | | | | | |
| 1. | Mokri mlin prizemlje | 16,5 | 72,4 | 0,26 | | | |
| 2. | Mokri mlin kat | 16,0 | 76,3 | 0,26 | | | |
| | SUŠARA | | | | | | |
| 3. | Sušara zapad | 17,3 | 75,0 | 0,29 | | | |
| 4. | Sušara jug | 18,9 | 74,2 | 0,20 | | | |
| 5. | Sušara sjever | 18,6 | 72,3 | 2,17 | | | |
| 6. | Sušara istok | 18,6 | 72,2 | 0,16 | | | |
| | SUHI MLIN | | | | | | |
| 7. | Suhi mlin prizemlje | 16,2 | 71,2 | 0,17 | | | |
| 8. | Suhi mlin kat | 16,2 | 71,2 | 0,17 | | | |
| | POGON PREŠANJA I PAKIRANJA | | | | | | |
| 9. | Kod mješača | 17,2 | 70,3 | 0,09 | | | |
| 10. | Podest preše | 18,4 | 71,5 | 0,14 | | | |
| 11. | Kod sita | 18,7 | 70,3 | 0,19 | | | |
| 12. | Linija za pakiranje | 16,4 | 71,5 | 0,17 | | | |
| | PRIZEMLJE | | | | | | |
| 13. | Kontrolna soba | 20,2 | 60,8 | 0,17 | | | |
| 14. | Elektro soba | 20,2 | 60,4 | 0,17 | | | |

Rezultati mjerenja za uvjete rada u pogledu mikroklimе (temperature zraka, relativne vlažnosti zraka i brzine strujanja obavljena je na osnovi usporedbe dobivenih rezultata ispitivanja i propisanih zahtjeva. Kod viših vanjskih temperatura može temperatura prostora biti i viša, ali ne smije preći 26°C. Brzina kretanja zraka u prostoriji ne treba biti veća od 0,1 m/s ili 0,15m/s, kod temperature prostorije od 21°C do 22°C. Relativna vlažnost zraka se treba kretati u granicama od 30% do 65%. Preporuča se relativna vlažnost zraka od cca. 50% kod koje se također sprječava elektrostatičko punjenje. Ustanovljeno je da su u vrijeme i u uvjetima kakvi su postojali prilikom ispitivanja, u radnim prostorijama sobe nadzora i elektrosobe, prostora mokrog mlina, prostora sušare, prostora suhog mlina i prostora pogona prešanja i pakiranja oko postrojenja, izmjerene temperature koje zadovoljavaju navedene propise [26] Pravilnika o zaštiti na radu za mjesta rada [NN 29/13] „Na mjestima rada u zatvorenom prostoru moraju se ovisno o prirodi posla osigurati povoljni uvjeti rada, odgovarajući za ljude u pogledu temperature, vlažnosti i brzine strujanja zraka, uzimajući u obzir radne postupke i fizičke zahtjeve koji se postavljaju radnicima.“. Nešto veće vrijednosti vlage izmjerene su u proizvodnim prostorima kao posljedica tehnološkog postupka i vanjskih vrijednosti. U prostoru sušare sjever, zbog neizgrađenog dijela pogona izmjerene su velike vrijednosti brzine strujanja zraka. Uredski prostori su klimatizirani i omogućavaju postizanje optimalnih mikroklimatskih uvjeta. [27]

Tab. 5. Rezultati mjerenja razine osvjetljenosti (općom i dopunskom rasvjetom) obavljeno je na visini cca 0,85m od nivoa poda radne prostorije radnog podesta, odnosno na radnoj površini [11]

| Broj | Oznaka Mjesta ispitivanja/mjerno mjesto | Izmjerena osvjetljenost u luksima (lx) | | | | | | Dozvolje na osvjetljenost |
|------|--|--|----------------------------|---|----------------------------|------------------------|----------------------------|---------------------------|
| | | Samo opće osvjetljenje | | Opće osvjetljenje s dopunskim osvjetljenjem radnog mjesta | | | | |
| | | Žarulje sa žarnom niti | Fluorescentne cijevi i sl. | Opće osvjetljenje | | Dopunsko osvjetljenje | | |
| | | | | Žarulje sa žarnom niti | Fluorescentne cijevi i sl. | Žarulje sa žarnom niti | Fluorescentne cijevi i sl. | |
| 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | 7. | 8. | 9. |
| | MOKRI MLIN | | | | | | | |
| 1. | Mokri mlin prizemlje | | | | 250-310 | | | 200 |
| 2. | Mokri mlin kat | | | | 260-300 | | | 200 |
| | SUŠARA | | | | | | | |
| 3. | Sušara zapad | | | | 220-380 | | | 200 |
| 4. | Sušara jug | | | | 210-310 | | | 200 |
| 5. | Sušara sjever | | | | 200-390 | | | 200 |
| 6. | Sušara istok | | | | 250-360 | | | 200 |
| | SUHI MLIN | | | | | | | |
| 7. | Suhi mlin prizemlje | | | | 250-320 | | | 200 |
| 8. | Suhi mlin kat | | | | 210-300 | | | 200 |
| | POGON PREŠANJA I PAKIRANJA | | | | | | | |
| 9. | Kod mješača | | | | 280-320 | | | 200 |
| 10. | Podest preše | | | | 260-350 | | | 200 |
| 11. | Kod sita | | | | 280-360 | | | 200 |
| 12. | Linija za pakiranje | | | | 210-300 | | | 200 |
| | PRIZEMLJE | | | | | | | |
| 13. | Kontrolna soba | | | | 510 | | | 200 |
| 14. | elektrosoba | | | | 560 | | | 200 |

