

# MJERE ZAŠTITE I SIGURNOSTI U POGONIMA ZA OBRADU METALA

---

**Celjak, Mislav**

**Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni**

**2022**

*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:128:033226>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-05**



**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

Mislav Celjak

**MJERE ZAŠTITE I SIGURNOSTI U  
POGONIMA ZA OBRADU METALA**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2022.

Karlovac University of Applied Sciences

Safety and protection department

Professional graduate study of Safety and Protection

Mislav Celjak

# **PROTECTION AND SAFETY MEASURES IN METAL PROCESSING**

FINAL PAPER

Karlovac, 2022.

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

Odjel Sigurnosti i zaštite

Specijalistički diplomski stručni studij sigurnosti i zaštite

Mislav Celjak

**MJERE ZAŠTITE I SIGURNOSTI U  
POGONIMA ZA OBRADU METALA**

ZAVRŠNI RAD

Mentor: prof. dr. sc. Budimir Mijović

Karlovac, 2022.



**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**

Specijalistički studij: Sigurnost i zaštita na radu

Usmjerenje: Zaštita na radu  
Karlovac, 2022

# **MJERE ZAŠTITE I SIGURNOSTI U POGONIMA ZA OBRADU METALA**

Student: Mislav Celjak

Matični broj: 0416615080

Naslov: Mjere zaštite i sigurnosti u pogonima za obradu metala

Opis zadatka: U ovome završnome radu govorit će se o mjerama sigurnosti i zaštite u pogonima za obradu metala, obrada metala je zahtjevan proces koji zahtjeva visoku razinu sigurnosti i zaštite zbog rada kod vrlo visokih temperatura, te rada sa teškom mehanizacijom i strojevima za obradu.

Zadatak zadan:

Rok predaje rada:

Predviđeni datum obrane:

07.12.2021.

18.04.2022.

25.04.2022.

Mentor:

Prof.dr.sc. Budimir Mijović

Predsjednik ispitnog povjerenstva:

Dr.sc. Snježana Kirin, prof.v.š.

## PREDGOVOR

Ovom prilikom želim zahvaliti mentoru prof. dr. sc. Budimiru Mijoviću što mi je uvelike pomogao tijekom izrade ovog rada. Hvala Vam na neizmjerne pristupačnosti, savjetima i vremenu kojeg ste odvojili unatoč svojim obavezama.

Posebno želim zahvaliti svojoj obitelji koja me tijekom studiranja podržavala i vjerovala u mene i moj uspjeh. Hvala vam na strpljenju i podršci koju ste mi pružili.

Ovu temu sam odabrao jer već nekoliko godina radim posao koji je povezan sa obradom metala, te dobro poznajem postupke i strojeve koji se koriste u obradi te također zaštitu koju radnici koriste u tvrtkama za rad na takvim strojevima.

## SAŽETAK

Predmet ovog završnog rada je objasniti mjere sigurnosti i zaštite u pogonima za obradu metala, odnosno samu važnost pridržavanja mjera sigurnosti i zaštite kako bi se smanjio broj ozljeda i nesreća prilikom postupaka obrade . Da bi uklonili ili smanjili opasnost na najmanju moguću mjeru, potrebno je provoditi sigurnost i zaštitu na radu koja je sastavni dio radnog procesa i osnovni uvjet produktivnosti rada. Obrada metala je promjena oblika, dimenzija ili svojstava metala kako bi se prilagodio daljnjoj upotrebi. Promjena oblika, dimenzija ili svojstava metala može se podijeliti na ručnu ili strojnu obradu, također u ovome radu obradit ćemo i obradu zaštite materijala. Uz svaku temu i vrstu obrade metala u ovome radu opisane su opasnosti kao i zaštitne mjere i postupci potrebne za rad na siguran način u obradi metala, većina slika i primjera u radu je iz vlastitih izvora.

Ključne riječi: mjere sigurnosti, zaštita, obrada metala, pogoni

## SUMMARY

The subject of this final paper is to explain the safety and protection measures in metal processing plants, and the importance of adhering to safety and protection measures in order to reduce the number of injuries and accidents during processing. In order to eliminate or reduce the danger to a minimum, it is necessary to implement safety and protection at work, which is an integral part of the work process and a basic condition for labor productivity. Metal processing is the change of shape, dimensions or properties of metal to suit further use. Changing the shape, dimensions or properties of metal can be divided into manual or machine processing, also in this paper we will deal with material protection processing. With each topic and type of metalworking, this paper describes the hazards as well as the protective measures and procedures required to work safely in metalworking, most of the images and examples in the paper are from our own sources.

Key words: safety measures, protection, metal processing, plants

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. IZVORI OPASNOSTI U METALNOJ INDUSTRIJI.....	2
2.1. Opasnosti od buke i vibracija.....	2
2.2. Mehanički izvori opasnosti.....	4
3. STROJEVI ZA OBRADU METALA.....	8
3.1. Dijelovi alatnih strojeva.....	9
3.2. Podjela alatnih strojeva.....	10
4. OPASNOSTI KOD RADA NA STROJEVIMA.....	15
4.1. Pravila za rad na siguran način sa strojevima.....	16
4.2. Zaštitne naprave i uređaji.....	16
5. RECIKLIRANJE METALA.....	19
6. EKSPERIMENTALNI DIO.....	21
6.1. Talionica željeza.....	21
6.2. Talionica aluminija .....	25
7. ZAKLJUČAK.....	28
8. LITERATURA.....	29
9. POPIS SLIKA.....	30



# 1. UVOD

Obrada metala je promjena oblika, dimenzija ili svojstava metala kako bi se prilagodio daljnjoj upotrebi. Promjena oblika, dimenzija ili svojstava metala može se podijeliti na ručnu ili strojnu obradu. U industriji obrade metala, svaki uređaj ili alat za rad predstavlja potencijalnu opasnost za radnika [1]. Opasnosti od povreda se ne javljaju samo prilikom obrade materijala u industriji obrade metala već mogu nastupiti i u drugim fazama procesa rada kao što je faza dopremanja sredstava za rad i materijala, njihovog skladištenja te pripreme za obradu [1]. Ove opasnosti su još veće ako se radi o materijalima ili dijelovima koji imaju šiljaste ili oštre dijelove ili krajeve, kao npr.,: limovi, šipkasti materijali, glodači, razne vrste noževa za mašine i razni drugi materijali i alati. Jedan od pokretača gospodarskog razvoja i rasta zemlje definitivno je industrija metala i metalnih proizvoda. Ova važna i nezamjenjiva industrija, u Hrvatskoj posljednjih godina bilježi stalan rast i to po zavidnim stopama. Osim rasta proizvodnje, bilježi se i rast izvoza i to za čak 17%. Razlog za to su, prije svega, dobri uvjeti investiranja, infrastruktura, znanje i cijene energenata koje su među konkurentnijima u regiji. Poseban trend rasta metaloprerađivačke industrije bilježe županije sjeverno-zapadne Hrvatske [2]. Razlog tome leži u činjenici kako je baš taj dio Hrvatske posebnu pažnju pridodaje obrazovanju stručnjaka iz područja strojarstva i općenito industrije [3].

## 2. IZVORI OPASNOSTI U METALNOJ INDUSTRIJI

Dužnost svakog zaposlenika da se upozna s osnovnim izvorima opasnosti. Kao izvori opasnosti u radnoj okolini mogu će se pojaviti opasnosti od buke i vibracije, opasnosti kod transporta, opasnosti od štetnih i otrovnih tvari, mehanički izvori opasnosti, neodgovarajućeg osvjetljenja, opasnosti od električne struje itd.

