

# Kontrola kvalitete u AKZ

---

Sakač, Iva

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:148505>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-21**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





**Sveučilište  
Sjever**

**Završni rad br. 356/PS/2021**

## **Kontrola kvalitete u AKZ**

**Iva Sakač, 2804/336**

Varaždin, srpanj 2021. godine





**Sveučilište  
Sjever**

Odjel za strojarstvo

**Završni rad br. 356/PS/2021**

## **Kontrola kvalitete u AKZ**

**Student**

Iva Sakač, 2804/336

**Mentor**

Živko Kondić, dr. sc.

Varaždin, srpanj 2021. godine

# Prijava završnog rada

## Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL: Odjel za strojarstvo

STUDIJ: preddiplomski stručni studij Proizvodno strojarstvo

PRISTUPNIK: IVA SAKAČ

MATIČNI BROJ: 28041336

DATUM: 07.07.2020.

KOLEGIJ: Kontrola kvalitete

NASLOV RADA: Kontrola kvalitete u AKZ

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU: Quality control in corrosion protection

MENTOR: Prof.dr.sc. Živko Kondić

ZVANJE: Redoviti profesor

ČLANOVI POVJERENSTVA

1. doc.dr.sc. ZLATKO BOTAK, predsjednik povjerenstva
2. doc.dr.sc. TOMISLAV VELIKI, član
3. prof.dr.sc. ŽIVKO KONDIĆ, mentor
4. doc.dr.sc. MATIJA BUŠIĆ, rezervni član
5. \_\_\_\_\_

## Zadatak završnog rada

BROJ: 356/PS/2021

OPIS

U završnom radu potrebno je:

- U uvodnom dijelu rada potrebno je ukratko opisati pojam korozije na metalnim konstrukcijama te opisati osnovne vrste korozije ( opća, lokalna, interkristalna, selektivna, rupičasta i napetosna) i vrste anti korozivne zaštite (AKZ).
- Pojasniti osnovne pojmove iz kontrole kvalitete povezano uz realizaciju procesa proizvodnje.
- Objasniti postupke kontrole kvalitete kod postupaka vrućeg pocinčavanja u odabranom poduzeću kroz tehnološke postupke nagrivanja, ispiranja, fluksiranja, pocinčavanja i završne kontrole kvalitete
- U sklopu pojašnjenja praktičnog uredka objasniti mjesto i ulogu međunarodne norme HRN EN ISO 1461.
- U praktičnom dijelu rada na konkretnoj poziciji potrebno je prikazati postupke kontrole kvalitete tijekom vrućeg pocinčavanja.
- U zaključku se kritički osvrnuti za završni rad.

ZADATAK URUČEN

29.06.2021.



## **Predgovor**

*Veliko hvala mom mentoru Živku Kondiću na pomoći, savjetima i razumijevanju tijekom pisanja završnog rada ali isto tako i tijekom cijelog studija.*

*Hvala svim učiteljima, profesorima i asistentima na pomoći, suradnji i podršci tijekom cijelog obrazovanja.*

*Posebno se zahvaljujem poduzeću 'Omega d.o.o.' na ukazanom povjerenju u kojem sam obavila praktičan dio završnog rada.*

*Od srca se zahvaljujem svojoj obitelji, Mateju i prijateljima na neizmjernom strpljenju, ljubavi i podršci tijekom cijelog studija, jer bez Vas ne bi uspjela!*

## **Sažetak**

Ovaj završni rad govori o važnosti kontrole kvalitete i antikorozivne zaštite. Također govori i o povezanosti i nužnosti kontrole kvalitete kod različitih postupaka antikorozivne zaštite, a posebice kod vrućeg pocinčavanja. Prvi dio govori o koroziji koja je zapravo temelj zbog kojeg postoje procesi antikorozivne zaštite. Središnji dio opisuje pojam kvalitete i važnost kontrole kvalitete kod različitih proizvodnih postupaka. Postupak kontrole kvalitete kod vrućeg pocinčavanja na konkretnom primjeru je obrađen u zadnjem, praktičnom dijelu. Praktičan dio je obavljen u poduzeću 'Omega d.o.o.'.

Ključne riječi: antikorozivna zaštita, kvaliteta, kontrola kvalitete, vruće pocinčavanje

## **Summary**

This final paper discusses the importance of quality control and corrosion protection. It also talks about the connection and necessity of quality control in various anti-corrosion protection procedures, and especially in hot-dip galvanizing. The first part talks about corrosion, which is actually the foundation for which there are anti-corrosion protection processes. The central part describes the concept of quality and the importance of quality control in various production processes. The quality control procedure for hot-dip galvanizing in the specific example is discussed in the last, practical part. The practical part was done in the company 'Omega d.o.o.'.

Key words: corrosion protection, quality, quality control, hot-dip galvanizing



## **Popis korištenih kratica**

AKZ – antikorozivna zaštita

## Sadržaj

1.	Uvod.....	1
2.	Korozija i antikorozivna zaštita .....	2
2.1.	Najvažnije vrste korozije.....	2
2.1.1.	Opća korozija.....	3
2.1.2.	Lokalna korozija.....	4
2.1.3.	Interkristalna korozija.....	4
2.1.4.	Selektivna korozija .....	5
2.1.5.	Rupičasta korozija.....	5
2.1.6.	Napetosna korozija.....	6
2.2.	Vrste AKZ.....	7
2.2.1.	Zaštita metala prevlakama .....	7
2.2.2.	Elektrokemijske metode zaštite.....	9
2.2.3.	Zaštita od korozije promjenom okolnosti .....	10
2.2.4.	Oblikovanje i konstrukcijske mjere .....	11
2.2.5.	Zaštita od korozije odabirom konstrukcijskih materijala .....	11
3.	Kontrola kvalitete.....	12
3.1.	Kvaliteta .....	12
3.1.1.	Europski pogled na kvalitetu.....	14
3.1.2.	Hrvatski pogled na kvalitetu.....	15
3.2.	Pojam kontrole kvalitete.....	16
3.2.1.	Ulazna kontrola kvalitete .....	19
3.2.2.	Međufazna kontrola kvalitete .....	21
3.2.3.	Završna kontrola kvalitete.....	22
3.3.	Nedostaci kontrole kvalitete .....	22
4.	Kontrola kvalitete kod postupka vrućeg pocinčavanja u proizvodnom poduzeću Omega Breznica d.o.o. ....	23
4.1.	Informacije o poduzeću .....	23
4.2.	Vruće pocinčavanje .....	24
4.2.1.	ODMAŠĆIVANJE.....	25
4.2.2.	NAGRIZANJE.....	26
4.2.3.	ISPIRANJE.....	26
4.2.4.	FLUKSIRANJE.....	27
4.2.5.	URANJANJE U KADU VRUĆEG Zn – VRUĆE POCINČAVANJE.....	28
4.2.6.	ZAVRŠNA KONTROLA .....	29
4.3.	Načini označivanja kod vrućeg pocinčavanja .....	29
4.4.	Norma HRN EN ISO 1461.....	32
4.4.1.	Cilj.....	32
4.4.2.	Uzorkovanje.....	32
4.4.3.	Zahtjevi na prevlaku nastalu vrućim pocinčavanjem .....	33
4.4.4.	Preporučeno područje mjerenja .....	34
4.4.5.	Dorada komada koji ne zadovoljavaju normu.....	35
4.4.6.	Postupak adhezije – prijanjanja .....	35

4.4.7. Kriteriji prema kojima se vrši odobravanje.....	36
4.5. Kvaliteta i kontrola kvalitete vrućeg pocinčavanja na konkretnom primjeru X .....	36
4.5.1. Ulazna kontrola kvalitete .....	36
4.5.2. Kontrola kvalitete nakon postupka vrućeg pocinčavanja.....	38
5. Zaključak.....	42
6. Literatura.....	43
7. Popis slika .....	44
8. Popis tablica .....	45
9. Popis dijagrama.....	46
10. Prilozi.....	47

## 1. Uvod

Većina ljudi će na postavljeno pitanje 'Što je to korozija?' odgovoriti da je korozija hrđanje. Korozija je mnogo složeniji pojam i problem. Korozija je razoran proces koji uzrokuje mnoge štete. Ukoliko dođe do procesa korozije, odmah dolazi i do straha zbog mogućnosti pojave lomova, smanjenja nosivosti, a sve te moguće pogreške dovode do znatnih troškova. Takve pogreške zahtijevaju adekvatnu i pravovremenu sanaciju. Ekonomisti koroziju gledaju s aspekta novca, jer korozija uzrokuje troškove. Korozija za sobom poteže niz reakcija i time postaje proces kojeg svi žele spriječiti. Osim što dovodi do velikih troškova, ona dovodi i u opasnost ljudske živote koji se nalaze u neposrednoj blizini konstrukcija kod kojih je nastupio proces korozije. Kod takvih konstrukcija može doći do pucanja, propadanja, nesigurnosti... [1]

Svaki materijal, komad, poluproizvod kao i gotov proizvod je potrebno kontrolirati. Ukoliko se na pravilan način skladišti materijal, manja je mogućnost nastanka korozije uzrokovane vanjskim uvjetima. Kada materijal dospije u proizvodni proces obrade, materijal odmah mora biti prekontroliran i to je sastavni dio svakog procesa proizvodnje. Kontrolori su osobe koje su zadužene za garanciju pravilnosti materijala i gotovih proizvoda. Kontrolori moraju neprestano kontrolirati i provjeravati komade. Radnici na strojevima ili na nekim od postupaka zaštite od korozije moraju neprestano biti pod kontrolom, jer ponekad samo mala odstupanja mjera mogu dovesti do velikih posljedica u krajnjem ishodu.