Rezultati mjerenja za uvjete rada u pogledu jakosti osvjetljenosti, kao i ravnomjernosti osvjetljenosti, obavljena je na osnovi usporedbe dobivenih rezultata ispitivanja i propisanih zahtjeva prema [HRN EN 12464-1:2008], Svijetlo i rasvjeta – Rasvjeta radnih mjesta – 1. Dio: Unutrašnji radni prostori, te [HRN ISO/CIE 8995:2003], i [ISO/CIE 8995:2006]. Mjerenja su obavljena pri korištenju električne rasvjete. Uzimajući u obzir da je minimalna dozvoljena osvjetljenost 200 lx, na temelju dobivenih rezultata ocjenjuje se da u svim ispitanim prostorijama jakost kao i ravnomjernost osvjetljenosti zadovoljava zahtjeve navedene norme. [27]

Tab. 6. Rezultati mjerenja razine buke na mjestima rada radnika u radnoj prostoriji, obavljeno je u visini slušnih organa radnika u vrijeme uobičajenog odvijanja radnog procesa [11]

| Red. Br. | Oznaka Mjesto ispitivanja/mjerno mjesto | Izmjerena razina ekvivalentne buke dB(A) | Izmjerena razina buke dB(C) | Vrijeme izlaganja t(min) | Normalizirana dnevna izloženost | Normalizirana tjedna izloženost | Dopuštena razina ekvivalentne buke dB(A) |
|----------|--|--|-----------------------------|--------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| | MOKRI MLIN | | | | | | |
| 1. | Mokri mlin prizemlje | 95,7 | | | | | 80 |
| 2. | Mokri mlin kat | 100,1 | | | | | 80 |
| | SUŠARA | | | | | | |
| 3. | Sušara zapad | 78,1 | | | | | 80 |
| 4. | Sušara jug | 77,0 | | | | | 80 |
| 5. | Sušara sjever | 79,3 | | | | | 80 |
| 6. | Sušara istok | 81,1 | | | | | 80 |
| | SUHI MLIN | | | | | | |
| 7. | Suhi mlin prizemlje | 88,1 | | | | | 80 |
| 8. | Suhi mlin kat | 87,0 | | | | | 80 |
| | POGON PREŠANJA I PAKIRANJA | | | | | | |
| 9. | Kod mješača | 84,7 | | | | | 80 |
| 10. | Podest preše | 83,1 | | | | | 80 |
| 11. | Kod sita | 81,2 | | | | | 80 |
| 12. | Linija za pakiranje | 80,2 | | | | | 80 |
| | PRIZEMLJE | | | | | | |
| 13. | Kontrolna soba | 56,2 | | | | | 70 |
| 14. | Elektro soba | 60,1 | | | | | 70 |

Rezultati mjerenja za uvjete rada izloženosti buci dana je u skladu s [28] Pravilnikom o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu [NN 46/08] „Ako je rizike koji proizlaze iz izloženosti buci nemoguće spriječiti primjenom osnovnih pravila zaštite na radu odnosno odgovarajućim organizacijskim mjerama, radnicima treba staviti na raspolaganje odgovarajuću i dobro prilagođenu osobnu opremu za zaštitu sluha koju trebaju koristiti u skladu s odredbama članka 77. Zakona o zaštiti na radu te Pravilnika o uporabi radne opreme te pod sljedećim uvjetima: kada izloženost buci prelazi donju upozoravajuću granicu izloženosti, poslodavac radnicima stavlja na raspolaganje osobnu opremu za zaštitu sluha s preporukom da je radnici upotrebljavaju, kada je izloženost buci jednaka ili viša od gornje upozoravajuće granice izloženosti, poslodavac mora radnicima osigurati odgovarajuću osobnu opremu za zaštitu sluha.“ i normama [ISO 1999:1990]. točka 3.6. i [HRN ISO 9612:2010]. Pri ocjeni rezultata uzeto je u obzir da zaposlenici pri radu koriste osobnu zaštitnu opremu za zaštitu sluha, ušne čepove prema normi [HRN EN 352-2 dio], proizvođača 3M, tipa CLASSIC, sa specifičnim prigušenjem SNR=28; H=30; M=24; L=22; što je u skladu sa čl. 8. Stavka 2. [29] Pravilnika o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu [NN 46/08] „Obveza je poslodavca da osigura

nošenje osobne zaštitne opreme za zaštitu sluha od strane radnika i da provjerava učinkovitost mjera poduzetih u skladu s ovim člankom.“

Na temelju rezultata koji su dobiveni u uvjetima kakvi su postojali pri mjerenju, može se ocijeniti da razina buke u prostoru sušare i prostoru suhog mlina prelazi donju upozoravajuću granicu izloženosti od 80 dB(A), pravilnika o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu. U ovim prostorima, poslodavac je dužan staviti na raspolaganje osobna zaštitna sredstva radnicima s preporukom da ih koriste i osigurati podatke i osposobljavanje u pogledu rizika koji proizlaze iz izloženosti buci. Razina buke u prostoru mokrog mlina i prostoru suhog mlina prelazi gornju upozoravajuću granicu izloženosti od 85 dB(A). Pravilnika o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu.