### 2.1. Opasnosti od buke i vibracije

Buka je definirana kao svaki nepoželjan zvuk, buka djeluje negativno na neuro vegetativni i indokrini sustav i te se promjene manifestiraju povećanom živčanom napetošću, a napetost uzrokuje poremećaj cirkulacije što ima za posljedicu porast tlaka i uspravanje rada probavnih organa. Također se javljaju i psihičke smetnje kao što su smanjenje koncentracije, posebno kod diskontinuirane buke, također se javlja i razdražljivost, osjećaj umora, a često ipospanost, posebno ako je buka ritmična. Ovakve psihičke smetnje mogu se odraziti na preciznost obavljanja radnji, pravljenja pogrešaka, broj ozljeda, a što bitno uječe na produktivnost. Važno je napomenuti da buka u nekim slučajevima, naročito ako je diskontinuirana (impulsna), može na zaposlenika djelovati i stimulativno. Buka također može izazvati smetnje sna - ljudi koji rade u buci mogu imati snažnu reakciju na buku u snu. Ono što je najteže, kao štetno djelovanje buke, je svakako oštećenje sluha.

Stupanj oštećenja sluha ovisi o intenzitetu buke, frekvenciji, trajanju buke i individualnoj osjetljivosti.

Decibel (dB) je jedinica kojom se izražava snaga buke pri određenoj frekvenciji (1000 Hz).

-35 dB buka je sasvim bezopasna

-65 dB ima samo psihološko djelovanje

-90 dB buka još značajno ne ugrožava organ sluha te se smatra gornjom dopuštenom granicom

-120 dB je tzv. granica nelagodnosti

-140 dB je tzv. prag ili granica boli, tj. takvoj buci čovjek ne smije biti izložen niti kratkotrajno.

U tvornicama za obradu metala snaga buke često doseže 150dB i više kod pojedinih strojeva za obradu tako da svaki radnik koji koristi takav stroj mora koristiti zaštitna sredstva

Osobna zaštitna sredstva za zaštitu od buke;

Radi zaštite osjetila sluha od prekomjerne buke na radu, odnosno na radnim mjestima na kojima se buka ne može ukloniti tehničkim sredstvima (sniziti ispod dozvoljene propisane granice) potrebno je osobama zaposlenim na tim mjestima osigurati osobna zaštitna sredstva za zaštitu sluha, slika 1. Ovisno o intenzitetu buke propisuju se odgovarajuća zaštitna sredstva:

- kod buke do 75 dB koristi se zaštitna vata
- kod buke iznosa do 85 dB koriste se čepići
- i kod buke jačine do 150 dB koristi se ušni štitnik (antifon)



Slika 1. Sredstva za zaštitu sluha; antifon, čepići za uši

Vibracije su prateća pojava buke, a prenose se sa strojeva i uređaja na osobe koje njima rukuju. Vibracije smanjuju radnu sposobnost, oštećuju krvne žile, tetive, zglobove i kosti, a moguće su promjene u živčanom i probavnom sustavu. Zaštita se provodi izradom elastičnih sklopova, izoliranjem kao i skraćivanjem radnog vremena određenim strojevima i uređajima.

## 2.2. Mehanički izvori opasnosti

Mehaničke opasnosti pojavljuju se pri radu sa strojevima i uređajima (stacionarnim i prijenosnim), pri radu sa samohodnim radnim strojevima (bageri, buldožeri, autodizalice, viličari), pri radu s ručnim alatom, pri upravljanju i posluživanju transportnim sredstvima (kamioni), pri rukovanju i radu s predmetima rada, pri kretanju na radu i drugo. Općenito, izvore mehaničke opasnosti na sredstvima rada dijelimo na:

- opasnosti od uređaja za prijenos mehaničkih gibanja i
- opasnosti u području radnog postupka.

Uređaji za prijenos gibanja obuhvaćaju elemente i sklopove koji služe za izravno prenošenje snage s pogonskog stroja na radni, odnosno do samog područja radnog postupka. Ovamo pripadaju razni prijenosnici snaga na primjer remenice, zupčanici, puževi, spojke, vratila i osovine, razni lanci i lančanici, užad i drugo.

Područje radnog postupka odnosi se na samo radno mjesto rada, to jest na onaj dio stroja na kojem se materijal oblikuje: reže, buši, probija, savija, kuje, spaja, zavaruje, gdje se s njega skida strugotina itd. Zaštita na radu od mehaničkih opasnosti uglavnom se provodi primjenom osnovnih pravila zaštite na radu kojima se uklanja ili smanjuje opasnost na sredstvima rada. Ona sadrže zahtjeve kojima mora udovoljavati sredstva rada kada je u uporabi.

Zaštitne naprave za blokiranje koje su povezane s mehanizmom za uključivanje stroja pa nije moguć rad stroja dok zaštitna naprava nije na mjestu gdje zaštićuje radnika. To su najčešće pomične zaštitne naprave ali mogu biti i stalne kao na primjer kod zaštitne naprave pomoću fotoćelija.

Dvoručno uključivanje stroja iako nije zaštitna naprava ima istu ulogu jer se stroj može pokrenuti samo istovremenim pritiskom na dvije poluge ili tipkala na stroju čime su ruke radnika zauzete za vrijeme radnog hoda stroja i ne mogu ući u opasan prostor. Strojevi i uređaji moraju se redovito pregledavati kako bi se utvrdilo da su ispravni i sigurni za rad. Na propisani način moraju se svake dvije godine ispitivati strojevi i uređaji s povećanim opasnostima o čemu mora postojati odgovarajuća propisana dokumentacija i evidencija.

Mehaničkim izvorima opasnosti smatraju se oni koji uzrokuju takozvane mehaničke ozljede. To su udarci, prignječenja, posjekotine i slično. Do mehaničkih ozljeda dolazi od predmeta u stanju mirovanja ili gibanja. Tako, na primjer, opasnosti od mehaničkih ozljeda javljaju se pri rukovanju (ili u njihovoj blizini) oštrim i šiljastim predmetima, rotirajućim predmetima, na mjestima uklještenja, u blizini predmeta koji se gibaju pravocrtno i slično. Osim toga, opasnosti su i dijelovi stroja ili predmeti koji mogu odletjeti iz stroja (otpuštanje dijelova). To se može spriječiti samo ispravnim održavanjem i kontrolom. Radnici koji rukuju ili rade na održavanju, posluživanju stroja, izloženi su opasnostima od slobodnog pada predmeta koji se obrađuje, odlaže, prenosi, premješta i slično. Ako bismo željeli napraviti selekciju mehaničkih izvora opasnosti, brinući o mjerama zaštite pri radu koje se postižu upotrebom zaštitnih naprava, tada kao tipične opasnosti možemo istaknuti:

- Opasnosti od dijelova koji miruju
- Opasnosti od rotirajućih dijelova (kod kružnog gibanja)
- Opasnosti kod pravocrtnog gibanja
- Opasnosti od uklještenja
- Opasnosti na različitim mjestima radnog postupka

Opasnosti od dijelova koji miruju; Stroj nije opasan samo kad je u pogonu, nego i kad miruje, jer tada na njemu postoji izvori opasnosti kojima se ne obraća dovoljna pažnja. U stanju mirovanja na stroju mogu postojati opasnosti od elemenata koji strše. To su uglavnom oštri rubovi stroja ili alata ili dijelovi zagrijani na višu temperaturu od čega mogu nastati opekline. Od alata i dijelova stroja opasnost postoji i pri nošenju i prenošenju, jer oštri i šiljasti dijelovi mogu biti uzrok različitih povreda. Nož, sjekira, izvijači, pile, limovi, stakla i drugo mogu pri nespretnom pokretu biti i uzrok teških povreda.

Opasnosti od rotirajućih dijelova; Osovine, vratila, kotači, zupčanici, svrdla, spojke, prsteni, šipke koje se obrađuju na struju i drugo, karakteristični su primjeri dijelova koji rotiraju i koji mogu uzrokovati povredu. Opasnosti pri kružnom gibanju ne ovise o brzini gibanja, ali je samo po sebi razumljivo da se pri povećanju brzine opasnost znatno povećava. No, bez obzira na tu brzinu, oni predstavljaju opasnost ako nisu na odgovarajući način zaštićeni. Čak i savršeno glatke osovine i vratila mogu zahvatiti kosu ili odjeću radnika i izazvati nesreću. To se može spriječiti ispravnom zaštitom svih osovina postavljenih do 2m iznad poda. Ograda može biti limena, što je osobito

prikladno u slučaju kada se osovina nalazi blizu poda prostorije. Ako se osovina nalazi na većoj visini ili ispod radnog stola, onda je zaštitnu ogradu prikladnije ovjesiti. Takva zaštitna naprava obično se izrađuje od žičane mreže ili lima, a oblik joj ovisi o prikladnosti i mogućnosti smještaja, obično je četvrtast ili cilindričan.