Kako bi se što bolje anulirao proces korozije, bitno je koristiti postupke zaštite od procesa korozije. Upotrebom zaštite od korozije se znatno povećava vijek trajanja proizvoda na mnogo godina, što nam odmah dovodi do smanjenja troškova i velikih ušteda. Prije svega se treba dobro razumjeti proces korozije a prema tome s obzirom na vanjske utjecaje odrediti najbolji način zaštite od korozije. Najrašireniji i jedan od najznačajnijih postupaka zaštite od ovog štetnog procesa je svakako proces vrućeg pocinčavanja. To je postupak koji se sastoji od metalne prevlake, a štiti od gotovo svih vrsta korozije. Vrlo je bitno uzeti u obzir uz funkcionalne karakteristike i one estetske koje zahtjeva kupac. Vruće je pocinčavanje dobar primjer zaštite od korozije na koji se mogu nanositi različite boje i premazi, a i sam nanos cinka nastao vrućim pocinčavanjem vizualno izgleda vrlo lijepo. [1]

Naravno, vrlo je bitno da bilo koji postupak AKZ uskladimo sa funkcionalnim, ekonomskim i estetskim zahtjevima, jer se želi dobiti proizvod koji je primamljiv cijenom, kvalitetom i izgledom. Razmatra se kemijski sastav materijala, te utjecaj okoline na taj kemijski sastav. Bitno je također i pravilno dimenzionirati elemente, postići odgovarajući oblik i položaj svakog elementa. A najbitnije od svega je što bolje pripremiti površinu kako bi se postigla što veća kvaliteta površine. [1]

## **2. Korozija i antikorozivna zaštita**

Pod pojmom korozija se smatra vrlo razoran proces propadanja materijala različitih konstrukcija. Kako bi se što više sačuvala konstrukcija, koriste se različite metode zaštite od korozije. Pošto korozija ima štetno djelovanje na metalne konstrukcije, primjenjuju se sredstava i postupci za zaštitu konstrukcije od neželjenih procesa. Zaštitom konstrukcije, cijena same konstrukcije raste, time joj se i znatno produžuje životni vijek. Cilj današnje gradnje sa strojarskog aspekta je gradnja konstrukcije sa što manje utrošenog materijala, no da je u isto vrijeme čvrstoća, stabilnost i kvaliteta veća te da su troškovi, težina i vrijeme potrebni za izradu minimalni. Opravdano ovim razlozima, sve se više izrađuju konstrukcije od tankih materijala, što manje mase. Cilj posla svakog inženjera je da odabere materijal i izradi konstrukciju od materijala koji će zadovoljiti sve potrebne zahtjeve što se tiče cijene i kvalitete a da pritom taj izradak bude siguran za ljude i okoliš ali isto tako da odradi svoj predviđeni eksploatacijski vijek, ali da se pritom ne javljaju česti kvarovi i veliki dodatni troškovi za popravke i održavanje. [2]

### **2.1. Najvažnije vrste korozije**

Utjecajem okoline na metal dolazi do reakcije metala te on počinje korodirati. Osim što proces korozije uništava metale, beton koji spada u skupinu anorganskih nemetala, korozija također napada i oštećuje organske materijale. Proces korozije je iznimno opasan jer može dovesti metal do stanja da promjeni svoja mehanička svojstva, a time taj metal prestaje biti adekvatan za funkciju koju obavlja. Ukoliko je neka metalna konstrukcija direktno izložena djelovanju okoline, a pritom nije zaštićena nekim od postupaka antikorozivne zaštite, dolazi do postupnog propadanja te konstrukcije. U najgorem slučaju može doći do različitih skupih kvarova koji uzrokuju velike financijske izdatke, a može dovesti i do loma. Vrlo je bitno biti osviješten važnošću antikorozivne zaštite, jer se njome ne štite samo metalni materijali nego i ljudi. Postoje također i materijali koji ne korodiraju, a to su: cink, aluminij, kositar, nikal, legure čelika ako sadrže više od 13% kroma, također, na koroziju su otporni i zlato i platina. [3]

Potrebno je razlikovati kemijsku i elektrokemijsku koroziju. Glavna razlika između kemijske i elektrokemijske korozije je da se kemijska korozija odvija u neelektrolitima, medijima koji ne provode električnu energiju, dok se elektrokemijska korozija provodi u medijima koji provode električnu struju – elektrolitima. Metali, vodljivi nemetali u neelektrolitima te nevodljivi nemetali u plinovima i kapljevinama podložni su kemijskoj koroziji. Pod pojmom vodljivi nemetal se smatra primjerice grafit. Pod nevodljivim nemetalima se smatra beton, staklo, kamen, keramika, drvo... Vrući plinovi kao i organske tekućine su neelektroliti koji uzrokuju kemijsku koroziju. [4]

Elektrokemijska korozija vrlo često zahvaća metale te skupinu vodljivih nemetala u elektrolitima. [4]

Proces kemijske korozije se sastoji od oksidacije metala, pri čemu dolazi do spajanja s kisikom prilikom izlaganja suhim plinovima koji također sadrže kisik ili spojeve kisika. Taj se proces odvija u atmosferi vrućeg zraka ili pak može biti i u plinovima izgaranja. Ovom korozijom nastaje oksid koji može tvoriti sloj na metalu ili se pak može odvajati od metala. Oksidacija teče sporije ako se povećava debljina sloja, a ukoliko se odvaja od njega, onda oksidacija teče nesmetano. [3]

Druga vrsta korozije – elektrokemijska korozija nastaje zbog aktivacije korozijskih galvanskih članaka koji su nastali na onoj metalnoj površini koja je izložena elektrolitu. Na anodama se metal troši ionizacijom, a anode su najplemenitiji dijelovi površine. Prilikom otapanja u elektrolitu dolazi do oslobađanja viška elektrona koji dalje putuju prema katodama. Na katodama dolazi do vezivanja s oksidansima iz okoline. Elektrokemijska korozija je vrlo opasna, ali i raširena iz razloga jer se većina konstrukcija i postrojenja nalaze na vlažnom tlu, u vodi ili u vlažnoj atmosferi.

Postoje različite vrste korozije, koje možemo razlikovati prema mjestu i obliku razaranja materijala. [3]

### 2.1.1. Opća korozija

Opća korozija (**Slika 1**) je vrsta korozije koja zahvaća čitavu površinu radnog materijala. Može se podijeliti na ravnomjernu ili neravnomjernu opću koroziju. Ravnomjerna opća korozija je vrsta opće korozije koja je predvidiva, pa je iz tog razloga i manje opasna, jer se može uočiti na vrijeme a time i spriječiti ili otkloniti. Dok je s druge strane neravnomjerna opća korozija opasnija, jer je gotovo nepredvidiva. Ukoliko je čitava površina materijala izložena vrlo agresivnim uvjetima doći će do opće korozije. Primjerice, to može biti hrđanje ugljičnog čelika u vodi. [3]



*Slika 1 - Primjer opće korozije na metalnom predmetu zbog djelovanja morske vode*

### 2.1.2. Lokalna korozija

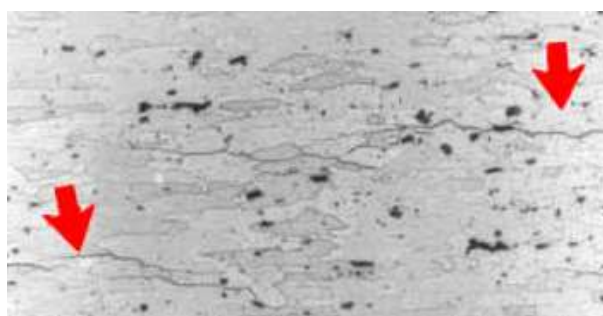
Lokalna korozija (**Slika 2**) je najčešći oblik korozije jer zahvaća samo neke dijelove površine koji su izloženi štetim utjecajima. [4]



*Slika 2 - Točkom je označena lokalna korozija na metalnom elementu*

### 2.1.3. Interkristalna korozija

Interkristalna korozija (**Slika 3**) je vrsta korozije koja prodire u materijal uzduž granica zrna, a time dolazi do prodiranja korozije u dubinu. Ta vrsta korozije se smatra najopasnijom vrstom korozije iz razloga jer se jako teško primjećuje a materijal gubi žilavost i čvrstoću. U najvećem broju slučajeva se pojavljuje na legurama. Opasna je iz razloga jer tom vrstom korozije može doći do velikih oštećenja a time i do loma. Tim postupkom dolazi do razaranja nehrđajućih čelika primjerice u kiselim otopinama. [3]



*Slika 3 - Prikaz interkristalne korozije*

#### 2.1.4. Selektivna korozija

Selektivna korozija (**Slika 4**) se javlja vrlo rijetko te napada određen element metalne legure pri čemu se mijenja struktura. Ta se vrsta korozije javlja prilikom decinkacije mjedi u vodi. Kod takvih struktura nužno ne dolazi do promjene dimenzija, već nastaje legura koja je oslabljena i krhka. Ova se korozija smatra vrlo agresivnom vrstom jer je u stanju duktilan i čvrst metal pretvoriti u krhak i slab, često dovodi do lomova. Smatra se podmuklom vrstom korozije. Njome ne dolazi do značajnijih promjena dimenzija te se gotovo ni ne može primijetiti. Vrlo često dovodi do iznenadnih kvarova i lomova, koji uzrokuju velike troškove. [4]



*Slika 4 - Primjer selektivne korozije*

#### 2.1.5. Rupičasta korozija

Rupičasta korozija (**Slika 5**) je vrsta korozije koja se javlja na veoma ograničenom, usko lokaliziranom dijelu. Nastaje kada agresivni medij koji dovodi do korozije napadne materijal pa time nastaju male rupe. Takva korozija nastaje na mjestima gdje je antikorozivna zaštita na metalu slučajno oštećena mehaničkim putem ili zbog kemijske degradacije. Smatra se vrlo opasnom prijetnjom za metalne konstrukcije jer se gotovo ne može predvidjeti, pa tako ni spriječiti, također ju je vrlo teško otkriti, a napreduje jako brzo i prodire duboko u materijal. Može doći do neočekivanih lomova, najčešće kod mehanički opterećenih konstrukcija, a da pritom ne dolazi do značajnijeg gubitka mase. Najpodložnija vrsta materijala ovoj koroziji su nehrđajući čelici. Preventivne mjere pojavi rupičaste korozije je testiranje, odnosno izlaganje materijala agresivnoj okolini. Ukoliko se želi postići smanjenje sklonosti ovoj vrsti korozije treba se smanjiti agresivnost korozijskog okoliša. [4]





*Slika 5 - Primjer rupičaste korozije na strojarskom elementu valjkastog oblika*

### **2.1.6. Napetosna korozija**

Napetosna (**Slika 6**) korozija nastupa kada je neki materijal istovremeno izložen djelovanju vlačnog naprezanja ali i agresivnom mediju. Također može nastati u okolini zavarenih spojeva, jer su u tim područjima prisutna zaostala naprezanja. [4]



*Slika 6 - Prikaz posljedice napetosne korozije*

## 2.2. Vrste AKZ

Korozija je vrlo štetan proces koji uzrokuje ogromne troškove, materijalne štete te razorne havarije. Cilj svakog inženjera je odabrati adekvatan materijal za pojedine eksploatacijske uvjete. Većina metalnih materijala je sklona koroziji te je vrlo bitno zaštititi površine materijala na adekvatan način. Materijal se od korozije može štititi različitim prevlakama. Postoje različite vrste površinskih zaštita. Moguće je nanošenje metalnih prevlaka, anorganskih nemetalnih prevlaka te organskih prevlaka. Metalne prevlake se mogu postići uranjanjem u talinu, vrućim prskanjem, navarivanjem, platiranjem, galvanizacijom... Oksidacijom, emajliranjem, patiniranjem, kromatiranjem se postižu anorganske nemetalne prevlake. Organske se prevlake dobivaju ličenjem boja i lakova, omatanjem folijama, plastifikacijom... [1, 12]

Potrebno je odabrati materijal koji će biti otporan na koroziju, najznačajniji primjeri takvih materijala su nehrđajući čelici i aluminij.