U ovim prostorima, poslodavac je dužan staviti na raspolaganje osobna zaštitna sredstva radnicima s obavezom korištenja i osigurati podatke i osposobljavanje u pogledu rizika koji proizlaze iz izloženosti buci.

U ovim prostorima, poslodavac je osigurao radnicima navedena osobna zaštitna sredstva i provodi nadzor nad njihovim obaveznim korištenjem, što je prilikom ispitivanja i utvrđeno. Prostor je vidljivo označen znakovima obaveze “Obavezna zaštita sluha“ te znakovima opasnosti “Opasnost od buke“.

Uzimajući u obzir korištena osobna zaštitna sredstva odnosno spomenute ušne čepove sa prosječnim SNR=28 i minimalnim L= 22 prigušenjem i najveću izmjerenu razinu ekvivalentne buke od 100,1 dB(A), vidljivo je da su radnici uz korištenje osobna zaštitna sredstva izloženi maksimalnoj buci 78,1 dB(A) uz srednje prigušenje od S=28 dB(A) (najgori proračunski slučaj).

Time se može zaključiti da nema prekoračenja granične vrijednosti izloženosti od 87dB(A) što je u skladu s čl. 9. Stavak 1. [30] Pravilnika o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu [NN 46/08] „Ni pod kakvim uvjetima izloženost radnika utvrđena u skladu s člankom 3. stavkom 2. ne smije premašiti granične vrijednosti izloženosti.“ [31]

Tab. 7. Rezultati mjerenja za uvjete dana-večeri i noći izraženi u dB(A) [11]

| Br. | Opis mjernog mjesta | Rezid.buka | Ekviv. buka | Prilagođen a zbog izvora ili položaja mikrof. | Ocjenska buka | Dopuštene razine |
|----------------------|--|------------|-------------|---|---------------|-----------------------------------|
| Dnevni uvjeti | | | | | | Dopuštene razine dan-večer |
| 1. | m. mj. br. 1. rub parcele sa istočne strane na tlu cca 26m od istočne fasade obiteljeskekuce (uz sjeveroistočni kut parcele) | - | 49,3 | - | 49,3 | Dopušteno za zonu 3. 55 |
| 2. | m. mj. br. 1. rub parcele sa jugoistočne strane na tlu cca 6m od isjeverne fasade obiteljeskekuce (uz jugoistočni kut parcele) | - | 49,8 | - | 49,8 | Dopušteno za zonu 3. 55 |
| 3. | m. mj. br. 1. rub parcele sa zapadne strane na tlu cca 11m od istočne fasade obiteljeskekuce (sjeveroistočni kut parcele) | - | 48,5 | - | 48,5 | Dopušteno za zonu 3. 55 |
| 4. | m. mj. br. 1. rub parcele sa zapadne strane na tlu cca 18m od istočne fasade obiteljeskekuce (sjeverozapadni kut parcele) | - | 48,2 | - | 48,2 | Dopušteno za zonu 3. 55 |
| Noćni uvjeti | | | | | | |
| 5. | m. mj. br. 1. rub parcele sa istočne strane na tlu cca 26m od istočne fasade obiteljeskekuce (uz sjeveroistočni kut parcele) | - | 44,7 | - | 44,7 | Dopušteno za zonu 3. 45 |
| 6. | m. mj. br. 1. rub parcele sa jugoistočne strane na tlu cca 6m od isjeverne fasade obiteljeskekuce (uz jugoistočni kut parcele) | - | 44,9 | - | 44,9 | Dopušteno za zonu 3. 45 |
| 7. | m. mj. br. 1. rub parcele sa zapadne strane na tlu cca 11m od istočne fasade obiteljeskekuce (sjeveroistočni kut parcele) | - | 44,6 | - | 44,6 | Dopušteno za zonu 3. 45 |
| 8. | m. mj. br. 1. rub parcele sa zapadne strane na tlu cca 18m od istočne fasade obiteljeskekuce (sjeverozapadni kut parcele) | - | 44,7 | - | 44,7 | Dopušteno za zonu 3. 45 |

Kako su mjerenja za uvjete dana-večeri i noći na vanjskom prostoru obavljena u uvjetima „visoke situacije“ i „tvrde podloge“, prema normi [HRN ISO 1996-2:2008] sastavnica mjerene nesigurnosti zbog meteoroloških uvjeta je 0,5 dB(A). Na osnovi mjerenja obavljenih u uvjetima ponovljivosti sukladno postupku iz norme [HRN ISO 1996-2:2008] procijenjena mjerna nesigurnost za dvostruki interval povjerenja i 95% - tnu pokrivenost i s faktorom pokrivenosti $k=2$ iznosi $\pm 2,3$ dB(A) uz najveću komponentu sastavnice zbog ponovljenih mjerenja od 0,21 dB(A). [31]

6.2. Rezultati mjerenja za uvjete mikroklimе, razine osvjetljenosti i buke na radnim mjestima u pogonu za proizvodnju električne energije

Dobiveni rezultati obavljenh ispitivanja i mjerenja su prosjek tri uzastopna mjerenja na istom mjernom mjestu u cilju dobivanja što vjerodostojnijeg rezultata dani su tablicama.