Ogradu treba uvijek napraviti tako da se može lako skinuti i ponovo postaviti oko bi se olakšali radovi na održavanju. Vertikalna vratila ograđuju se do visine 5 m iznad poda, pri čemu se donji dio ograde, do visine 0,5 m izrađuje od lima i drva, jer je na tom dijelu veća mogućnost oštećenja vratila prilikom transporta materijala po radnom prostoru. Povrede od kružnog gibanja mogu biti vrlo ozbiljne, čak i smrtonosne. Najopasniji su oni slučajevi kad je zahvaćena kosa ili dio odjeće, koji se omotava i sve jače gnječi pojedine dijelove unesrećenoga, slika 2. prikazuje znak za opasnost od rotirajućih dijelova.



Slika 2. Opasnost od rotirajućih dijelova

Opasnosti na različitim mjestima radnog postupka; Slične opasnosti od kružnog i pravocrnog gibanja pojavljuju se i na mjestima na kojima se na stroju obavlja radni postupak. Tako se, na primjer na tračnim pilama, glodalicama i brusilicama, materijal obrađuje na osnovi pravocrnog i kružnog gibanja, skidanjem materijala u obliku strugotine. Takav način obrade najčešće je najopasnije mjesto na reznom alatu na dijelu rezne oštrice koja nije pokrivena obrađivanim materijalom ili na drugi odgovarajući način zaštićena. Tipični slučajevi opasnosti od pravocrnog gibanja na

mjestima radnog postupka javljaju se kod probijanja, odsijecanja, savijanja, prešanja ili kovanja materijala. Najveća je opasnost ondje gdje se materijal obrađuje. Takva je mjesta potrebno dobro zaštititi jer u suprotnom može doći do težih ozljeda koje gotovo uvijek završavaju gubitkom prstiju ili šake, a mogu imati i teže posljedice - infekciju i veće amputacije.

### 3. STROJEVI ZA OBRADU METALA

Alatni stroj je stroj za oblikovanje obradaka ili izrađevina od različitih materijala. Prije industrijske revolucije materijal se obrađivao uglavnom ručno ili se za pogon jednostavnih strojeva koristila vodena energija. Izumom parnoga stroja dobiven je siguran i pokretan izvor mehaničke energije za pogon strojeva, a poslije su se za pogon upotrijebili elektromotori. Tijekom 18. i 19. stoljeća konstruirana je većina osnovnih alatnih strojeva. Krajem 19. stoljeća alatni su strojevi postali temelj za masovnu proizvodnju i za razvoj industrijskog društva. Tijekom 20. stoljeća uvedena su mnoga poboljšanja, osobito glede veće proizvodnosti i točnosti obrade te u elektroničkom upravljanju i automatizaciji proizvodnje .

Osnovni zadatak alatnih strojeva je zamjena ljudskog rada uz povećanje točnosti, produktivnosti, ekonomičnosti i drugog. Slika 3. prikazuje CNC stroj za obradu metala. Strojna obrada odvajanjem čestica se obavlja na alatnom stroju s unaprijed određenim alatima, kako bi se u što kraćem vremenu dobio proizvod zadovoljavajuće kvalitete. Današnja proizvodnja je nezamisliva bez alatnih strojeva. Ručna obrada i korištenje ručnih alata je skupo i presporo, te je u serijskoj ili masovnoj proizvodnji nemoguće proizvoditi bez pomoći alatnih strojeva.

Prednosti alatnih strojeva :zamjena fizičkog rada radnika, smanjenje broja radnika, bolja iskoristivost alatnog stroja, smanjenje vremena rada povećanje proizvodnosti, smanjenje troškova izrade, povećana ekonomičnost.



Slika 3. CNC stroj za obradu metala



### 3.1. Dijelovi alatnih strojeva

Alatni stroj sastoji se od nekoliko cjelina bez kojih ne može raditi:

- Pogonski dio,
- Prijenos snage, momenta i sile,
- Izvršni ili radni dio,
- Upravljački dio,
- Postolja, kućišta, stupovi, grede, konzole.

Pogonski dio se mijenjao s napretkom tehnike kroz stoljeća. Počevši od pogona snagom životinja, vode, vjetra, zatim u industrijskoj revoluciji upotrebom parnog stroja, te do Nikole Tesle koji nam je dao trofazni elektromotor, koji je i danas osnovni pokretač svih alatnih strojeva. Elektromotor je električni stroj koji pretvara električnu energiju u mehanički rad. Trofazni kavezni asinkroni elektromotor se naglo razvijao i upotreba se širi cijelim svijetom. Iako se nekad nije moglo precizno upravljati brojem okretaja, razvoj elektronike danas uvelike omogućuje regulaciju pokretanja, regulaciju broja okretaja i regulaciju momenta trofaznog elektromotora.

Prijenos snage, momenta i sile se mijenjao s promjenama pogonskih strojeva i povećanjem snage motora, ovisno o potrebnoj pretvorbi mehaničkog rada napretkom tehnike kroz stoljeća. Prigoni su prijenosnici momenta i snage, a mogu biti reduktori (smanjuju broj okretaja, ali povećavaju snagu) ili multiplikatori. Dije se prema načinu gibanja pogonjenog elementana rotacijske i translacijske (pravolinijske) prigone. Mogu se podijeliti prema načinu rada na električne, mehaničke i hidrauličke. Izvršni ili radni dio su različiti alati i naprave. Alati su sredstva u direktnom dodiru s predmetom koji se obrađuje, koji ga preoblikuju ili mijenjaju dimenzije ili svojstva. Naprave su pomoćna sredstva koja se koriste u tijeku proizvodnje, ali direktno ne obrađuju predmet, već sudjeluju kao samostalni uređaji ili dijelovi alatnog stroja.

Upravljački dio alatnog stroja služi za upravljanje gibanjima alata i obratka, te odabiranje parametara obrade.

## 3.2. Podjela alatnih strojeva

Alatni strojevi se mogu podijeliti na alatne strojeve za obradu bez odvajanja čestica i alatne strojeve za obradu odvajanjem čestica. Alatni strojevi oblikuju obratke na više načina: odvajanjem čestica, deformacijom, odrezivanjem, primjenom elektriciteta i ultrazvuka ili različitim kemijskim postupcima. Alatni strojevi koji oblikuju odvajanjem čestica uz kružno glavno gibanje jesu tokarilice, glodalice, bušilice i brusilice, te kružne i krunske strojne pile, uz ravnocrtno glavno gibanje blanjalice i strojne vrpčaste pile, a deformacijom i odrezivanjem preše i strojne škare.

Alatni strojevi za obradu bez odvajanja čestica se mogu podijeliti na alatne strojeve za plastično oblikovanje (kovanje: batovi i preše, duboko vučenje, savijanje: savijanje limova i savijanje cijevi, provlačenje, valjanje, hladno oblikovanje, isprešavanje ili ekstruzija), alatne strojeve za lijevanje (kalupljenje, peći, čišćenje odljevaka), alatne strojeve za spajanje (zavarivanje, tvrdo i meko lemljenje, lijepljenje) i alatne strojeve za obradu promjenom strukture (peći i kupke).