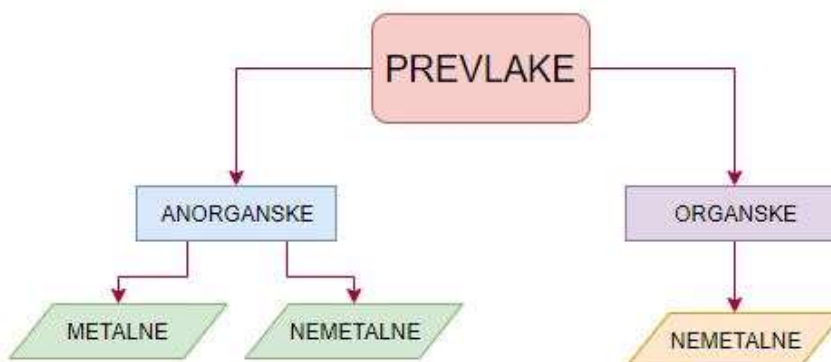
Podjela metoda zaštite od korozije može biti na slijedeći način:

1. Racionalan odabir konstrukcijskih materijala
  2. Zaštitne prevlake
  3. Tehnološko-konstrukcijska rješenja
  4. Smanjenje agresivnosti medija
  5. Električna rješenja
- [1,12]

### 2.2.1. Zaštita metala prevlakama

Zaštitne prevlake mogu biti metalne i nemetalne (**Dijagram 1**). [12]

*Dijagram 1 – Podjela zaštitnih prevlaka*



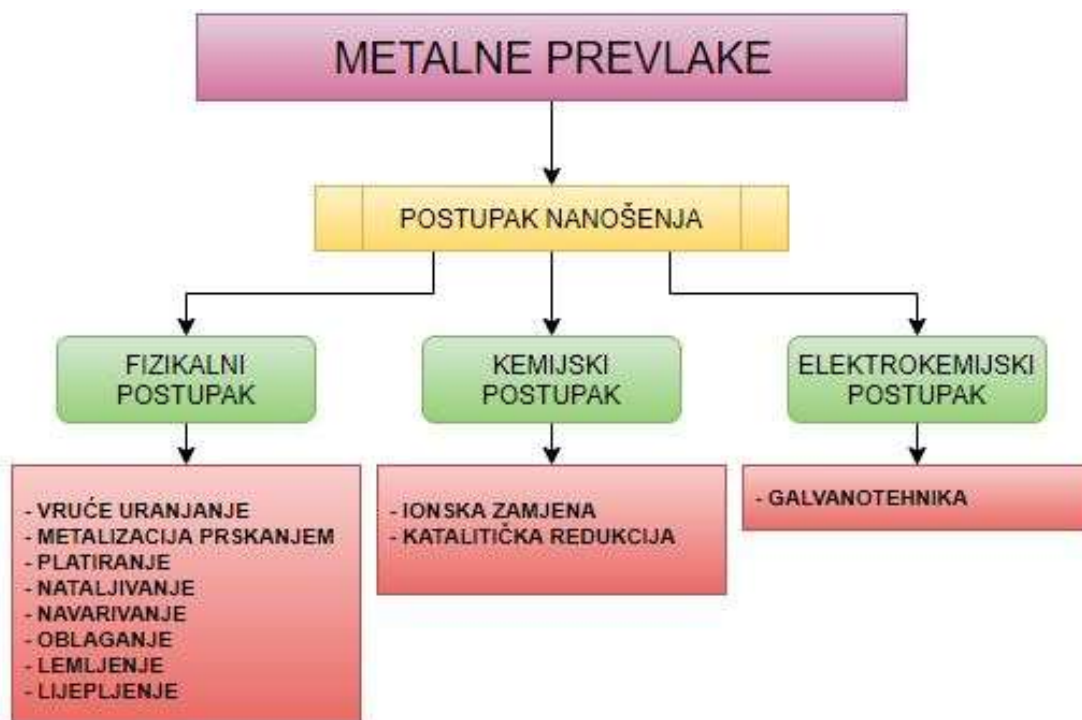
Najznačajnija svrha nanošenja prevlaka (**Dijagram 2**) je zaštita od procesa korozije. Prevlake su također od velike važnosti kao zaštita od mehaničkog trošenja, za ostvarivanje određenih fizikalnih svojstava, kao reparatura istrošenih dijelova. Bitna uloga prevlaka je svakako i u vidu estetskog izgleda. [12]

Proces nanošenja prevlaka se sastoji od 3 glavna koraka. Prvi korak je priprema podloge, zatim slijedi nanošenje prevlake a nakon toga, ukoliko je potrebno se primjenjuje naknadna obrada prevlake. [12]

Priprema podloge se sastoji u prvom redu od odmašćivanja, mehaničke, ali isto tako i kemijske predodrade. Nanošenje prevlake može biti kemijskim, fizikalnim ili elektrolitičkim putem. Također postoje kemijska, mehanička, elektrokemijska te toplinska obradba a svi ti postupci spadaju u naknadnu obradu prevlake. [1, 12]

Vrlo raširena metoda zaštite od korozije je nanošenje boje. Boja je svojevrsna barijera kao i zaštita koja sprječava protok elektrokemijskog naboja koji dovodi do korozije. Osim nanošenja boje, isplativa zaštita od korozije je svakako i nanošenje praškastih premaza. Za zaštitu površina metala se koristi pemazivanje suhim prahom, nakon toga se metal zagrijava i to onda uzrokuje homogenizaciju praha s metalom. [12]

*Dijagram 2 - Postupci nanošenja metalne prevlake*



## 2.2.2. Elektrokemijske metode zaštite

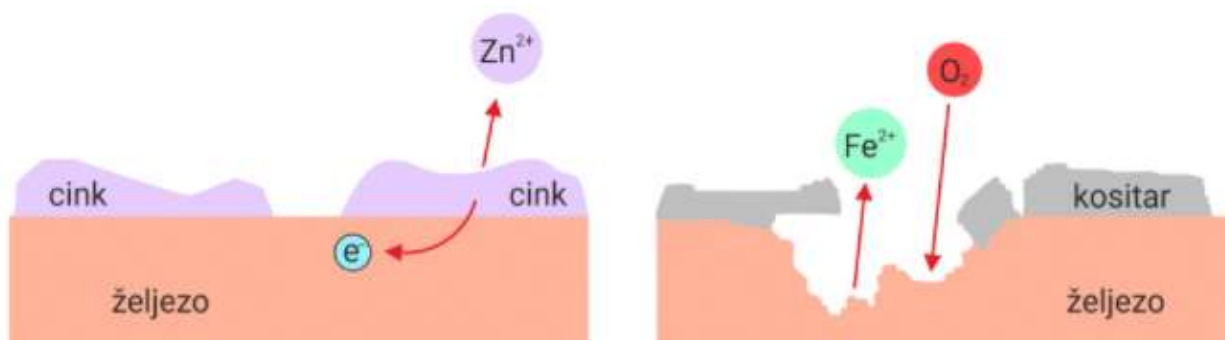
Korozija je produkt reakcije metala i plinova iz okoline, može se kontrolirati jedino ako se uspije kontrolirati prisutnost plinova u okolišu. Kontrola kao i sprječavanje korozije je dosta teško izvedivo. Najučinkovitiju ulogu u borbi protiv korozije imaju preventivne prevlake koje štite od korozije. Također je bitno da se pokuša smanjiti izloženost metalnih konstrukcija izravnom utjecaju kiše ili vlage. Jedan način preventivne zaštite je da se u vodu koja se nalazi u bojlerima dodaju omekšivači koji imaju moć razaranja kalcija i magnezija u vodi. Magnezij i kalcij su vrlo reaktivni metali koji uzrokuju nastanak korozije. [13]

Najznačajnije vrste elektrokemijske metode zaštite su anodna i katodna zaštita. Anodna i katodna zaštita su dvije vrste elektroplatanja. Elektroplatanje je postupak zaštite od korozije kod kojeg se premazuje površina jednog metala nekim drugim metalom koji sadrži manji ili veći potencijal oksidacije. [13]

Anodna zaštita je postupak antikorozivne zaštite, ta površina koju želimo zaštititi obložena je manje reaktivnim metalom, primjerice kositrom. Takav je metal manje osjetljiv na koroziju i ta će površina biti sigurna od korozije sve dok je zaštićena tim premazom. Ovaj se proces naziva anodnom zaštitom, jer metalna površina koju zaštićujemo u tom procesu ima ulogu anode. [13]

Pocinčavanje je tipičan primjer katodne zaštite, a to je proces nanošenja sloja cinka na površinu legiranog čelika. Ovaj se postupak naziva katodnom zaštitom jer površina koja se želi zaštititi postaje katoda. Ova vrsta zaštite se koristi u velikom broju slučajeva za zaštitu čeličnih vodova koji prenose gorivo, spremnike bojlera, trupove brodova, naftne platforme na moru... [13]

Katodne prevlake na ugljičnom čeliku mogu biti od srebra, zlata, nikla, kroma, kositra, olova, a anodne mogu biti od cinka i kadmija (**Slika 7**). [14]



Slika 7 - Slikoviti prikaz procesa katodne (lijevo) i anodne (desno) zaštite

### 2.2.3. Zaštita od korozije promjenom okolnosti

Zaštita od korozije promjenom okolnosti je zapravo primjena inhibitora korozije. Korozija se može reducirati korištenjem inhibitora korozije, oni mogu reagirati s metalom ili plinovima kako bi se otklonile moguće kemijske reakcije koje bi uzrokovale koroziju. Inhibitorima se premazuju metalne površine kako bi se dobio zaštitni film koji štiti od štetnih reakcija. Inhibitorne kemikalije se primjenjuju u dva oblika. Tako da se miješaju s odgovarajućim otapalom, pa se ta otopina primjenjuje. Kao zaštitni sloj se primjenjuje i tehnika disperzije. Primjena inhibitora korozije kao postupak dobivanja zaštitnog sloja, naziva se pasivizacija. [13]

Kod procesa pasivizacije se upotrebljava zaštitni materijal pomoću kojeg se nastaje zaštitni sloj na metalnoj površini. Taj sloj je barijera koja štiti od nastanka korozije. Ovaj postupak je u prednosti jer na nanesenom sloju postupno nastaje patina, posljedicom toga, s vremenom struktura postaje ljepša. Patina je plavo zelene boje, djeluje kao barijera koroziji bakra koji se nalazi ispod. Možemo ju vidjeti na krovovima koji imaju bakreni pokrov, također se može primijetiti i na boji Kipa slobode u New Yorku. Kip slobode je zelene boje, jer je njegova površina prekrivena tankim slojem bakrenih listića koji sa atmosferom reagiraju tako da pozelene (**Slika 8**). [13]