Tab. 8. Rezultati mjerenja za uvjete mikroklimе (temperature zraka, relativne vlažnosti zraka, strujanja zraka obavljeno je na visini cca 1,2m od nivoa poda) [30]

| Red. br | Oznaka Mjesta ispitivanja/ Mjerno mjesto i vrsta rada | Temperatura Zraka T°C | Relativna vlažnost zraka RV % | Brzina strujanja zraka | Temperatura zračenja Tg °C | Efektivna Temeptratura zraka ET °C | Korigirana efektivna tenperatura KET °C |
|---------|---|-----------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|------------------------------------|---|
| | Vanjski uvjeti | 1,5 | 64,5 | | | | |
| 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | 7. | 8. |
| | Prostor kogeneracijskog postrojenja na biomasu | | | | | | |
| | PRIZEMLJE | | | | | | |
| 1. | Kotlovnica sjever | 16,5 | 51,4 | 0,10 | | | |
| 2. | Kotlovnica istok | 16,5 | 51,8 | 0,15 | | | |
| | Kotlovnica jug | 16,7 | 50,5 | 0,18 | | | |
| 3. | Generator sjeverozapad | 15,5 | 50,2 | 0,10 | | | |
| 4. | Generator sjeveroistok | 15,5 | 52,1 | 0,10 | | | |
| 5. | Generator jug | 15,5 | 51,8 | 2,15 | | | |
| 6. | PODRUM | | | | | | |
| | Kod generatora | 15,1 | 50,5 | 0,18 | | | |
| 7. | Kod spremnika ulja | 15,5 | 50,2 | 0,10 | | | |
| 8. | Kod pumpe silikonskog ulja | 15,5 | 52,1 | 0,10 | | | |
| | KAT | | | | | | |
| 9. | Kontrolna soba | 22,7 | 41,5 | 0,18 | | | |
| 10. | elektrosoba | 18,5 | 40,5 | 0,10 | | | |

Kod viših vanjskih temperatura može temperatura prostora biti i viša, ali ne smije preći 26°C. Brzina kretanja zraka u prostoriji ne treba biti veća od 0,1 m/s ili 0,15m/s, kod temperature prostorije od 21°C do 22°C. Relativna vlažnost zraka se treba kretati u granicama od 30% do 65%. Preporuča se relativna vlažnost zraka od cca. 50% kod koje se također sprječava elektrostatičko punjenje. Rezultati mjerenja za uvjete rada u pogledu mikroklimе (temperatura zraka, relativne vlažnosti zraka i brzine strujanja zraka obavljena je na osnovi usporedbe dobivenih rezultata ispitivanja i propisanih zahtjeva [32] Pravilnika o zaštiti na radu za mjesta rada [NN 29/13] „Na mjestima rada u zatvorenom prostoru moraju se ovisno o prirodi posla osigurati povoljni uvjeti rada, odgovarajući za ljude u pogledu temperature, vlažnosti i brzine strujanja zraka, uzimajući u obzir radne postupke i fizičke zahtjeve koji se postavljaju

radnicima.“. Ustanovljeno je da su, u vrijeme i u uvjetima kakvi su postojali prilikom ispitivanja, u svim ispitanim radnim prostorijama mikroklimatski uvjeti u propisanim granicama za tu vrstu rada. [33]

Tab. 9. Rezultati mjerenja razine osvjetljenosti (općom i dopunskom rasvjetom) obavljeno je na visini cca 0,85m od nivoa poda radne prostorije radnog podesta, odnosno na radnoj površini [33]

| Broj | Oznaka Mjesta ispitivanja/mjerno mjesto | Izmjerena osvjetljenost u luksima (lx) | | | | | | Dozvoljena osvjetljenost |
|------|--|--|----------------------------|---|----------------------------|------------------------|----------------------------|--------------------------|
| | | Samo opće osvjetljenje | | Opće osvjetljenje s dopunskim osvjetljenjem radnog mjesto | | | | |
| | | Žarulje sa žarnom niti | Fluorescentne cijevi i sl. | Opće osvjetljenje | | Dopunsko osvjetljenje | | |
| | | | | Žarulje sa žarnom niti | Fluorescentne cijevi i sl. | Žarulje sa žarnom niti | Fluorescentne cijevi i sl. | |
| 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | 7. | 8. | 9. |
| | PRIZEMLJE | | | | | | | |
| 1. | Kotlovnica sjever | | | | 310 | | | 300 |
| 2. | Kotlovnica istok | | | | 320 | | | 300 |
| | Kotlovnica jug | | | | 300 | | | 300 |
| 3. | Generator sjeverozapad | | | | 530 | | | 300 |
| 4. | Generator sjeveroistok | | | | 510 | | | 300 |
| 5. | Generator jug | | | | 300 | | | 300 |
| 6. | PODRUM | | | | | | | |
| | Kod generatora | | | | 250 | | | 200 |
| 7. | Kod spremnika ulja | | | | 300 | | | 200 |
| 8. | Kod pumpe silikonskog ulja | | | | 290 | | | 200 |
| | KAT | | | | | | | |
| 9. | Kontrolna soba | | | | 550 | | | 500 |
| 10. | elektrosoba | | | | 710 | | | 500 |

Rezultati mjerenja za uvjete rada u pogledu jakosti osvjetljenosti, kao i ravnomjernosti osvjetljenosti, obavljena je na osnovi usporedbe dobivenih rezultata ispitivanja i propisanih zahtjeva [HRN EN 12464-1:2008], Svijetlo i rasvjeta – Rasvjeta radnih mjesta – 1. Dio: Unutrašnji radni prostori, te [HRN ISO/CIE 8995:2003], i [ISO/CIE 8995:2006].