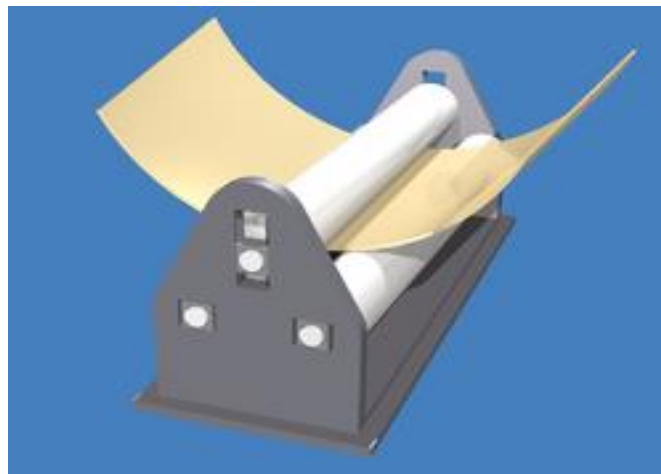
Kovački strojevi su alatni strojevi za obradu preoblikovanjem sirovca, te promjenom dimenzija. Volumen sirovca je konstantan, to jest ne mijenja se po završetku obrade. S obzirom na konstrukciju i način rada dijele se na: batove i preše. Otkivak kao gotov proizvod na batu ili otpresak kao gotov proizvod na preši, se razlikuju po postupku nastajanja. Neki materijali ne podnose nagle promjene oblika (udarce na batovima), te ih je potrebno postepeno preoblikovati (na prešama).

Zato su konstruktivna rješenja alatnih strojeva prilagođena materijalu proizvoda: batovima koji otkivak obrađuju udarcima, odnosno prešama koje postepeno preoblikuju otpresak povećavanjem pritiska, te ga zadržavaju konstantnim određeno vrijeme.

Strojevi za duboko vučenje metala, to su postupci u kojem se obradak (platina ili rondela), najčešće u hladnom stanju, provlači kroz jednu ili više matrica u novi željeni oblik korištenjem specijalnih alata. Duboko vučene proizvode karakterizira dubina proizvoda, koja je veća od polovice promjera rondele. Proizvodi mogu imati različite poprečne presjeke s ravnim, konusnim (stožastim) ili zakrivljenim stjenkama, ali najčešći oblici su cilindrične (valjkaste) ili pravokutne geometrije. Duboko vučenje

upotrebljava rastezljive metale kao što su aluminij, mjed, bakar i meki čelici u proizvodnji auto dijelova, limenog posuđa i ambalaže, municije itd.

Savijanje limova je postupak obrade metala bez skidanja strugotine kod kojeg se u poprečnom presjeku unutrašnji dio skraćuje i opterećen je na tlak, dok se vanjski dio produljuje i opterećen je na vlak. Savijanje lima se dijeli na: kružno savijanje, savijanje pod kutom (oštrokutno savijanje) i profilno savijanje, slika 4, mehanička savijačica s 3 valjka.



Slika 4. Mehanička savijačica s 3 valjka

Savijanje cijevi je postupak obrade metala bez skidanja strugotine kod kojeg se ravna cijev savija za neki kut. Pri savijanju cijevi pola cijevi u poprečnom presjeku (unutrašnji dio) se skraćuje i opterećen je na tlak, dok se druga polovica cijevi u presjeku (vanjski dio) produljuje i opterećena je na vlak. Slika 5. prikazuje stroj za savijanje cijevi. Ta naprezanja dovode do deformacija presjeka, smanjenja ili čak do potpunog zatvaranja presjeka. Alatni strojevi za savijanje cijevi moraju održati nakon savijanja konstantni presjek cijevi. Po konstrukciji se dijele na: savijačice za rotacijsko savijanje, tlačne savijačice, savijačice za savijanje žigom, savijačice s tri valjka.



Slika 5. Stroj za savijanje cijevi

Isprešavanje ili ekstruzija služi u proizvodnji raznovrsnih profila, šipki, traka, cijevi konstantnog presjeka, od lakih i obojenih metala, te mekih čelika. Najveće prednosti su: mogućnost proizvodnje profila najsloženijih oblika te odlično stanje površine gotovog proizvoda. Gotovi proizvod može biti: kontinuirani (teoretski beskonačno dugi proizvod) ili polukontinuirani (proizvodnja rezanih ili kraćih predmeta).

Proizvodi se koriste u građevinskoj industriji, industriji namještaja, kućanskih uređaja industriji vozila, elektroindustriji.

Štancanje je obrada metala bez odvajanja čestica postupcima rezanja ili trajne deformacije. Štance su alati koji na preši razdvajaju, preoblikuju ili spajaju materijal. Podjela štanci prema namjeni: za izrezivanje, probijanje, savijanje, vučenje, zakivanje.

Štanca je alatni stroj za obradu štancanjem i sastoji se od gornjeg pomičnog sklopa pričvršćenog na pritiskivalo preše i donjeg nepomičnog sklopa pričvršćenog na radni stol preše. Radni ili rezni elementi štance su žigovi ugrađeni u gornji sklop i matrica u donji sklop.

Alatni strojevi za obradu odvajanjem čestica su; tokarilice, slika 6., su alatni strojevi za strojnu obradu odvajanjem čestica, pomoću kojih se rezanjem obrađuju i izrađuju dijelovi rotacijskog oblika. Tokarilice se dijele: jednostavne tokarilice, univerzalne tokarilice, kopirne tokarilice, planske tokarilice, karusel tokarilice, revolverске tokarilice, CNC tokarilice. Tokarenje je postupak strojne obrade skidanjem čestica kojim se proizvode obratci rotacijskih površina (valjkasti proizvodi). Izvodi se na alatnim strojevima tokarilicama. Obradak obavlja glavno gibanje, dok alat obavlja posmično, pripremno i dostavna gibanja.



Slika 6. Tokarilica

Glodalice, slika 7., su alatni strojevi za strojnu obradu odvajanjem čestica pomoću kojih se rezanjem obrađuju dijelovi pretežno ravnog oblika (poravnavanja, utori, žljebovi), te profili, navoji, zubi. Glavno gibanje je uvijek rotacijsko, dok je posmično gibanje pravocrtnog ili kružnog oblika i uvijek je okomito ili pod nekim kutom na os rotacije. Glodanje je nakon tokarenja najvažniji postupak obrade materijala skidanjem čestica. Tim postupkom možemo obraditi ravne plohe, prizmatične žljebove i utore, zupčanike, navoje, te uzdužno i prostorno profilirane površine. Glodanje je postupak obrade skidanjem čestica kod kojeg alat obavlja glavno gibanje. Posmično gibanje je uvijek pod nekim kutom u odnosu na os rotacije alata i obavlja ga ili obradak ili alat. Obavlja se alatima s više jednakih oštrica ili sa sastavljenim alatima. Sve oštrice toga alata nisu istodobno u zahvatu. Zato je glodanje složenija operacija od tokarenja ili bušenja zbog većeg broja oštrica alata i zbog promjenjivog presjeka strugotine koju skida pojedini zub za vrijeme obrade.

Zubi glodala dolaze jedan za drugim u zahvat s materijalom i za vrijeme zahvata jako se mijenja opterećenje zuba.



Slika 7. Glodalica za metal

Bušilice su alatni strojevi kojima se pomoću alata za bušenje izrađuju okrugle rupe. Dije se na: stolne bušilice, stolno stupne bušilice, stupne bušilice, redne bušilice, revolverске bušilice, viševretene bušilice, radijalne bušilice, vodoravne bušilice, bušilice glodalice, koordinatne bušilice, bušilice za duboko bušenje, bušilice za urezivanja navoja.

Blanjanje je postupak obrade metala odvajanjem čestica kojim se obrađuju ravne površine (vodoravno, okomito ili koso), različiti prizmatični utori, kanali, vodilice. Alat za blanjanje je nož određene geometrije, dok reže obavlja pravocrtno glavno gibanje. Povrat alata u početni položaj je po istoj putanji. Nakon povratka slijedi posmak koji je okomit na glavno gibanje i kod kratkohodnih blanjalica ga obavlja radni stol (obradak). Dubina reza se određuje spuštanjem ili podizanjem noža u držaču alata. Osnovno svojstvo blanjanja je mala produktivnost, te se često zamjenjuje glodalicama.