Inhibitori korozije imaju široku primjenu, u tvornicama kemijske proizvodnje, tvornicama za obradu vode, rafinerijama nafte... [13]



*Slika 8 - Primjer patine na Kipu slobode u New Yorku*

#### **2.2.4. Oblikovanje i konstrukcijske mjere**

Jedna od mjera kočenja procesa korozije je izrada konstrukcije na način koji sprječava proces korozije, a to pripomaže kod duljeg životnog vijeka konstrukcija a isto tako i postojanost antikorozivne zaštite. Konstrukcija bi trebala biti dizajnirana tako da ne postoje mjesta na kojima bi dolazilo do hvatanja vode, prašine, da se izbjegavaju pukotine, ali bi takvim dizajnom trebala biti osigurana mogućnost redovnog održavanja. [13]

#### **2.2.5. Zaštita od korozije odabirom konstrukcijskih materijala**

Ova metoda zaštite od korozije je vrlo učinkovita jer se za izradu konstrukcija biraju materijali koji su sami po sebi otporni na koroziju. Također treba uzeti u obzir u kakvoj će se okolini nalaziti sama konstrukcija. Bitno je utvrditi je li to morska okolina, podneblje učestalih kiša ili velike vlažnosti zraka. Prema uvjetima u kojima će se nalaziti konstrukcija, inženjer odabire adekvatan materijal koji će izdržati maksimalan životni vijek u eksploataciji. Kao što je prije navedeno postoje materijali koji su gotovo potpuno otporni na koroziju, ali su takvi materijali veoma skupi. Potrebno je primijeniti adekvatnu AKZ zaštitu i onda će svaki materijal odrađivati svoju funkciju. [14]

Postoje različiti sprejevi i maziva koji pomažu kod zaštite od korozije. Takva zaštita je kraćeg trajanja, ali je vrlo učinkovita. Ukoliko se metalna konstrukcija koja se zaštićuje na ovaj način smještena u zatvorenom prostoru, tada takva vrsta zaštite može biti itekako dugotrajna. [14]

### 3. Kontrola kvalitete

#### 3.1. Kvaliteta

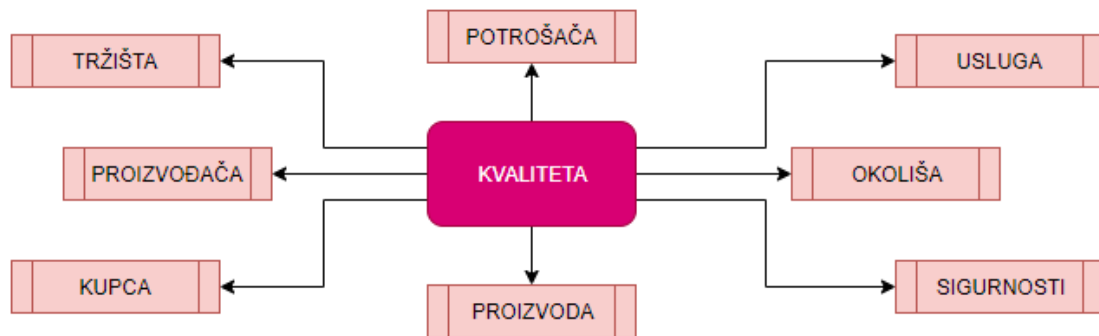
Kvaliteta je vrlo širok i subjektivan pojam. Danas je taj pojam vrlo raširen iz razloga jer je jako važan, kako za samog čovjeka iz nekih banalnih razloga, tako i za različita poduzeća i firme. Ako je nešto kvalitetno, onda će to i trajati a ujedno time i tu stvar/osobinu više poštujemo. Neka opća definicija kvalitete je da je to osobina nekog predmeta kojim se taj predmet u pozitivnom smislu ističe od drugih, manje kvalitetnih predmeta. Kriteriji koji određuju je li nešto kvalitetno ili nije su različiti kod svakog proizvoda. Ukoliko su ispunjeni svi zahtjevi koji bi u teoretskom smislu određen proizvod činili kvalitetnim, i ako je to odrađeno po normama i zahtjevima kupca, onda dobijemo kvalitetan proizvod. [16, 17]

Kvaliteta proizvoda u poduzećima je u današnje vrijeme najbitnija od svega. Ukoliko poduzeće ima kvalitetne proizvode, takvo će poduzeće imati puno kupaca, čak i u slučaju ako je cijena nešto viša. Kupac je spreman platiti više ukoliko zna da će taj proizvod kojeg je kupio izdržati predviđeno eksploatacijsko razdoblje. Kvaliteta također daje garanciju da za vrijeme predviđenog vijeka trajanja taj proizvod ne bi trebao imati nikakve veće kvarove, oštećenja a time ne smije doći ni do havarije. Tržište je u današnje vrijeme sklono promjenama, na tržištu se nalaze proizvodi različite kvalitete. Cilj svakog poduzeća bi trebao biti da kvalitetom svojih proizvoda konkuriira na tržištu, jer se samo tako može zadržati na vrhu. Ukoliko neko poduzeće može konkurirati kvalitetom svojih proizvoda, tada će kupci pohrliti po određen proizvod baš tom poduzeću. Kupac je najbitniji za svako poduzeće, jer što znači kvalitetan proizvod ukoliko ga neće nitko kupiti i ukoliko poduzeće ne može vratiti uložene novce. Poduzeće svakako teži da kupac bude zadovoljen sa svih aspekata, želi mu pružiti adekvatnu i kvalitetnu uslugu za koju je on spreman platiti. Mnogi će ljudi spomenuti već svima poznatu narodnu poslovicu: " Nisam dovoljno bogat da kupujem jeftine stvari." . Ova poslovice samo potvrđuje koliko je bitna kvaliteta. Bolje je kupiti kvalitetan, dugoročan i nešto skuplji proizvod, nego stalno plaćati popravke za neki jeftini proizvod upitne kvalitete. Ukoliko kupac dobije proizvod željenih karakteristika, on se vraća na mjesto gdje je zadovoljen, a također će to poduzeće preporučiti i svojim suradnicima. Kvalitetno poslovanje dovodi do kvalitetnih proizvoda koje će kupovati mnogi kupci. [16, 18]

Kvalitetu možemo promatrati iz različitih aspekata (**Dijagram 3**), no bez problema se može zaključiti da se ona bitna u svakom pogledu. Drugačiji je pogled na kvalitetu od strane kupca i proizvođača, no ukoliko se ostvari kvaliteta u oba pogleda, dolazi do obostranog zadovoljstva. Također se može pridodati da pojam kvalitete ne donosi ništa loše, već da se odnosi samo na dobro.

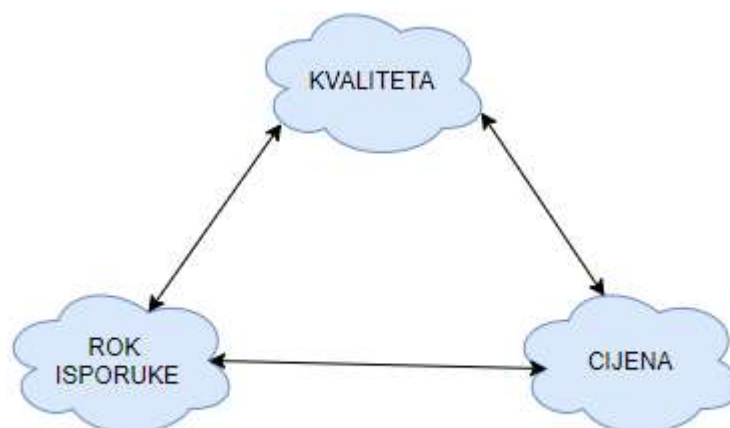
Kvaliteta se očituje u svim aspektima poslovanja, jer samo iz kvalitetnog poslovanja proizlazi kvalitetan gotov proizvod. [16, 19]

*Dijagram 3 - Različiti aspekti promatranja kvalitete*



Svakako u svakom trenutku svako poduzeće mora biti svjesno, da kupci teže kvaliteti, no uvijek kupuju ono što si mogu priuštiti. Bogatiji su spremni platiti više, a oni s malo manjih mogućnosti će se morati zadovoljiti onim proizvodima koje mogu kupiti na temelju svojih financija, ali pritom nastoje izabrati neke jeftinije alternative. Skupina kupaca koji se mogu svrstati u takozvani neki prosječni, srednji stalež, uglavnom su spremni i odlučuju se na nešto skuplje, ali time i kvalitetnije proizvode. Moto svih strojarskih djelatnosti je da se izradi što kvalitetniji proizvod, da se on isporuči u što kraćem roku, ali isto tako da je cijena što niža i pristupačna. Ukoliko su ta tri pojma (**Dijagram 4**) uravnotežena i uigrana u poduzeću, nema razloga da kupac ne naruči proizvode dok takvog poduzeća. To možemo pridružiti poslovnom aspektu kvalitete. [17, 20]

*Dijagram 4 - Prikaz poslovnog aspekta kvalitete*





### 3.1.1. Europski pogled na kvalitetu

Europski pogled na kontrolu kvalitete je temeljen na japanskom i američkom pristupu. U novije vrijeme se sve više pridaje važnost organizaciji i kontroli procesa što rezultira proizvodima velike kvalitete. Vrlo je važno osigurati kvalitetu proizvoda jer se samo na taj način osigurava konkurentnost na svjetskom tržištu. [20]

Europska politika u vidu kvalitete zagovara međusobno usklađivanje europskih normi kao prihvatljivih direktiva i informacija koje su zakonski dokumentirane a osiguravaju zaštitu na radu, sigurnost i zdravlje ljudi te zaštitu okoliša. Također su potrebne certifikacije i akreditacije osoblja, laboratorija, sustava kvalitete kao i gotovih proizvoda. Za izlazak na tržište je potrebno posjedovanje CE znaka. Certificiranje je u današnje vrijeme garancija da neki sustav funkcionira u skladu sa svim pravilima vezanim uz neki proces. [20]

Pod pojmom kvalitete se ne smatra samo kvaliteta gotovog proizvoda, već tu spada kvalitetan rad korisnika, zaposlenika, kvalitetno zbrinjavanje otpada koji nastaje na kraju svih procesa, a isto tako je bitna i kvalitetna suradnja među trgovcima, proizvođačima, a na kraju i kupcima. Rezultat toga svega je kvalitetan proizvod. [20]

Glavna misao povelje kojom se definira europski pristup kvaliteti je: **„Kvaliteta – prednost za Europu u internacionalnoj utrci“**. Ovo se potvrđeno iz slijedećih razloga:

- 1) Kvaliteta je nužna u poslovnom svijetu, ona je temeljni zahtjev i cilj kojim se postiže ostvarivanje adekvatnog procesa. Samo kvalitetom se postiže ostvarivanje svih zahtjeva kupca. To se zasniva garancijom kvalitete svakog pojedinca u proizvodnom procesu za posao koji taj pojedinac obavlja. [20]
- 2) Kvaliteta se također uvijek mora nalaziti na prvom mjestu, ona mora biti glavni faktor kod proizvodnje. Ukoliko se postigne kvalitetan proizvod, takav proizvod će biti tražen na tržištu, a uz to on ima dobru vrijednost i s ekonomskog stajališta. [20]
- 3) Kvaliteta se u nekom proizvodnom procesu ne može ostvariti ukoliko u tu proizvodnju na pravilan način nisu uključeni svi sudionici. Ona mora biti prioritet, ali i obaveza svih radnika i sudionika u proizvodnom procesu. [20]

Iz ovih pristupa kvaliteti je vidljivo da kvaliteta proizlazi kao rezultat jako dobro kontroliranog, planiranog i nadgledanog procesa. Na početku procesa jasno treba biti definiran cilj, prioriteti, podjela rada, mogućnosti, rokovi, radnici... Ukoliko su svi ovi faktori kontrolirani, ukoliko svaki segment proizvodnje ima garanciju da je adekvatno odrađen, nema sumnje da cilj – kvalitetan proizvod nije ostvaren. [20]

### 3.1.2. Hrvatski pogled na kvalitetu

U prošlosti je hrvatska jako malo pridavala važnost prema svjetskim trendovima, već je razvijala svoj jedinstven način poslovanja na koji se nikako nisu mogle primijeniti suvremene metode poboljšanja kvalitete i upravljanja. Iz toga proizlazi proizvodnja niske efikasnosti, uz to i vrlo niska kvaliteta proizvoda, a takvi proizvodi su na svjetskom tržištu bili nisko cijenjeni. Uz to proizvodni proces je bio vrlo skup, iako je radna snaga bila prilično jeftina. [20]

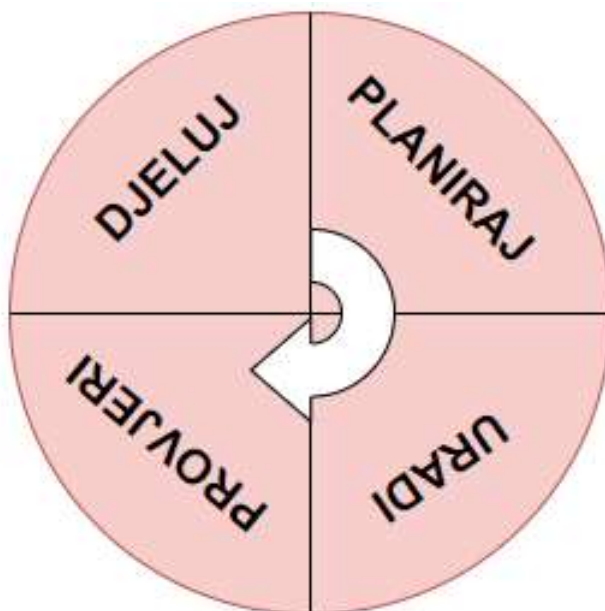
S vremenom su tvrtke iz Hrvatske sve više počele surađivati sa tvrtkama iz različitih europskih zemalja, pa se time svijest za kvalitetom proizvoda sve više razvijala. S vremenom je certificiranje u Hrvatskoj dobivalo na važnosti, te su se sve više razvijale tvrtke koje su educirale postojeće tvrtke u njihovoj organizaciji i kontrole kvalitete. [20]

U današnje je vrijeme u Hrvatskoj nužno razvijati svijest o unaprjeđivanju kvalitete proizvoda, jer je ona u velikom zaostatku naspram razvijenih zemalja Europe. Stalno treba poboljšavati i raditi na: uspostavi i unaprjeđenju sustava certificiranja, stalnim edukacijama radnika, razmjenjivanje znanja među stručnjacima u vezi kvalitete, stalno pisanje i izdavanje časopisa i knjiga vezanih uz kvalitetu određene struke... [20]

Hrvatska bi svakim danom trebala sve više unaprjeđivati kvalitetu svojih proizvoda. Težnja ka proizvodnji novih proizvoda zavidne kvalitete bi trebao biti cilj svake države. Naravno, to ne može ostvariti pojedinac već treba biti razvijena organizacija i međusobna suradnja svih sektora unutar neke tvrtke. Ta tvrtka mora biti pak podržana od strane države. Država je ta koja mora stvoriti povoljne uvjete i klimu za razvoj tvrtki po svim propisanim standardima. Tvrtke bi trebale težiti stalnim napredovanjima i razvoju u vidu proizvodnog asortimana ali pritom se moraju dokazati kvalitetom svojih proizvoda. Kada se govori o unaprjeđivanju kvalitete, ne misli se samo na kvalitetu nekog gotovog proizvoda na kraju nekog proizvodnog procesa, već se misli na kvalitetu čitavog sustava upravljanja i države. Želi se postići i kvaliteta u zdravstvu, medijima, politici, gospodarstvu... Da bi se na kraju dobio napredak u kvaliteti proizvoda, svi sektori moraju biti zainteresirani prema napredovanju. Uređen sustav tvrtki koje pritom zarađuju jako puno novaca i istovremeno se šire, razvijaju svoj asortiman, a pritom nimalo ne kaskaju u kvaliteti i rokovima isporuka je jedan uobičajen primjer kvalitetne tvrtke sa uređenim sustavom kvalitete i međusobnom suradnjom svih prisutnih sektora. Mnoge tvrtke tako funkcioniraju i na taj način ostvaruju velike dohotke. Ukoliko se unutar neke tvrtke želi ostvariti napredovanje, samo se treba kopirati sustav tvrtki razvijenih zemalja. [20]

### 3.2. Pojam kontrole kvalitete

Kontrola kvalitete se najbolje definira preko Demingovog kruga (**Slika 9**). To je zatvoren ciklus koji započinje planiranjem. Kod planiranja je bitno odrediti cilj naše proizvodnje, koje karakteristike treba imati naš proizvod, a isto tako to treba i zadovoljiti potrebe kupaca. Također se kod planiranja određuje način ostvarivanja zadanog cilja. Dalje slijedi naredba uradi. Potrebno je u praktičnom dijelu napraviti ono što smo odredili planiranjem. Nakon toga slijedi provjera jesmo li sve operacije obavljali prema zahtjevima i zadanim normama. I na poslijetku je djelovanje. Kod tog dijela je bitno uvidjeti načine na kojima se primjerice može uštedjeti ili pak poboljšati čitava proizvodnja zadanog proizvoda, na koji način se može poboljšati kvaliteta, ukoliko je to potrebno. Demingovim se krugom prati čitav proces, a to uključuje i kontrolu kvalitete proizvoda. [18]



*Slika 9 - Demingov krug*

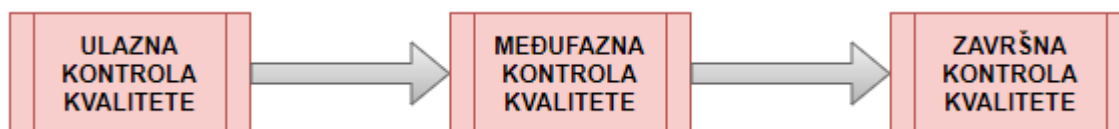
Sustav kontrole kvalitete se prati i ocjenjuje pomoću mjerljivih i atributivnih karakteristika. Kod mjerljivih se karakteristika mjernim uređajima može izmjeriti neki podatak, primjerice, masa, promjer, duljina, vrijeme... S druge pak strane su atributivne karakteristike koje se ne mogu izmjeriti nikakvim mjernim uređajima, nego samo prikazuju određena svojstva proizvoda. Takve karakteristike opisuju boju, određuju je li nešto sukladno ili ne na temelju neke vizualne prosudbe, je li nešto dovoljno dobro, loše, izvrsno i sl. [20]

Mjerljive karakteristike su uvelike u prednosti jer se na temelju analize rezultata dobiva čitav niz informacija koji nam govori o procesu kojeg pratimo. Kod atributivnih karakteristika glavne

prednosti su u tome da su ta ispitivanja vrlo jednostavna za provođenje, mogu ga provoditi ljudi koji su nižih kvalifikacija i iz tog razloga ispada nešto jeftinije. Također je i vrlo kratko vrijeme ispitivanja i istodobno se može ispitivati više karakteristika. [18, 20]

Kod proizvodnog procesa se kontrola kvalitete dijeli na tri dijela (**Slika 10**), a to su:

- 1) Ulazna kontrola kvalitete
- 2) Međufazna kontrola kvalitete
- 3) Završna kontrola kvalitete



*Slika 10 - Kontrola kvalitete u toku procesa*

Uzimajući u obzir veličinu serije koja će se kontrolirati, na temelju broja komada se određuje veličina uzoraka, pa prema tome kontrola može biti:

- 1) 100%-tna kontrola – provjerava se svaki komad u seriji, iako je najskuplja, takva kontrola ne podrazumijeva apsolutnu točnost. U praksi se primjenjuje najčešće na zahtjeve kupaca ili kod komada koji moraju jamčiti apsolutnu sigurnost, jer bi u protivnom moglo doći do katastrofalnih posljedica. Primjenjuje se primjerice kod neprobojnog stakla, protupožarnih vrata, zrakoplova... [19]
- 2) Procentualna kontrola – je vrsta kontrole koja ima propisan broj uzoraka koji će se kontrolirati na temelju ukupnog broja komada čitave serije. Uzorci su slučajno odabrani, pa ne jamči apsolutnu točnost. Ta količina uzoraka je propisana normama, jer bi inače mogao biti odabran prevelik ili pak premalen broj uzoraka koji bi se kontrolirali. [19]

Uzorkovanje je bitan a istovremeno i pouzdan način kontrole kvalitete, a znatno je i jeftiniji način kontrole od 100%-tne kontrole kvalitete. Takav način kontrole u velikoj mjeri smanjuje monotoniju koja se javlja prilikom provjeravanja svakog komada u 100%-tnoj kontroli. Ukoliko su potrebna razorna ispitivanja kvalitete, to je i jedini prihvatljiv način ispitivanja. [19]

Na shemi uzorkovanja (**Slika 11**) se na jednostavan i slikovit način može vidjeti na koji način se odvija takva kontrola kvalitete. Da bi se kvaliteto razumjela dana shema potrebno je definirati određene oznake a to su:

$N$  – ukupan broj komada čitave serije

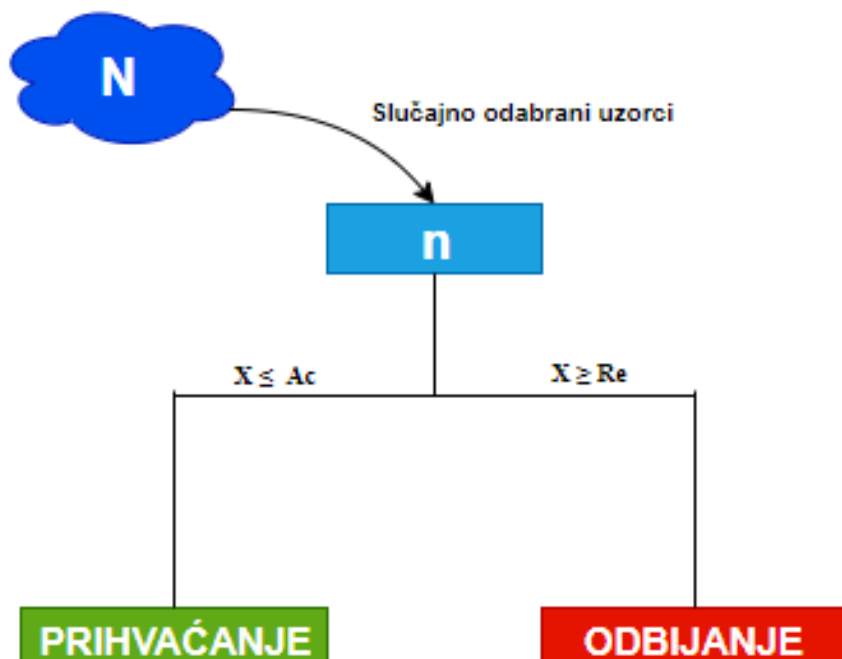
$n$  – broj slučajno odabranih komada iz ukupne serije koji će se provjeravati

$X$  – broj nesukladnih komada u odabranom uzorku

$A_c$  – broj koji je određen za prihvatanje

$R_e$  – broj koji je određen za odbijanje

[19]



Slika 11 - Prikaz procesa uzorkovanja

Statistička kontrola – ova se vrsta kontrole oslanja na primjenjivanje različitih statističkih tehnika. Izuzimaju se uzorci koji su točno određene veličine, a ta je veličina funkcija veličine isporuke. To nam daje odgovarajući reprezentativan uzorak. Ti uzorci nam jamče pouzdanost cijelog skupa kojeg promatramo. Ovom se kontrolom uviđaju promjene, kao i načini promjena određenih karakteristika u pratećem procesu, pa se to može nazivati i statistička kontrola kvalitete. [18]

Statistička kontrola kvalitete obuhvaća različite poslove poput: prikupljanja, obradbe, analize, tumačenja i na posljetku prikaza podataka koji se nastoji zajamčiti kvaliteta proizvodnih procesa, kao i gotovih proizvoda. Adekvatno provođenje kontrole kvalitete općenito osigurava znatnu uštedu i smanjenje troškova u procesu proizvodnje. Prije provođenja kontrole kvalitete je bitno razjasniti koji su glavni zahtjevi gotovog proizvoda i koja je nužna krajnja kvaliteta proizvoda. [18]

Troškovi su kvalitete glavni parametar koji služi za planiranje ukupnog budžeta određenog procesa, služi i za predviđanje mogućih troškova, kao i sredstvo programiranja. Zato je glavna zadaća statističke kontrole kvalitete određivanje sposobnosti procesa da ostvari sve one potrebne zahtjeve kupaca. Vrlo je bitno i kontrolirati taj proces preko različitih proračuna, a isto tako i nadgledanjem na licu mjesta prilikom proizvodnje, kako bi se pravovremeno dobile valjane informacije o kvaliteti proizvoda a isto tako i provela potrebna korekcija. [21]

### **3.2.1. Ulazna kontrola kvalitete**

Bitno je da smo sigurni da u proces ulaze potpuno ispravni i kontrolirani komadi, upravo iz tog razloga je nužno primjenjivati ulaznu kontrolu kvalitete. Ukoliko se sa ispravnim komadima ulazi u proizvodnju, mnogo je manja vjerojatnost da će doći do nekih neželjenih scenarija. U proces obrade i proizvodnje smiju ući samo oni sirovci, poluproizvodi ili pak neki gotovi proizvodi na postupak dorade, kojima je zagantirana kvaliteta materijala i ostalih karakteristika za ostvarivanje zadanih zahtjeva kupaca. Glavna zadaća kontrole kvalitete na ulazu u proces je da potvrdi i provjeri zadovoljava li neki komad sve propisane zahtjeve od strane normi i kupca, jer se samo na taj način stvaraju povoljni preduvjeti za nastanak gotovog proizvoda zavidne i pravilne kvalitete. [21]

Kod postupaka prerade metala u proces proizvodnje mogu ulaziti različite sirovine, neki poluproizvodi kao što su otkivci, odljevci koji trebaju različitu vrstu dorade. Također mogu ulaziti i gotovi proizvodi poput različite vijčane robe, pa čak i gotovi sklopovi koji su spremni za ugradnju. Mnogo različitih oblika komada i proizvoda može ulaziti u proces i pritom je bitno da je cilj ulazne kontrole kod svih tih komada isti, a to je osiguranje kvalitete proizvoda. [21]

Vrlo je bitno odmah na početku, prije ulaza komada u proces, odrediti zahtijevane ciljeve na taj zadan komad koji će se obrađivati, jedno se na taj način može provesti pravilna ulazna kontrola. Da bi se to moglo ostvariti, potrebno je dobro poznavati sve značajke i specifikacije vezane za komade koji ulaze u proces, a to se sve saznaje iz prateće dokumentacije vezane uz komad. Ta se dokumentacija ponajprije sastoji od nacrt, normi, propisa, karakteristika i sl. Ponekad se i na temelju dokumentacije mogu uvidjeti pogreške, koje nisu dopustive u procesu proizvodnje i obrade tih komada. Ukoliko je moguće, bilo bi dobro sa dobavljačima prodiskutirati o mjestima na kojima je potrebna ulazna kontrola zadanih komada. Ulazna kontrola označuje prvu fazu koja jamči kvalitetu prilikom proizvodnog procesa. [21]

Proces ulazne kontrole se može provoditi na različite načine. Može se provjeravati svaki pojedinačni komad/proizvod što predstavlja 100%-tu ulaznu kontrolu, može biti kontrola

odabranih uzoraka a isto tako može biti i povremena neplanirana ulazna kontrola kvalitete. Ponekad proces obrade i proizvodnje kreće i bez ulazne kontrole. [21]

Ulazna kontrola kvalitete bi trebala uključivati ove slijedeće stavke:

- Na samom je početku potrebno prikupiti svu dokumentaciju o materijalu koji će se obrađivati. Tu je potrebno imati upute i značajke koje treba provjeriti ulaznom kontrolom na proizvodu. Još su potrebne informacije i o karakteristikama nabavljenih dijelova, podaci o dobavljaču, potpisane izjave za garanciju sukladnosti kao i certifikati. [21]
- Vrlo se često provodi kontrola prvog komada ili pak uzorka. [21]
- Kontrola prateće dokumentacije bi trebala obuhvaćati:
  - ◆ Svakako kontrolu nacрта kao i zadanih specifikacija. To je potrebno kako bi se potvrdila njihova adekvatnost sa zadanim komadima, materijalima ili pak proizvodima, da kontrolori i nadležne osobe budu sigurne da mjere sa tih komada uspoređuju i provjeravaju sa sigurnim mjerama. [21]
  - ◆ Potrebno je i provjeravanje oznaka materijala kako bi se potvrdilo da dana dokumentacija pripada tom materijalu, da se oznake na dokumentaciji i materijali podudaraju. [21]
  - ◆ Treba se provesti i provjera atesta i certifikata koji pripadaju materijalu, da se potvrdi da su zadanom materijalu pridruženi svi potrebni atestovi i certifikati. [21]
  - ◆ Vrlo je bitno provjeriti je li materijal dostavio ovlaštenu dobavljač. [21]
  - ◆ Neki materijali imaju propisani vijek trajanja, kod takvih materijala treba provjeriti nalazi li se na materijalu još uvijek važeći rok. [21]

Rezultat kontrole kvalitete može biti **prihvatanje** ili pak **odbijanje**. Ukoliko materijal obuhvaća sve zahtjeve koji su postavljeni na početku, uz pripadajuću dokumentaciju tada se taj materijal prihvata. Ukoliko se pak određeni komadi koji ulaze u proces proizvodnje kontroliraju na temelju određenog broja uzoraka iz ukupnog skupa. Cijeli skup se prihvata ukoliko je postotak ili pak broj proizvoda koji ne odgovaraju u izuzetom uzorku manji ili jednak zadanom kriteriju prihvatanja koji je određen planom preuzimanja. Ukoliko prateća dokumentacija uz proizvode nije zadovoljavajuća te ako uz to taj materijal ne zadovoljava zadane uvjete i zahtjeve tada se taj materijal odbacuje. Također ako se kontrola vrši preko uzoraka te ako je postotak ili broj nesukladnih komada u odabranom uzorku veći ili pak jednak kriteriju odbijanja koji je određen planom preuzimanja. [21]

Nakon provođenja procesa kontrole, svi se kontrolirani rezultati pritom moraju dokumentirati te ovisno o prihvatanju ili odbijanju danog materijala, on se odlaže na za to

predviđeno mjesto. Ako se materijal prihvaća, on se označuje sa oznakom 'Prihvaćeno' i odvozi se na mjesto s kojeg će biti uziman za daljnju proizvodnju. Ako materijal nije ispravan, on se odbija, označava se s karticom 'Odbijeno'. Takav materijal koji nije prošao ulaznu kontrolu mora biti na udaljenom mjestu od ispravnog materijala. Jasno mora biti označen, kako ne bi slučajno završio u postupku proizvodnje. [21]

### **3.2.2. Međufazna kontrola kvalitete**

Kontrola u toku procesa ili međufazna kontrola kvalitete se izvodi za vrijeme trajanja proizvodnog procesa. Uloga ove vrste kontrole je praćenje proizvodnog procesa. Bitno je nadgledati proces te utvrditi odvija li se sve po planu. Ukoliko nešto malo krene u krivom smjeru, potrebno je pravovremeno reagirati i ispraviti nastalu pogrešku kako bi se na kraju ostvarila zahtijevana kvaliteta. Ova se vrsta kontrole najviše provodi na proizvodima, ali isto tako, može se provoditi i međufazna kontrola praćenja parametara vezanih uz proizvodni proces. S obzirom na proces, međufazna se kontrola može provoditi na kraju pojedinih operacija ili kontinuirano tijekom cijelog procesa. Ukoliko je proizvodni proces složen, tada je točno određeno nakon kojih operacija se provodi kontrola kvalitete zadanih proizvoda. Takva se vrsta provjere nastoji koliko je moguće izbjegavati, jer dovodi do velikih naknadnih troškova kontrole. Zato je bitno prije početka procesa točno definirati koja će se mjesta na proizvodima i u toku procesa kontrolirati. [22]