Mjerenja su obavljena pri korištenju električne rasvjete. Uzimajući u obzir da je minimalna dozvoljena osvjetljenost 200 lx, na temelju dobivenih rezultata ocjenjuje se da u svim ispitanim prostorijama jakost kao i ravnomjernost osvjetljenosti zadovoljava zahtjeve navedene norme. [33]

Tab. 10. Rezultati mjerenja razine buke na mjestima rada radnika u radnoj prostoriji, obavljeno je u visini slušnih organa radnika u vrijeme uobičajenog odvijanja radnog procesa [28]

| Red. Br. | Oznaka Mjesto ispitivanja/mjerno mjesto | Izmjerena razina ekvivalentne buke dB(A) | Izmjerena razina buke dB(C) | Vrijeme izlaganja t(min) | Normalizirana dnevna izloženost | Normalizirana tjedna izloženost | Dopuštena razina ekvivalentne buke dB(A) |
|----------|--|--|-----------------------------|--------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| | PRIZEMLJE | | | | | | 80 |
| 1. | Kotlovnica sjever | 70,0 | | | | | 80 |
| 2. | Kotlovnica istok | 67,3 | | | | | 80 |
| | Kotlovnica jug | 76,7 | | | | | 80 |
| 3. | Generator sjeverozapad | 88,0 | | 60 | 79,6 | | 80 |
| 4. | Generator sjeveroistok | 88,1 | | 60 | 79,7 | | 80 |
| 5. | Generator jug | 86,1 | | 60 | 78,0 | | 80 |
| 6. | PODRUM | | | | | | 80 |
| | Kod generatora | | | 60 | 75,8 | | 80 |
| 7. | Kod spremnika ulja | 83,1 | | | | | 80 |
| 8. | Kod pumpe silikonskog ulja | 87,3 (rad pumpe) | | 60 | 79,0 | | 80 |
| | KAT | | | | | | 80 |
| 9. | Kontrolna soba | 58,9 | | | | | 80 |
| 10. | elektrosoba | 59,3 | | | | | 80 |

Rrezultati mjerenja izloženosti buci dani su u skladu s [34] Pravilnikom o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu [NN 46/08.] „Ovim se pravilnikom utvrđuju minimalni zahtjevi zaštite radnika od rizika po njihovo zdravlje i sigurnost koji proizlaze ili mogu proizaći od izloženosti buci, a posebno rizika po sluh. Zahtjevi iz ovog pravilnika primjenjuju se na djelatnosti u kojima radnici zbog svoga rada su ili mogu biti izloženi rizicima uzrokovanim bukom.“ i normama [ISO 1999:1990], točka 3.6. i [HRN ISO 9612:2010]. Pri ocjeni rezultata uzeto je u obzir da zaposlenici pri radu koriste osobnu zaštitnu opremu za zaštitu sluha – ušne čepove prema normi [HRN EN 352-2 dio], proizvođača 3M, tipa CLASSIS, sa specifikiranim prigušenjem SNR =28; H=30; M=24; L=22; što je u skladu sa čl. 8 stavka 2. [35] Pravilnika o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu [NN 46/08] „Obveza je poslodavca da osigura nošenje osobne zaštitne opreme za zaštitu sluha od strane radnika i da provjerava učinkovitost mjera poduzetih u skladu s ovim člankom.“. Na temelju rezultata koji su dobiveni u uvjetima kakvi su postojali pri mjerenju, može se ocijeniti da razina buke u prostoru generator prizemlje i podrum generator prelazi donju upozoravajuću granicu izloženosti od 80,0 dB(A), Pravilnika o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu. U ovim prostorima, poslodavac je osigurao radnicima navedena osobna zaštitna sredstva i provodi nadzor nad njihovim obaveznim korištenjem, što je priliko ispitivanja i utvrđeno. Prostor je vidljivo označen znakovima obaveze “Obavezna zaštita sluha“ te znakovima opasnosti “Opasnost od buke“.

Uzimajući u obzir korištena osobna zaštitna sredstva odnosno spomenute ušne čepove sa prosječnim SNR=28 i minimalnim L=22 prigušenjem i najveću izmjerenu razinu ekvivalentne buke od 88,1 dB(A), vidljivo je da su radnici uz korištenje osobnih zaštitnih sredstava izloženi maksimalnoj buci od 60 dB(A) uz srednje prigušenje od S=28 dB(A) (najgori proračunski slučaj). Time se može zaključiti da nema prekoračenja granične vrijednosti izloženosti od 87 dB(A) što je u skladu s čl. 9 stavak 1. [36] Pravilnika o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu [NN 46/08.] „Ni pod kakvim uvjetima izloženost radnika utvrđena u skladu s člankom 3. stavkom 2. ne smije premašiti granične vrijednosti izloženosti..“ [37]