## 4. OPASNOSTI KOD RADA NA STROJEVIMA

Oruđem se smatraju postrojenja, strojevi, uređaji, sredstva za prijenos tereta i mehanizirani ručni alat. Oruđe se u prostoru mora postaviti tako da pokretno oruđe ili njegovi dijelovi ne stvaraju opasna mjesta s čvrstim ili pokretnim dijelovima u zgradi, izvan zgrade ili u blizini glavnih i pomoćnih prolaza. Pri razmještanju oruđa moraju se predvidjeti slobodne površine za rukovanje i posluživanje oruđa te površine za odlaganje materijala (sirovina, poluproizvoda i gotovih proizvoda). Radi čišćenja, podmazivanja i održavanja oruđa, moraju se osigurati odgovarajući slobodni prolazi i pristupi oruđu s onih strana gdje se ti radovi obavljaju. Širina pristupa oruđu na kojem radnik obavlja poslove mora biti u skladu s potrebama rada i položaja tijela radnika pri obavljanju tih poslova. Na oruđu se mora postaviti natpisna pločica s uočljivim dostupnim i trajnim natpisom i s podacima o proizvođaču, tipu, seriji, broju, godini proizvodnje te naznakama o tehničkim karakteristikama oruđa (npr. snaga, radni napon, frekvencija struje, broj okretaja, radni tlak medija i dr.), ako taj natpis ili njegov dio nije utisnut na samom oruđu. Ako je posebnim propisima određen sadržaj podataka na natpisnoj pločici oruđa, podaci na oruđu moraju biti u skladu s tim propisima. Ako pri rukovanju i održavanju oruđa, zbog složenosti i skrivenih opasnosti ili opasnih tvari koje se u procesu rada upotrebljavaju ili mogu nastati, postoje opasnosti za radnike, moraju se u neposrednoj blizini oruđa ili na njemu postaviti odgovarajuća trajna upozorenja i upute. Proizvođač strojeva i uređaja obavezan izraditi sukladno propisima zaštite na radu kako bi se opasnosti i štetnosti koje postoje pri njihovom korištenju otklonile ili smanjile na najmanju moguću mjeru. Proizvođač strojeva i uređaja s povećanim opasnostima dužan je izdati tehničke upute (upute za montažu, demontažu, održavanje i za rad na siguran način) za uporabu sukladno odredbama Zakona. U provođenju mjera zaštite na radu poslodavac je dužan osigurati: nabavku i uporabu sredstava rada i osobnih zaštitnih sredstava, uporabu samo ispravnih sredstava za rad i osobnih zaštitnih sredstava, primjenu sigurnih načina rada (namjensku uporabu sredstava rada i osobnih zaštitnih sredstava) , osposobljavanje za stručan rad i za rad na siguran način.

## 4.1. Pravila za rad na siguran način s alatnim strojevima

Uzimaju se sljedeća pravila za rad na siguran način s alatnim strojevima:

- Strojem smije rukovati samo osposobljen i pravilno zaštićen radnik, slika 8.
- Prije početka rada treba se uvjeriti da rad stroja neće ugroziti druge radnike.
- Zabranjeno je čišćenje, podmazivanje i popravljanje stroja dok je u pogonu.
- Prostor oko stroja mora biti očišćen, a pristup stroju oslobođen.
- Potrebno je nositi radnu odjeću koja prilježe uz tijelo.
- Kosa se treba nalaziti pod kapom ili svezanom maramom.
- Obavezno nošenje zaštitnih naočala.
- Ne smije se nositi kravata, nakit ili slični predmeti dok se radi na stroju.
- Ne smiju se skidati zaštitne naprave na stroju.
- Smije se upotrebljavati samo ispravan alat.
- Svaki kvar ili nedostatak na stroju potrebno je prijaviti odgovornoj osobi.



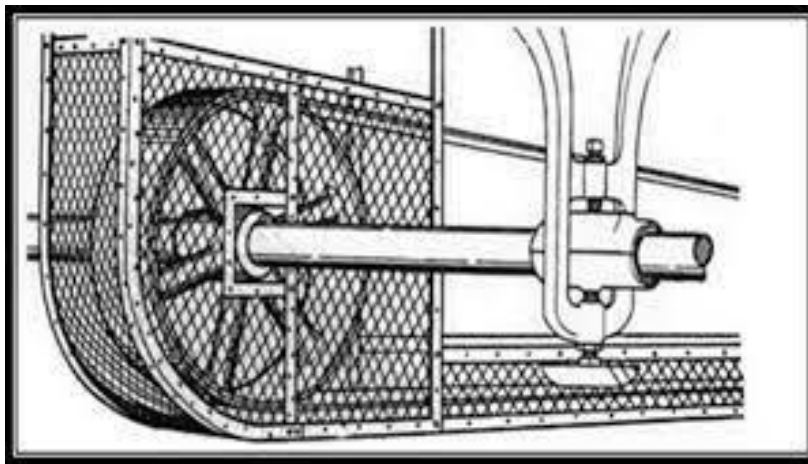
Slika 8. Znakovi zaštite kod rada na strojevima

## 4.2. Zaštitne naprave i uređaji

Zaštitne naprave (ograde, slika 9., zgrade, štitnici, poklopci, vratašca, oklopi, kape, nape, branici, naprave za protuprovalno djelovanje izradaka i dr.) jesu naprave koje moraju biti konstruirane i postavljene na oruđu tako da se onemogući ulazak ruke ili drugih dijelova tijela u opasna mjesta (zone) za vrijeme rada i da se spriječe druga štetna djelovanja izvora opasnosti. Druga štetna djelovanja može predstavljati lom



oruđa, odbacivanje radnika, prskanje, izlivanje, požar, eksplozija, trovanje, nagrizanje, opasna zračenja te ostala štetna djelovanja. Ako se zaštitne naprave moraju povremeno iz tehnoloških razloga skidati ili otvarati radi nadzora, ugađanja, izmjene alata, popravaka, čišćenja i dr., mora se postaviti uređaj koji će isključiti oruđe dok se zaštitna naprava ne postavi na svoje mjesto. Pokretni dijelovi oruđa koji bi mogli ugroziti sigurnost radnika ili okolice moraju biti zagrađeni zaštitnim ogradama ili zatvoreni oklopima, štitnicima, kućištem ili na drugi način. Zaštitne naprave moraju biti na siguran način pričvršćene za postolje ili drugi nepokretni dio oruđa, ili za građevinski dio objekta gdje je oruđe postavljeno. Zaštitni uređaji su, za razliku od zaštitnih naprava, konstrukcijski elementi oruđa koji služe i za rad na oruđu i za zaštitu radnika od pojedinih opasnosti.



Slika 9. Ograda kao zaštitna naprava

Zaštitne naprave i uređaji moraju udovoljavati ovim uvjetima:

- moraju biti dovoljno čvrsti i otporni,
- moraju biti izrađeni od prikladnog materijala,
- moraju biti odgovarajućih dimenzija,
- ne smiju svojim položajem i izvedbom stvarati nove izvore opasnosti,
- moraju biti izvedeni tako da se ne mogu skinuti bez upotrebe alata.

Ako se radi zaštite radnika na oruđu upotrebljava uređaj za dvoručno uključivanje, moraju postojati dva aktuatora (tipkala, ručice i dr.) na koje radnik mora istovremeno djelovati dok traje opasna radna operacija. Međusobna udaljenost aktuatora (dviju ručica, tipki, tipkala ili poluga) na uređaju zadvoručno upravljanje

mora biti tolika da ih se ne može aktivirati istom rukom ni drugim dijelom tijela. Zaštitne blokade (zaštitni uređaji za blokiranje) su uređaji kojima se osigurava međuovisnost djelovanja zaštitnih naprava ili uređaja i oruđa odnosno njegovih dijelova. Međuovisnost djelovanja osigurava se osobito u slučajevima kad se zahtijeva da se oruđe ili njegov dio ne može staviti u pogon dok se ne postavi ili dovede u ispravno stanje zaštitna naprava ili uređaj odnosno da se zaštitna naprava ili uređaj ne mogu skinuti dok se oruđe odnosno njegov dio ne zaustavi. Zaštitne blokade moraju biti tako izvedene da su zaštitne naprave i zaštitni uređaji automatski u funkciji od početka nastajanja opasnosti odnosno od početka rada oruđa s opasnim tvarima.