Kako bi se što više osigurala kvaliteta proizvodnog procesa, izrađuju se planovi kontrole kvalitete koji točno definiraju mjesta na kojima se treba vršiti međufazna kontrola kvalitete određenih komada nakon određenih operacija obrade. [22]

Međufaznom se kontrolom kvalitete smatra bilo koja vrsta kontrole nakon ulazne kontrole, a prije završne kontrole, koja na bilo koji način doprinosi i osigurava kvalitetu materijala, sklopova, proizvoda ili procesa. Ovaj se način kontrole provodi prema ustaljenim rasporedima. U većini slučajeva, ova vrsta kontrole je propisana određenim normama koje jamče osiguranje kontrole kvalitete, a ukoliko je potrebno provodi se i na temelju dogovorenih planova kontrole kvalitete. Nakon provedene kontrole je bitno sve dobivene podatke upisivati na za to predviđena mjesta, obrasce i dokumentaciju, kako bi to bilo trajno sačuvano. To je bitno dokumentirati kako bi se proces mogao unaprijediti. Kod ove vrste kontrole se također odlučuje je li neki uzorak s sukladan ili nesukladan. Ukoliko je uzorak nakon međufazne kontrole nesukladan, onda se mora što prije otkloniti uzrok nastajanja takve pogreške. [22]



### **3.2.3. Završna kontrola kvalitete**

Ukoliko su ulazna i međufazna kontrola kvalitete pravilno napravljene, u završnoj kontroli kvalitete neće biti nikakvih iznenadnih situacija. Završna kontrola kvalitete je kontrola kvalitete koja kontrolira i pritom jamči kvalitetu gotovog proizvoda, njome završava proizvodi proces gotovog proizvoda. Ova kontrola kvalitete je jako bitna jer ona određuje je li proizvod ispravan za transport prema kupcu ili je nesukladan. Ispravni proizvodi se odvajaju od neispravnih. Ako se greške otkriju u završnoj fazi, to će rezultirati vrlo velikim troškovima. Pogreške u ovoj fazi dovode do plaćanja penala, kašnjenje isporuka, gubitka kupaca... Ukoliko je moguće, oni proizvodi koji su proglašeni nesukladnima se dorađuju te se nakon dorade ponovno provodi proces završne kontrole kvalitete. Najgori trenutak otkrivanja grešaka nakon završne kontrole je kod kupca. Ukoliko se tokom cijelog procesa samo gledalo kako bi se što više uštedjelo, a pritom se kontrola smanjivala na najmanju razinu, na kraju takva štednja ispadne itekako skupa. [22]

### **3.3. Nedostaci kontrole kvalitete**

Kontrola kvalitete je nužan proces tijekom odvijanja proizvodnog procesa. Vrlo je često u primjeni, također je i svojevrsna garancija kvalitete gotovih proizvoda. Unatoč mnogim prednostima, kontrola kvalitete sadrži i niz nedostataka. Pojačana kontrola ne pridaje dodatnu vrijednost gotovom proizvodu, a kontrola i nadgledanje procesa je vrlo skupo. Osim troškova u obliku radnih sati, materijala, različitih resursa, najveći troškovi se stvaraju ukoliko kupac nije zadovoljan završnim proizvodom, jer njegovim nezadovoljstvom dolazi do gubitaka i na tržištu. Ukoliko se pravovremeno ne obavi kvalitetna kontrola, posljedice toga su jako skupe, jer su na proizvodima potrebne dorade, ili pak nastaju nesukladni proizvodi koji se baš nikako ne mogu popraviti. [22]

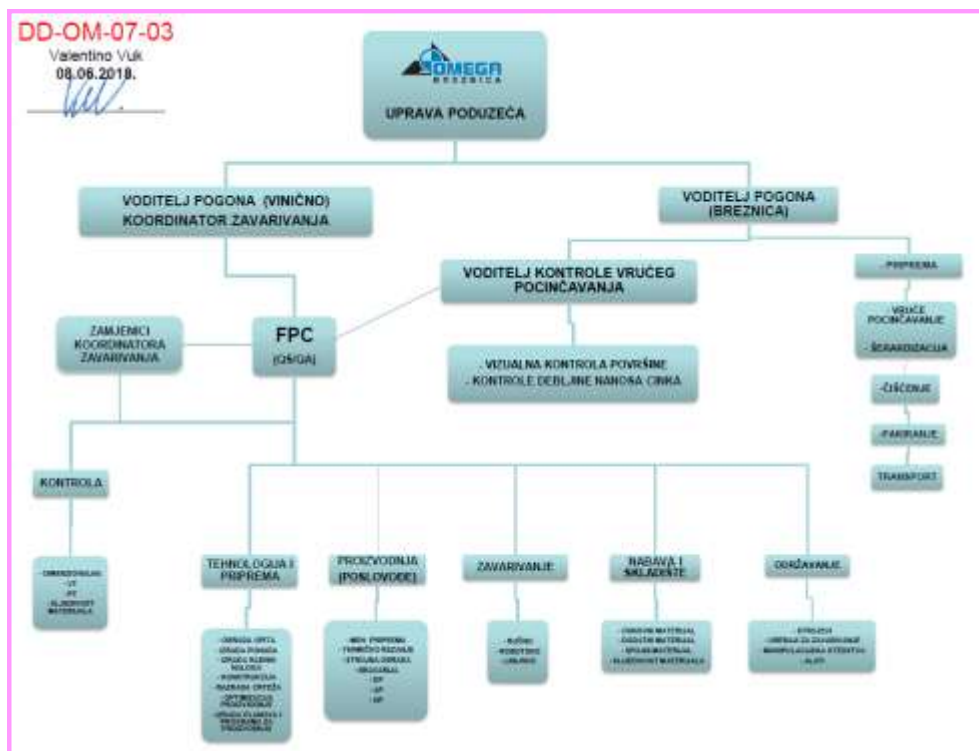
Iako se ovdje javlja čitav niz nedostataka ukoliko se kontrola adekvatno ne provodi, svakako se treba naglasiti da je ona nužni trošak od postizanja kvalitetnog proizvoda. Najbolje je kada se ta kontrola provodi pravilno, pa se novac koji je uložen u kontrolu višestruko isplati preko zadovoljnog kupca koji će i dalje uzimati proizvode iz poduzeća u kojima dobiva proizvod onih karakteristika koje je i zatražio. [23]

## 4. Kontrola kvalitete kod postupka vrućeg pocinčavanja u proizvodnom poduzeću Omega Breznica d.o.o.

### 4.1. Informacije o poduzeću

Sjedište tvrtke **Omega d.o.o.** nalazi se u Breznici 3a. Omega d.o.o. Breznica je poduzeće specijalizirano za postupak vrućeg pocinčavanja, šeradizacije, a tu se nalazi i skladište materijala kao i trgovina. Proizvodnja dijelova koja dolazi do trgovine i do ostalih kupaca materijala nalazi se u mjestu Vinično, gdje se nalazi proizvodni pogon koji uključuje strojnu obradu, zavarivanje, plazma rezanje i slične obradne postupke. Tvrtka se sastoji iz tri proizvodna pogona u Viničnom, Breznici i Podrutama. Posluje na domaćem, ali u najvećoj mjeri i na inozemnom tržištu.

„Omega d.o.o.“ je tvrtka koja ima shemu (Slika 12) upravljanja koja se sastoji od šest različitih sektora kojima direktno upravlja uprava. Raspoređeno je tako da je svaki sektor specijaliziran za određeni dio poslova. Voditelj proizvodnje organizira i vodi proizvodnju, a ujedno i kontrolira rad zaposlenika. Voditelj financija zadužen je za financijsko poslovanje tvrtke. Voditelj odjela zadužen je za organizaciju i nadzor svojeg odjela. Odjel kontrole kvalitete je jako bitan jer on odobrava obradu ali i otpremu proizvoda. Poduzeće može adekvatno funkcionirati ukoliko postoji kvalitetna i pravovremena komunikacija svih odjela. U slučaju nedoumica unutar pojedinih odjela, obraća se voditelju pogona te dalje prema hijerarhijskoj raspodijeli.



Slika 12 – Organizacija rada i proizvodnje

## 4.2. Vruće pocinčavanje

To je postupak uranjanja proizvoda pripremljenih za proces vrućeg pocinčavanja u talinu cinka. Postupak se vrućeg pocinčavanja izvodi u cinčaonama. Cinčaone se u globalu ne razlikuju puno jedna od druge što se tiče procesa koji se u njima odvijaju. Jedino se razlikuju po izgledu prostora, dimenzijama kada, uložnim financijskim sredstvima. Svaka cinčaona obavlja zadanu pripremu površine za taj proces i vrši uranjanje pripremljenog proizvoda u rastaljeni Zn. To je glavnina ovog procesa. U tom procesu je zaposleno mnogo ljudi, pa su i troškovi vrlo veliki. Pošto nije isplativo gasiti pa zagrijavati kadu rastaljenog Zn u kratkim vremenskih razdobljima, vrlo često su za te radnike radni i vikendi. [23]

Sam proces vrućeg pocinčavanja se sastoji od:

- a) Čišćenje površine predmeta
- b) Uranjanje u talinu rastaljenog Zn
- c) Završna kontrola

Proces vrućeg pocinčavanja započinje ulaznom kontrolom gotovih proizvoda koji dolaze na postupak vrućeg pocinčavanja. Nakon utvrđene kontrole se utvrdi je li površina tog proizvoda adekvatna za nanošenje cinkove zaštite ili se još treba pripremiti. [23]

Priprema površine se može smatrati i najvažnijim korakom u ovom procesu jer se njome garantira pravilno prijanjanje i ostvarivanje prevlake, a time i dugotrajna zaštita od procesa korozije. Ukoliko površina ne bi bila dobro pripremljena, vrlo lako bi moglo doći do pucanja, odvajanja, opadanja i na posljetku ubrzanog propadanja prevlake. Do toga će doći ukoliko se ne dogodi dovoljna reakcija taline Zn sa površinom osnovnog materijala. Kod nepravilne reakcije ne dolazi do tvorbe intermetalnog spoja koji je nužan za nastanak pravilne prevlake. Ukoliko priprema površine nije pravilna, Zn se ne lovi na površinu osnovnog materijala, pa na tom komadu ostaju crne nepocinčane površine. Takve površine ne pružaju zaštitu, već dovode do korozije. Sprječavanje ovakvih posljedica je uloga ulazne kontrole koja odredi adekvatnu pripremu površine. [23]

Ukoliko kupac ne želi preobradu ili iz nekog drugog razloga se ista ne provodi i ako dođe do ovakvih situacija, tada je potreban popravak, odnosno nužno je naći uzroke ovih problema, te ih otkloniti u najkraćem mogućem roku, ali oni uzrokuju dodatne troškove.