Tab. 11. Rezultati ispitivanja zaštite od indirektnog napona dodira što zadovoljava odredbe Tehničkog propisa za niskonaponske električne instalacije [NN 05/10] [25]

| Red. Br. | Mjerno mjesto | Naziv. Struja osig. (A) | Priključak preko priključka T=0,4s I (A) | Fiksni priključak T=5s I (A) | Izmjerena impedanc. petlje kvara | Zadovoljava DA/NE |
|----------|---------------|-------------------------|--|------------------------------|----------------------------------|-------------------|
| 1. | RO KOLBACH | 125 | - | 660 | 0,18 | DA |
| 2. | TURBODEN ORC | 125 | - | 660 | 0,17 | DA |
| 3. | Ostala oprema | 16-35 | - | - | 0,31-0,59 | DA |

Pregledom električne instalacije utvrđeno je da je provedena zaštita sustavom TN-S + ZUDS RCD 40/0,3 A uz pogonski napon 400/230 V – 50 Hz. Ispitivanje je obavljeno instrumentom METREL EUROTTEST 61557 tv. br. 15087661. Utvrđeno je da su metalni dijelovi stroja – uređaja, koji u normalnom pogonu nisu pod naponom galvanski spojeni sa zaštitnim vodom. Rezultati ispitivanja zaštite od indirektnog napona dodira prikazani tablicom (Tab. 11.) zadovoljavaju odredbe [38] Tehničkog propisa za niskonaponske električne instalacije [N.N. 05/10] „Ovim se Tehničkim propisom (u daljnjem tekstu: Propis) u okviru ispunjavanja bitnih zahtjeva za građevinu propisuju tehnička svojstva niskonaponskih električnih instalacija građevina, zahtjevi za projektiranje, izvođenje, uporabljivost, održavanje i drugi zahtjevi za električne instalacije, te tehnička svojstva i drugi zahtjevi za proizvode namijenjene za ugradnju u električnu instalaciju (u daljnjem tekstu: proizvodi za električnu instalaciju).“ [23]

Tab. 12. Rezultati dobiveni ispitivanjem otpora između pojedinačnih metalnih masa, metalnih masa i uzemljivača [25]

| Red. Br. | Mjerno mjesto | Izmjereni otpor | Ocjena |
|-----------------|--------------------------|------------------------|---------------|
| 1. | Konzolni nosači | 0,15-0,28 | ZADOVOLJAVA |
| 2. | Ventilacijski kanali | 0,21-0,34 | “ |
| 3. | Kompresorsko postrojenje | 0,24-0,45 | “ |
| 4. | Metalna vrata | 0,21-0,38 | “ |
| 5. | Vodovodna instalacija | 0,14-0,39 | “ |
| 6. | Nosači konstrukcije | 0,21-0,39 | “ |
| 7. | Ograde i rukohvati | 0,25-0,39 | “ |

Rezultati dobiveni ispitivanjem otpora između pojedinačnih metalnih masa, metalnih masa i uzemljivača iznose 0,15 - 0,45 Ω , što udovoljava zahtjevu da je otpor manji od 2 Ω .

7. Zaključci

U eksperimentalnom dijelu izvršena su mjerenja radnog okoliša za oba pogona, pogon za proizvodnju električne energije te pogon za proizvodnju peleta, koji sačinjavaju kogeneracijsko postrojenje i iz toga se može jasno vidjeti da rezultati usporedbe dobivenih rezultata mjerenja i preporučenih zahtjeva putem normi dovode do zaključka da odabrana radna mjesta ne zadovoljavaju uvjete sigurne za rad.

Na temelju podataka pribavljenih ispitivanjem radnog okoliša, ocjenjuje se da prostorije:

- Prostor mokrog mlina
- Prostor sušare
- Prostor suhog mlina
- Prostor pogona prešanja i pakiranja

nemaju uvjete za izdavanje Uvjerenja za radnu okolinu, jer parametri buke i mikroklimne ne zadovoljavaju pravila zaštite na radu dok prostorije:

- Kontrolna soba
- Elektro soba

Imaju uvjete za izdavanje Uvjerenja za radnu okolinu, jer parametri mikroklimne, osvjetljenosti i buke zadovoljavaju pravila zaštite na radu.

Temeljem izvršenog mjerenja ekvivalentne (izračuna ocjenske) razine buke prostora. Kogeneracijsko postrojenje za proizvodnju električne energije i drvenog peleta, Bročice, Novska na definiranim mjernim mjestima iz navedenih tablicata usporedbom s rezultatima izmjerenih razina rezidualne buke i nultog mjerenja ustanovljeno je da razina te buke zadovoljavava uvjete dana-večeri i noći.

Na temelju podataka pribavljenih ispitivanjem radnog okoliša i upisanih u ovom ispitivanju ocjenjuje se da prostorije:

- Prostor generator prizemlje
- Prostor generator podrum

Nemaju uvjete za izdavanje Uvjerenja za radnu okolinu, jer parametri buke ne zadovoljavaju pravila zaštite na radu, dok prostorije

- Prostor kotlovnica prizemlje
- Kontrona soba kat
- Elektro soba kat

Imaju uvjete za izdavanje Uvjerenja za radnu okolinu (zimski period), jer parametri buke, osvijetljenosti i mikroklike zadovoljavaju pravila zaštite na radu.