Ovisno o vrsti oruđa, zaštitne blokade prema zaštitnim napravama i uređajima moraju osiguravati:

- 1) da za vrijeme opasnog gibanja odnosno rada oruđa s opasnim tvarima zaštitna naprava ili zaštitni uređaji budu sve vrijeme u radu djelotvorni;
- 2) da se u slučaju skidanja ili otvaranja zaštitne naprave ili zaštitnog uređaja automatski zaustavi rad oruđa;
- 3) da je skidanje odnosno otvaranje zaštitne naprave ili zaštitnog uređaja moguće tek kad je potpuno zaustavljeno opasno gibanje odnosno rad oruđa s opasnim tvarima i onemogućeno djelovanje preostale energije nakon isključenja oruđa.

## 5. REKILIRANJE METALA

Recikliranje je jedna od radnji koja ima najveći utjecaj na okoliš kada je u pitanju smanjenje ugljičnog otiska i razine nastalog otpada. Stoga se njegova primjena i popularizacija sve češće šire. Pri recikliranju općenito, mora se uzeti u obzir da postoji posebno važna vrsta recikliranja, a to je metal. Prema pojedinim procjenama, recikliranjem metalnog otpada smanjuje se količina krutog otpada za 44%, potreba za vodom 40,5 posto te potrebe za energijom od 85 posto koja bi se inače trošila za proizvodnju metalne ambalaže. Recikliranjem metalnog otpada smanjuje se količina ispušnih plinova tvornica za 86 posto te zagađenje vode za 76 posto. Sva upotreba metala različitih vrsta zahtijeva vrlo visoku proizvodnju metala, posebno željeza i aluminijsa, ali i drugih manje uobičajenih metala, poput cinka, kadmija ili olova, dajući neke primjere. Dobivanje ovih metala vrši se iz rudnika koji, osim što su znatno skuplji postupak, također su i vrlo zagađujući, jer uništavaju okoliš u kojem se rudnici nalaze i podrazumijevaju trošenje tone prirodnih resursa, posebno energije i vode.

Jedna od velikih prednosti metala jest ta što se metalni materijali mogu reciklirati. Najvećim dijelom postupak recikliranja provodi se odvajanjem metala od ostatka materijala koji se nalaze u otpadu i od otpadnog metala. Slika 10. Prikazuje šreder za obradu metalnih limenki. Zatim se provodi taljenje, gdje će se trošak morati odvojiti, što će biti ostaci drugih materijala koji su zajedno s metalom stigli do procesa topljenja. Konačno, metal se hladi i stavlja u kalupe da poprimi željeni oblik, bilo da su to ingoti, glačala ili bilo koji drugi aspekt s kojim se trguje recikliranim metalom. Taj je postupak osobito važan jer se recikliranjem metala troškovi njegove proizvodnje značajno smanjuju. Dobivanje metala iz otpada je znatno jeftinije od onoga u rudnicima. U tom je smislu vrlo važno smanjenje ekonomskih troškova, ali istodobno i vrlo važan trošak zaštite okoliša.

Pri recikliranju metala izbjegavamo izvlačiti toliko metala iz rudnika, pa se utjecaj uvelike smanjuje. Također recikliranjem metala smanjujemo i utjecaj na okoliš smanjujući transport, jer se općenito recikliranje metala vrši na istim mjestima gdje će se veliki dio ovog metala nakon toga potrošiti. Konačno, recikliranjem metala smanjujemo prisutnost otpada i smeća koji, osim što predstavljaju problem pri njegovom upravljanju, čine i jedno od smeća koje najviše zagađuje. Jedan od velikih problema koji predstavlja metalno proizvedeno smeće jest taj što je smeće jako onečišćujuće. Prirodno, postoje i opasniji metali od drugih.

Međutim, neke od njih vrlo su česte u našem danu, poput aluminijske ambalaže ili mnogih teških metala prisutnih u računalnoj ili telefonskoj opremi, kao i u mnogim uređajima (kadmij, olovo, živa, arsen itd.) visoko zagađuju kada se ispuštaju u okoliš, jer su otrovni i opasni za živa bića. Zbog toga recikliranje metala nije važno samo iz perspektive izbjegavanja onečišćenja nastalih u rudnicima ili zbog ekonomskih ušteda i prirodnih resursa koje sa sobom donosi, već i kad je u pitanju sprečavanje raspršivanja tih metala u ekosustava, što bi rezultiralo smrću stotina tisuća životinja. Uz to, u slučaju da ovi metali završe u kontaktu s ljudima, govorili bismo o stvarnom zdravstvenom problemu, jer su to metali koji napadaju žive organizme na mnogo načina, posebno u aspektima koji se odnose na živčani, hormonalni i imunološki sustav. Stoga recikliranje postaje ne samo zaštita okoliša, već i posao koji jamči zdravstvenu sigurnost, slika 10.

#### Zanimljivosti:

- jedna reciklirana konzerva uštedi toliko energije da televizor može raditi 3 sata
- limenci Coca-Cole potrebno od 50 do 200 godina da se razgradi u prirodi
- reciklažom jedne tone starih limenki dobije 0,9 tona novih limenki i štedi se 95 posto energije
- aluminijske konzerve se mogu reciklirati i biti u ponovnoj upotrebi za samo šest tjedana
- odbačena aluminijska konzerva, limenka piva ili soka može zagađivati okoliš idućih 500 godina
- 80 posto dijelova automobila, odnosno prijevoznih sredstava može reciklirati



Slika 10. Drobilica (šreder) za obradu metalnih limenki

## 6. PRIMJERI ZAŠTITE I SIGURNOSTI U TALIONICAMA

Opis poslovanja i zaštita na radu u talionici željeza i talionici aluminija koje se bave preradom otpadnih metala u poluproizvode koji se dalje koriste u različitim industrijama širom svijeta.

### 6.1. Talionica željeza

Željezara Sisak ima dugu tradiciju i iskustvo u metalurškoj proizvodnji, započetoj davne 1938. godine izgradnjom visoke peći u vlasništvu Rudarskog udruženja – Talionica Caprag. Proizvodnja čelika počela je 1954. godine.

Tvrtka AcciaierieBertoliSafau kupila je postrojenja 31. svibnja 2012. Od tvrtke CMC. Nakon stanke zbog lošeg kretanja tržišta u razdoblju 2015.-16., proizvodnja je ponovno pokrenuta krajem 2017. godine. Ulaganja su bila usmjerena na postrojenje za vakuumsko raspršivanje, stroj za kontinuirano lijevanje i komplet novih dizalica.

Lokalna tradicija spojena iskustvom i podržana tehnologijama Danieli grupacije omogućili su Željezari Sisak postizanje kvalitete potrebne za najzahtjevniju krajnju upotrebu (nafta i plin, željeznica, proizvodnja električne energije, automobilski dijelovi).

Q-ONE je primjer kontinuiranog poboljšanja. Sisak je prvo proizvodno mjesto na međunarodnoj razini koje je 2019. godine opremljeno tehnologijom projektiranom i razvijenom od tvrtke Danieli Automation s ciljem davanja energetske stabilnosti električnoj mreži dok je tališna peć u funkciji, puštena je u rad prvi put u Hrvatskom postrojenju.

Q-ONE se naziva i digitalnom talionicom i omogućuje značajno smanjenje potrošnje električne energije. Tehnologija nije osmišljena samo za instalaciju na nove sustave već i za nadogradnju postojećih. Maksimalni proizvodni kapacitet je oko 350 000 tona godišnje i dobiva se: iz elektrolučne peći od 67 tona (EAF – electricarcfurnace) koja se nalazi u “doghouse-u” za učinkovito ublažavanje buke i dima, iz lonac peći za postupak rafiniranja, iz spremnika za vakuumsko otplinjavanje i jednog stroja za kontinuirano lijevanje s 3 odljevka.