Radni uvjeti mogu oštetiti zdravlje i ugroziti život. Pravilna procjena utjecaja radnog procesa na zdravlje je preduvjet za odgovarajuće preventivne aktivnosti i zaštitu zdravlja na radu u pojedinim gospodarstvenim djelatnostima, određenim zanimanjima i konkretnim radnim procesima pa tako i u ovom procesu rada. Izučavanje međusobnog djelovanja okoliš-čovjek: uvjeta i načina života i rada, pokušava se već duže vrijeme dati odgovore na pitanja koliko i kako je radni okoliš odgovoran za nastanak bolesti, u kojem smjeru treba orijentirati zaštitu radnika.

Kvaliteta osvijetljenosti je odlučujuća za to koliko točno i kako brzo uočavamo detalje boje i oblike. Loše osvijetljenje izaziva preopterećenje oka, koje može prouzročiti glavobolje, suze i peckanje očiju, te treperenje pred očima te da bi se zadovoljili uvjeti dobrog osvijetljenja, mora se posebno paziti na slijedeće svjetlosno-tehnčke značajke. Ovisno o djelatnosti razina buke na radnim mjestima se razlikuju, pa tako i u prostorijama kogeneracijskog postrojenja, kao što se može vidjeti u navedenim tablicama uzimajući u obzir da čak i zvukovi unutar dozvoljenih granica mogu ometati rad, posebno koncentraciju, vrijeme donošenja odluka i razumijevanje govora. Ugodna klima u radnoj prostoriji je, ako su temperatura zraka, vlažnost zraka, kretanje zraka i toplinsko zračenje u prostoriji. Osjećaj ugone je individualan osjećaj i varira od osobe do osobe, te ovisi o fizičkoj aktivnosti na radnom mjestu, o odjeći, vremenu zadržavanja u radnoj prostoriji, dnevnim promjenama temperature i o godišnjim dobima. Ako se ne vodi računa o faktorima koji čine mikroklimu može se računati na isušenu sluznicu, infekcije gornjih dišnih puteva, teškoće s zglobovima, glavoboljama, teškoćama u koncentraciji i s umorom radnika. Ljudi još uvijek u cjelosti nisu svjesni utjecaja rasvjete i osvijetljenosti na njih same, odnosno na njihove organizme. Najčešće se pitanje utjecaja radnog okoliša uzima zdravo za gotovo, bez imalo ozbiljnog pristupa i bez razmišljanja o mogućim štetnim posljedicama na ljusko zdravlje. Radi toga je vrlo važno razviti zaštitu na radu na najvišu moguću razinu, posebno govoreći o utjecaju radnog okoliša na radnim mjestima. Također je važno i educirati radnike, uputiti ih u štetnosti, te u načine korištenja zaštitnih sredstava, ali i poboljšanja radnog okoliša na svom radnom mjestu.

8. Literatura

- [1] Službena stranica „Pelet Grupa” dostupno na: <http://www.peletgrupa.hr/info.html>, preuzeto: 17.1.2016. 14:00h
- [2] elaborat zaštite okoliša za realizaciju pogona za proizvodnju drvenog peleta (6 t/h) i električne energije (1 mwe) posredstvom toplinske energije (kogeneracija), Urbroj: 25-10-3103/32, Zagreb, prosinac 2010.
- [3] Službena stranica „Turboden“ dostupno na: <http://www.turboden.eu/en/home/index.php> preuzeto: 20.4.2016. 18:30h
- [4] Službena stranica „Kohlbach“ dostupno na: <http://www.kohlbach.at/hr/maerkte/cogeneration/> , preuzeto: 20.4.2016. 18:40h
- [5] elaborat zaštite okoliša za realizaciju pogona za proizvodnju drvenog peleta (6 t/h) i električne energije (1 mwe) posredstvom toplinske energije (kogeneracija), Urbroj: 25-10-3103/32, Zagreb, prosinac 2010.
- [6] Službena stranica „Kahl“ dostupno: <https://www.akahl.de/en/products/pelleting-of-biomass/machinesplants/detail//show/pelleting-presses-2/>, preuzeto: 20.4.2016. 18:30h
- [7] Kahl – pogonska uputa, preša 45-1250
- [8] Zakona o zaštiti na radu (NN, br. 71/14., 154/14.)
- [9] Pravilnik o ispitivanju radnog okoliša te strojeva i uređaja s povećanim opasnostima (NN, br. 114/02., 131/02. I 126/03.)
- [10] Pravilnik o zaštiti na radu za mjesta rada (NN 29/13)
- [11] Uvjerenje o ispitivanju radnog okolisa, mikroklima, buka, osvjetljenost, linija peletiranja,
- [12] Pravilnik o zaštiti na radu za mjesta rada (NN 29/13)
- [13] Uvjerenje o ispitivanju radnog okolisa, mikroklima, buka, osvjetljenost, linija peletiranja,
- [14] Pravilnik o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu (NN 46/08)
- [15] Zakon o zaštiti na radu (NN, br. 59/96, 94/96, 114/03, 100/04., 86/08.,116/08.,75/09 i 143/12.)
- [16] Pravilnik o ispitivanju radnog okoliša te strojeva i uređaja s povećanim opasnostima (NN br. 114/02, 131/02 i 126/03)
- [17] Pravilnik o zaštiti na radu za mjesta rada (NN 29/13)
- [18] Uvjerenje o ispitivanju radnog okolisa, mikroklima, buka, osvjetljenost, linija peletiranja,
- [19] Pravilnik o zaštiti na radu za mjesta rada (NN 29/13)