## Linija za taljenje

Odabrana smjesa otpadnog metala, ovisno o vrsti čelika i sadržaju ostataka kojeg zahtijevaju kupci ili norme, ulijeva se u elektrolučnu peć i topi zahvaljujući toplini koju razvijaju 3 grafitne elektrode i korištenjem dodatne kemijske energije (kisik i ugljik). Potom se rastaljeni čelik topi u lonac peći i pročišćava u istoj peći dodavanjem aditiva i ferolegura, prema ABS-ovom proizvodnom standardu za čelik (NFA kartica). Uz to se povećava temperatura čelika, koristeći 3 grafitne elektrode, nužan korak da bi se moglo pravilno upravljati sljedećim fazama – vakuumskim degazerom i lijevanjem.

Na kraju, prije lijevanja, rastaljeni čelik se obrađuje vakuumom, prema zahtjevu kupca, otprilike 15-20 minuta kako bi se smanjio sadržaj plina, posebno vodika, i kako bi se čelik očistio od metalnih nečistoća. Nakon vakuumskog postupka, dodavanjem specifičnih ferolegura u žici, stvara se konačna kemija koju je kupac zatražio.

## Linija za lijevanje

Tijekom kontinuiranog postupka lijevanja, kvaliteta čelika osigurava se upotrebom maziva, izolacijskog i egzotermnog praha, uz postupke za sprječavanje ponovne oksidacije čelika, od lonac peći do razdjelnika i od razdjelnika do kalupa: alati za ovaj postupak su posebne vatrostalne cijevi, protok argona i potopljene mlaznice. Uz to, automatski sustav kontrolira razinu otopljenog čelika u kalupu, a elektromagnetske miješalice, smještene u 2 različita položaja, omogućuju postizanje homogene unutarnje strukture, što znači postizanje najbolje kvalitete.

## Proizvodi:

Kovine kovani proizvodi koje isporučuju čine širok asortiman, i veličinom i vrstama čelika. Isporučuju također sirove ili oblikovane kovine, u njihovom prirodnom stanju ili nakon njihove termičke obrade. Obradene u automatskom kovačkom postrojenju

Danieli Breda, kovine mogu uključivati ugljične čelike, kaljene čelike, čelike za poboljšanje, čelike za vruću obradu te nehrđajući inoks.

Rotokovina inovativan proizvod koji je osmišljen da zajamči završnu obradu čak i kod velikih dimenzija. Rotokovina uspijeva kombinirati prednosti valjanih i kovanih proizvoda u jednom proizvodu velikih dimenzija. Kao dio razvojne strategije, Rotokovačnica je postavljena i integrirana u prugu Mars 2015. godine, nakon Bluminga 1000 s pločom za hlađenje (iz 2014.) i Novog Slabing stana 800 osposobljenog za završne obrade na pruzi.

Limovi dvije pruge za valjanje, Luna i Marte (Mjesec i Mars), omogućuju ponudu potpunog asortimana proizvoda. Stalno provjeravaju usklađenost s parametrima grijanja te biraju tehnike valjanja pogodne različitim vrstama čelika nakon čega podvrgavaju limove najprikladnijim načinima hlađenja. Zadnje faze kontrole i obrade uključuju pregled cijelog proizvoda i njegovo moguće kondicioniranje. Ingoti, slika 11., komad metala koji se dobije izljevanjem iz taljevine u neki oblik, najčešće šipke ili bloka, prije daljnje obrade.



Slika 11. Oblici ingota

Sirovine iz kontinuiranog lijevanja, nude širok raspon sirovih bluma iz kontinuiranog lijevanja kako bi udovoljili zahtjevima za proizvodima različitih dimenzija i vrsta čelika, koji su također namijenjeni internim proizvodnim tokovima za postupke valjanja i kovanja. Visokokvalitetna sirovina prisutna je u svim proizvodima i može dostići rekordan presjek od 850 mm.

Agregati U ABS-u primjenjuju aktivnosti usmjerene gospodarenju otpadom i uporabi materijala koji potječu iz procesa proizvodnje čelika. Eco gravel slika 12., jedan je od tih: otpad crnog ili bijelog zrnatog pijeska koji transformiraju za primjenu u različitim sektorima. Eco gravel Black je komponenta visokih performansi pomiješana u betonu, miješanom cementu i bitumenskim konglomeratima, jednostavnije rečeno reciklirani asfalt, kojim je posljednjih godina u regiji Friuli Venezia Giulia i u Sloveniji izgrađeno preko 528 km cesta. Eco gravel White je pak namijenjen za upotrebu u cementima i stabilizaciji tla, posebno u temeljima cesta gdje je potrebno izbjegavati slijeganje. Za industrijsku proizvodnju Eco gravela, 2007. godine su otvorili pogon Global Blue: svake godine proizvode oko 200 000 tona Eco gravela. Primjer je to kružne ponovne upotrebe koja omogućuje da pridonose uštedi prirodnih resursa-



Slika 12. EcoGravel agregat

#### Sigurnost i zaštita:

Kod posjete tvornici primjetio sam da se tamo zaista drži do zaštite na radu u smislu same zaštite posjetitelja, radnika i svih ostalih kooperanata koji ulaze u prostore tvrtke, dok nažalost kod nekih drugih sličnih tvrtki u hrvatskoj koje sam posjetio to nije bio slučaj tamo radnici gotovo da uopće ne koriste osobna zaštitna sredstva tj. koriste ih proizvoljno. U tvornici ABS Sisak primjetio sam da svi radnici koriste osobna zaštitna sredstva: kacige, zaštitne cipele, zaštitna odjela, zaštitne naočale.., također ovisno o vrsti posla koju obavljaju neki radnici koji su radili na visini bili su osigurani/pričvršćeni sa elastičnom užadi i vezani pojasevima oko tijela. Svi koji ulaze u tvrtku u prostore proizvodnje i manipulacije proizvodima dužni su imati reflektirajući



prsluk, zaštitnu kacigu i zaštitne cipele bez toga nema ulaza, također na ulazu se mora potpisati dokument kojim potvrđujemo da smo pročitali i da razumijemo pravila ponašanja i zaštite u tvrtki te da tvrtka ima pravo naplatiti kaznu osobi koja je potpisala dokument a ne pridržava se navedenih sigurnosnih pravila.

## 6.2. Talionica aluminija

Kao moderna proizvodna tvrtka, Talum je jedan od najučinkovitijih svjetskih proizvođača primarnog aluminija i aluminijских legura. Danas se više od 65 godina vrijednog rada u Kidričevu ogleda u zavidnim činjenicama: među 10 su najvećih izvoznika u Sloveniji, godišnje proizvedu više od 110.000 tona aluminijских proizvoda i imaju više od 10.000 zaposlenih od početka proizvodnje .

Zaštita svih podataka i informacija ključna je zadaća korporativnog upravljanja. S porastom globalizacije i digitalizacije povećava se i rizik sa stajališta zaštite informacija. Talumov informacijski sigurnosni sustav u skladu je s potrebnim VDA-ISA kontrolama. Sustavom informacijske sigurnosti učinkovito upravljamo s utvrđenim pravilima rada utvrđenim VDA-ISA katalogom. Propisani su radni dokumenti Taluma u obliku organizacijskih propisa (OP), uputa za rad (ND) i drugih, koji definiraju:

- Organizacija sustava informacijske sigurnosti
- Uključenost djelatnika u sustav informacijske sigurnosti
- Fizičko osiguranje
- Upravljanje ulogama i pristupom
- Sigurnost rada
- Upravljanje odnosima s partnerima
- Usklađenost sustava informacijske sigurnosti
- Zaštita podataka i informacija iznimno je važan segment u poslovanju tvrtke i predstavlja konkurentsku prednost i uvjet za daljnje poslovanje.

Proizvodnja aluminija u Talumu- Aluminij se dobiva elektrokemijskim postupkom u ćelijama elektrolize, gdje se aluminij ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) razlaže na svoje komponente: aluminij i kisik. Proces se odvija u otopini elektrolita čija je glavna komponenta kriolit ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ) na temperaturi između  $950:970^\circ\text{C}$ .

Proces zahtijeva istosmjernu električnu struju koja teče kroz ćeliju za elektrolizu od anode do katode, razgrađujući aluminij. Tekući aluminij se skuplja na katodi u katodnom koritu. Količina dobivenog aluminija ovisi o veličini ćelije ili jačini električne struje. Kada tekući aluminij u katodi dosegne određenu visinu, pumpa se u posebne posude. U njima se transportira u ljevaonicu kao sirovina za daljnju preradu.