- [20] Pravilnik o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu (NN 46/08.)
- [21] Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave (NN br. 145/04).
- [22] Pravilnik o ispitivanju radnog okoliša te strojeva i uređaja s povećanom opasnošću [NN br. 114/02, 231/02 i 126/03]
- [23] Zakon o zaštiti na radu [NN 59/96., 94/96., 114/03., 100/04., 86/08., 116/08., 75/09 i 143/12]
- [24] Zakon o zaštiti od požara RH [NN 92/10]
- [25] Uvjerenje o ispitivanju strojeva ili uređaja s povećanim opasnostima za kogeneracijsko postrojenje na biomasu
- [26] Pravilnik o zaštiti na radu za mjesta rada [NN 29/13]
- [27] Uvjerenje o ispitivanju radnog okolisa, mikroklima, buka, osvjetljenost, linija peletiranja,
- [28] Pravilnik o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu [NN 46/08]
- [29] Pravilnik o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu [NN 46/08]
- [30] Pravilnik o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu [NN 46/08]
- [31] Uvjerenje o ispitivanju radnog okolisa za kogeneracijsko postrojenje na biomasu, mikroklima, buka osvjetljenost
- [32] Pravilnik o zaštiti na radu za mjesta rada [NN 29/13]
- [33] Uvjerenje o ispitivanju radnog okolisa za kogeneracijsko postrojenje na biomasu, mikroklima, buka osvjetljenost
- [34] Pravilnik o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu [NN 46/08.]
- [35] Pravilnik o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu [NN 46/08]
- [36] Pravilnik o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu [NN 46/08.]
- [37] Uvjerenje o ispitivanju radnog okolisa za kogeneracijsko postrojenje na biomasu, mikroklima, buka osvjetljenost
- [38] Tehnički propis za niskonaponske električne instalacije [N.N. 05/10]

9. Prilozi

9.1. Popis slika

| | |
|--|----|
| Sl. 1. Faze u proizvodnji linije za peletiranje | 5 |
| Sl. 2. Prikaz ORC sustava s generatorom | 6 |
| Sl. 3. Prikaz visoko-temperaturno kotlovske postrojenje ložen drvnom biomasom, sistem K12-5140 (varijanta split sistem) | 7 |
| Sl. 4. Presjek pelet preše | 11 |
| Sl. 5. Dijelovi plosnate pelet preše | 11 |
| Sl. 6. Sigurnosna bravica | 13 |
| Sl. 7. Zaštitna kutija klinastog remena | 14 |
| Sl. 8. Izlazna kutija | 14 |
| Sl. 9. Centrala za dojavu iskre, model BM6 | 15 |
| Sl. 10. Opasnost od zahvatanja dijelova tijela uslijed rada stroja | 18 |
| Sl. 11. Upozorenje na opekline od vrućih para | 19 |
| Sl. 12. Upozorenje na opekotine od zagrijanih dijelova stroja | 19 |

9.2. Popis tablica

| | |
|---|----|
| Tab. 1: Tehničko-tehnološki segmenti tehnološkog procesa [2] | 4 |
| Tab.2. Procjena vrsta i količina tvari koje ostaju nakon tehnološkog procesa te emisija u zrak pri maksimalnom instaliranom kapacitetu kogeneracije 1 MWel i proizvodnje peleta 6 t/h [2] | 9 |
| Tab. 3. Najviše dopuštene razine buke imisije u otvorenom prostoru [4] | 26 |
| Tab. 4. Rezultati mjerenja za uvjete mikroklimе (temperature zraka, relativne vlažnosti zraka, strujanja zraka obavljeno je na visini cca 1,2m od nivoa poda) [4] | 30 |
| Tab. 5. Rezultati mjerenja razine osvjetljenosti (općom i dopunskom rasvjetom) obavljeno je na visini cca 0,85m od nivoa poda radne prostorije radnog podesta, odnosno na radnoj površini [4] | 32 |
| Tab. 6. Rezultati mjerenja razine buke na mjestima rada radnika u radnoj prostoriji, obavljeno je u visini slušnih organa radnika u vrijeme uobičajenog odvijanja radnog procesa [4] | 33 |
| Tab. 7. Rezultati mjerenja za uvjete dana-večeri i noći izraženi u dB(A) [5] | 35 |
| Tab. 8. Rezultati mjerenja za uvjete mikroklimе (temperature zraka, relativne vlažnosti zraka, strujanja zraka obavljeno je na visini cca 1,2m od nivoa poda) [7] | 36 |
| Tab. 9. Rezultati mjerenja razine osvjetljenosti (općom i dopunskom rasvjetom) obavljeno je na visini cca 0,85m od nivoa poda radne prostorije radnog podesta, odnosno na radnoj površini [7] | 37 |
| Tab. 10. Rezultati mjerenja razine buke na mjestima rada radnika u radnoj prostoriji, obavljeno je u visini slušnih organa radnika u vrijeme uobičajenog odvijanja radnog procesa [7] | 38 |
| Tab. 11. Rezultati ispitivanja zaštite od indirektnog napona dodira što zadovoljava odredbe Tehničkog propisa za niskonaponske električne instalacije [NN 05/10] [6] | 39 |
| Tab. 12. Rezultati dobiveni ispitivanjem otpora između pojedinačnih metalnih masa, metalnih masa i uzemljivača (6) | 40 |