Aluminij nikada ne postaje otpad

Recikliranje aluminija koristi samo 5 posto energije u odnosu na prvu proizvodnju. To je skupo i troši energiju, ali nakon što aluminij započne svoj životni ciklus, ne izlazi iz njega.

Elektroliza C, u elektrolizi C ugrađena je centralna točka servis elektrolizne ćelije s visokom električnom strujom. Ćelije se opslužuju suvremenom mehanizacijom i automatizacijom. Upravlja se procesnim računalom, zatvoreni su i spojeni na sustav prikupljanja plina i kemijskog čišćenja.

Proces proizvodnje- u elektrolizi C gotovo je potpuno automatiziran. Ćelije za elektrolizu automatski se reguliraju sustavom upravljanja procesom organiziranim na dvije razine. Prva razina je dizajnirana za upravljanje svakom pojedinačnom stanicom, druga za upravljanje cjelokupnom elektrolizom. U tu svrhu svaka ćelija ima svoj mikroprocesor, koji automatski regulira elektroelektrični razmak, probijanje kore i doziranje glinice i aluminij fluorida. Svi mikroprocesori spojeni su na središnje računalo koje vrši mjerenja napona i struje i pretvaranje u elektrolizi, alarm, obradu podataka i pohranu. Postoje posebna višenamjenska dizala u elektrolizi za opsluživanje elektroliznih ćelija. Sve elektrolizne ćelije su pokrivene i spojene na ekstrakciju plina kroz sabirne cjevovode. Plinsko čišćenje se izvodi suhim postupkom. Svježa glinica apsorbira fluor; skuplja se kroz vrećaste filtere i transportira u proces na elektrolitičkim pećima. Učinkovitost sustava je iznimno visoka, 97% u prikupljanju plinova i 99% u njihovom čišćenju.

Proizvodi:

Ljevačke legure Zbog svojih svojstava, ljevačke legure omogućuju primjenu procesa lijevanja velikih razmjera (lijevanje pod tlakom i tlačno lijevanje) s visokom produktivnošću. Proizvode ih u obliku štapića ili štruca.

Svojstva ljevačkih legura su mala specifična težina, dobra otpornost na koroziju, dobra obradivost, čista i glatka površina i nemagnetnost.

Proizvodimo sve glavne vrste ljevačkih legura. Kao legirajući elementi najčešće se koriste silicij, bakar, magnezij, cink i mangan.

Šipke, proizvodnja šipki je po mjeri i uključuje tri vrste proizvoda:

- šipke za industriju pakiranja,
- šipke za tehničke dijelove,
- posude koje su ugrađene na dno posude za kuhanje od nehrđajućeg čelika.

Šipke su poluproizvod namijenjen daljnjoj obradi, slika 13. prikazuje aluminijske šipke. Naši kupci ih koriste za izradu tuba i limenki u farmaceutskoj, prehrambenoj, kozmetičkoj i kemijskoj industriji te za potrebe automobilske i elektro industrije. Izrađuju se okrugle šipke sa ili bez rupe. Mogu biti ravni ili bombardirani (konusni ili sferni) ovisno o potrebama kupca. Šipke koje nude kupcu su debljine od 3 mm do 11 mm. Sve su meko žarene i površinski obrađene.



Slika 13. Aluminijske šipke

## 7. ZAKLJUČAK

Djelatnost obrade metala jedna je od opasnijih industrija gdje je potreban je visok stupanj zaštite u svim okolnostima. U industriji obrade metala, svaki uređaj ili alat za rad predstavlja potencijalnu opasnost za radnika. Opasnost je veća ukoliko se zaštitna sredstva za rad ne koriste u skladu s pravilnikom o upotrebi osobnih zaštitnih sredstava i zakonom o zaštiti na radu, i ukoliko ih koriste osobe koje nisu stručno osposobljene za rad sa njima. Posebnu opasnost predstavlja obrada materijala na uređajima za rezanje metala, obrađivanje metala , rezanje bravarskim alatima, drobljenje različitih materijala itd. Zakonska obveza provođenja preventivnih programa zaštite i sigurnosti na radu je uređena, ali nije dostatna zbog nesavjesnosti ili nemarnosti samog radnika. Tehnologija radnog procesa u smislu zaštite na radu i zakonska regulativa zaštite na radu konstantno se nadograđuju i poboljšavaju te u budućnosti biti će manje neželjenih događaja te time ozljeda na radu i profesionalnih bolesti. Prilikom posjete gore navedenih tvrtki mogu zaključiti da se radi o vrlo zahtjevom i opasnom poslu koji zahtjeva visoku koncentraciju prilikom određenih manevriranja sirovinama i tekućim metalima ali i gotovim proizvodima koji se unutar skladišnih prostora manevriraju pomičnim dizalicama na visini koja također predstavlja opasnosti na radu. Sigurnosni uvjeti u obje tvrke su na visokom nivou što se tiče samih radnika i ostalih unutar tvrtke ali i što se tiče sigurnosnih uvjeta koje mora zadovoljiti tvrtka.

## 8. LITERATURA

- [1] <https://vatrozastita.com/mjere-zastite-na-radu-i-oprema-u-metalnoj-industriji/> (Pristupljeno: 20.12.2021)
- [2] <https://hnsdff.hr/files/documents/4369/Priru%.pdf> (Pristupljeno: 10.12.2021)
- [3] [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2011\\_03\\_28\\_576.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2011_03_28_576.html) (Pristupljeno: 13.12.2021)
- [4] <https://www.zakon.hr/z/167/Zakon-o-za%C5%A1titi-na-radu> (Pristupljeno: 13.12.2021)
- [5] <https://hr.lamscience.com/advantages-disadvantages-recycling-metal> (Pristupljeno: 10.12.2021)
- [6] <https://hrpdf.info/dokumenti/37ce2c4/opasnosti-i-mjere-za%C5%A0tite-u-metalnoj-indrustriji> (Pristupljeno: 05.01.2022)
- [7] <http://www.hzzsr.hr/wp-content/uploads/2016/11/Opasnosti-pri-radu-sa-strojivima-i-drugom-radnom-opremom.pdf> (Pristupljeno: 05.01.2022)
- [8] <https://zastitanaradu.com.hr/novosti/Rad-sa-strojivima-i-uredajima-s-povecanim-opasnostima-26> (Pristupljeno: 09.02.2022)
- [9] <https://www.absacciai.com/hr/abs-sisak/> (Pristupljeno: 18.02.2022)
- [10] <https://www.talum.si/> (Pristupljeno: 18.02.2022)
- [11] <https://www.glasgacke.hr/?ispis=detalji&novost=8639&kat=76> (Pristupljeno: 18.02.2022)
- [12] „Zaštita strojeva i uređaja“, Budimir Mijović, Veleučilište u Karlovcu, 2012
- [13] „Osobna zaštitna sredstva i oprema“, Jovan Vučinić, Zoran Vučinić, Veleučilište u Karlovcu 2011
- [14] „Uvod u ergonomiju“, Snježana Kirin, Veleučilište u Karlovcu

## 9. POPIS SLIKA

Slika 1. Sredstva za zaštitu sluha; antifon, čepići za uši.....	3
Slika 2. Opasnosti od rotirajućih dijelova.....	6
Slika 3. CNC stroj za obradu metala.....	8
Slika 4. Mehanička savijačica s 3 valjka.....	11
Slika 5. Stroj za savijanje cijevi.....	12
Slika 6. Tokarilica.....	13
Slika 7. Glodalica za metal.....	14
Slika 8. Znakovi zaštite kod rada na strojevima.....	16
Slika 9. Ograda kao zaštitna naprava.....	17
Slika 10. Drobilica (šreder) za obradu metalnih limenki.....	20
Slika 11. Oblici ingota.....	23
Slika 12. EcoGravel agregat.....	24
Slika 13. Aluminijske šipke.....	27