Najvažnije od svega je da se sve može popraviti ili izraditi ponovno, ali to sve iziskuje mnogo novaca i truda te se popravci i troškovi nastoje što više anulirati. Jedino na taj način će biti zadovoljene obje strane, i kupac i proizvođač. [23]

Prije uranjanja u talinu Zn, komad prolazi pripremu, kako bi rastaljeni Zn imao što bolju reakciju sa osnovnim materijalom. Postupak vrućeg pocinčavanja se sastoji od:

### 4.2.1. ODMAŠĆIVANJE

Odmašćivanje (**Slika 13**) je faza pripreme proizvoda za proces vrućeg pocinčavanja kod koje se nastoje reducirati masnoće i sve vrste prljavština. Provodi se u kontroliranim uvjetima uranjanjem u alkalne ili lužnate otopine na temperaturama oko 60 – 90 °C. Današnje vrijeme je dovelo do nekih promjena, danas se koriste kiseli odmašćivači koji se sastoje od kiselina i aditiva, koristi se na primjer 5 % HCl kiselina. [23]

U cinčaoni Omega Breznica ova faza se sastoji od neutralne otopine na bazi bioloških agensa koji se hrane organskim masnoćama na temperaturi do 38 °C. Vrlo je bitno stvoriti uvjete koji su povoljni za njihov opstanak i razvoj. [23]

Iako je ovo postupak čišćenja i odmašćivanja, ova metoda ne može skinuti ostatke boja, epoksidnih i drugih smola, zapečene ostatke koji su nastali zavarivanjem, okujine i slično. Vrlo je bitno i poželjno da se takvi nanosi skinu prije ulaska u postupak vrućeg pocinčavanja, prije samog odmašćivanja. To se otklanja abrazivnim postupcima poput pjeskarenja, sačmarenja, brušenja...

Bitno je da kontrolor na ulaznoj kontroli zamijeti da se na komadima nalaze neke takve 'nepravilnosti' koje je nužno otkloniti kako bi nastala lijepa, jednolična prevlaka cinka jednake debljine po cijeloj površini. Kada kontrolor uvidi da se to nalazi na površini, ukoliko je samo ostatak markera ili boje, to se otkloni pomoću razrjeđivača, a ukoliko je nešto složenije kao prethodno navedeno (ostatci navarivanja, okujine, smole) to se otklanja abrazivnim postupcima. Neke cinčaone provode te postupke, no ukoliko i ne provode, one imaju suradnju sa tvrtkama koje to rade za njih. [23]



*Slika 13 - Kada za odmašćivanje*

### 4.2.2. NAGRIZANJE

Proces nagrivanja ili dekapiranja je također faza koja priprema materijal za daljnju obradu ali isto tako i čisti taj proizvod koji će se dalje vruće pocinčavati. Nagrivanje se odvija u kiseloj otopini. Tu kiselu otopinu čini 15-16% otopina solne kiseline – HCl (**Slika 14**). Taj se proces odvija pri sobnoj temperaturi. Ta prilično jaka kiselina ima moć prodiranja kroz korozivni i odmašćeni sloj materijala te pritom nagriva površinu osnovnog materijala. Pri toj se reakciji javlja H koji pritom naglo eksplodira i pritom odbacuje naslage nastale korozije. Tako dolazi do detaljnog čišćenja materijala od korozije. Ukoliko je zaostala boja ili smole ili neki drugi nanosi koji se nisu uspjeli otkloniti pomoću odmašćivanja i nagrivanja, nakon ovog postupka ili u kombinaciji s ovim postupkom se slobodno može primjenjivati neka vrsta abrazivnog postupka čišćenja. Najčešće vrste abrazivnog čišćenja su pjeskarenje, sačmarenje, brza rotacija u bunjevima... [23]



*Slika 14 - Kada sa HCl*

### 4.2.3. ISPIRANJE

Nakon postupka nagrivanja, a prije postupka fluksiranja se komad uranja u vodu. Ta je voda malo zagrijana i protočna je. Postupak ispiranja se može vršiti i u više bazena koji su posloženi kaskadno, a ne samo u jednom bazenu. Pošto ispiranju prethodi nagrivanje, koje se vrši u kiselini, ta voda nakon uranjanja postaje kisela (**Slika 15**). Takva se kisela voda mora zbrinjavati na odgovarajući način. Bitno je ispiranje kako bi fluks što bolje mogao doći u kontakt sa površinom osnovnog materijala. [23]



*Slika 15 - Voda za ispiranje*

#### **4.2.4. FLUKSIRANJE**

Postupak fluksiranja (**Slika 16**) je završna faza pripreme površine prije postupka vrućeg pocinčavanja. To je postupak koji omogućuje potpuno otklanjanje zaostalih oksida s površine. Tim se postupkom stvara tanak sloj klorida na površini osnovnog materijala, a oni omogućuju zaštitu očišćene površine sve do uranjanja tog predmeta u rastaljeni Zn, kako ne bi došlo do procesa nagle korozije. Postupak nanašanja fluksa se razlikuje ovisno o tehnici 'suhog' ili 'mokrog' vrućeg pocinčavanja. [23]

Noviji postupak je 'suhi' postupak, kod njega dolazi do uranjanja i držanja u otopini koja se sastoji od amonijevog i cinkovog klorida koji je zagrijan do temperature od 70 °C. Na taj se način vrši pre-fluksiranje. Poslije tog postupka, taj se komad suši u prikladnim sušarama koje su zagrijane do 120 °C, pritom dolazi do uštede energije, jer se komad već prije uranjanja u rastaljeni Zn predgrije. [23]

Stariji postupak je 'mokri' postupak, kod njega dolazi do uranjanja u otopinu rastopljenih klorida u koje se dodaje glicerol ili sapun, iz razloga jer oni imaju manju gustoću, oni isplivaju na površinu. Nalaze se na prednjem dijelu kade u kojoj se nalazi rastopljeni Zn. Taj se postupak odvija na način da se taj mokri komad provlači kroz nastali sloj koji se sastoji od rastaljenih klorida. Tim se provlačenjem omogućuje dodatno čišćenje površine od zaostalih nečistoća i masnoća, a isto tako dolazi do neposredne reakcije sa tim otopljenim kloridima. [23]

Fluks je bitan jer omogućuje kvalitetno i čvrsto prijanjanje, omogućuje stvaranje kvalitetnog intermetalnog spoja između čelika i Zn. Nakon postupka fluksiranja se provodi se i sušenje. [23]



*Slika 16 – Flux (lijevo), sušenje (desno)*

#### **4.2.5. URANJANJE U KADU VRUĆEG Zn – VRUĆE POCINČAVANJE**

Postupak vrućeg pocinčavanja započinje uranjanjem komada u kadu koja je izrađena od čelika (Slika 17). U poduzeću 'Omega Breznica' kada je veličine 4500 x 1200 x 1800 mm u kojoj se nalazi rastaljeni Zn. Čistoća rastaljenog Zn mora biti 98%, u praksi je ipak najčešće u upotrebi cink koji ima čistoću od 99,995%. Temperatura taline Zn se nalazi u rasponu između 445 °C pa do 460 °C. [23]

U kadama koje se koriste za proces vrućeg pocinčavanja u najvećoj mjeri se mora nalaziti rastaljeni cink. Osim rastaljenog cinka, u otopini se nalaze i elementi: Fe, Ni, Al, Cu, Cd, Sn, Bi te Pb kojeg treba biti u što manjoj mjeri jer je štetan za okoliš. Ukupni sastav nečistoća u talini cinka nikako ne bi treba biti veći od 1,5% ukupne mase. [23]

Generalno, postupak vrućeg pocinčavanja je svojevrsna kemijska reakcija koja dovodi do strukturiranja i formiranja prevlake Zn na površini osnovnog materijala s obzirom na karakteristike materijala (debljina stjenke, vrsta i oblik materijala, stanje površine...), pripremljenost površine, određivanje točne temperature taline Zn, vremenu držanja komada u tom rastaljenom Zn, kao i brzina vađenja komada iz vruće otopine Zn. Nakon postupka vrućeg pocinčavanja, takvi se komadi mogu, ukoliko je potrebno hladiti u bazenu koji je ispunjen vodom. [23]



*Slika 17 - Uranjanje komada u rastaljeni Zn*

#### **4.2.6. ZAVRŠNA KONTROLA**

Završnu kontrola se sastoji od procjenjivanja stupnja kvalitete prevlake. Kvalitetu prevlake određuje izgled i debljina pocinčane površine. To se ispituje pomoću različitih laboratorijskih i fizikalnih testova pomoću kojih se s lakoćom može odrediti ujednačenost, debljina prevlake, izgled površine te prijanjanje. [23]

#### **4.3. Načini označivanja kod vrućeg pocinčavanja**

Kod procesa vrućeg pocinčavanja je jako bitno da se identifikacijske oznake pravilno pripreme prije samog procesa vrućeg pocinčavanja. Te oznake bi trebao dodijeliti proizvođač. Oznake su bitne da ne bi došlo do nekih neželjenih situacija, zabuna ili zamjena prilikom dostave i transporta proizvoda do kupca. Svaki proizvođač pritom mora imati na umu, da se te oznake naprave na propisan način kako ne bi smetale izvođenju prevlake vrućim pocinčavanjem. Oznake moraju biti jasno čitljive. Komadi se ne smiju označavati voodootpornim markerima, bojama, markerima koji su na bazi ulja ili sličnim sredstvima, jer se takve oznake otklanjaju uslijed naredbe kontrolora prije procesa vrućeg pocinčavanja. Kontrolor na ulaznoj kontroli pažljivo promotri ima li oznaka na komadu, slijedeća je provjera jesu li te oznake pravilne, ili su napravljene na neki neprihvatljivi način. Ukoliko su napravljene na neki neprihvatljivi način, tada ta oznaka mora počistiti prije ovog



procesa AKZ jer se u protivnom na mjestu na kojem je oznaka napravljena prevlaka Zn neće primiti. Svaka nepravilnost koju kontrolor uoči na ulaznoj kontroli se ispravlja prije ulaska u proces vrućeg pocinčavanja. [23]

U svakoj se firmi nastoji napraviti prevlaka Zn što kvalitetnije i maksimalno se želi udovoljiti potrebama i željama kupca. Na kupcima je isto tako da imaju razumijevanje i da poštuju savjete i pravila svake cinčaone i ljudi koji tamo rade. [23]

Treba odabrati prihvatljivi način označivanja proizvoda koji se neće obrisati prilikom pripreme ili izvođenja samog procesa nanošenja metalne prevlake. Postoje tri najpravilnija načina za označavanje proizvoda koji ulaze u proces vrućeg pocinčavanja, a to su:

1. U najvećem broju slučajeva se koristi način označivanja kod kojeg dolazi do utiskivanja metalnih slova u površinu metalnog proizvoda (**Slika 18**). Taj se način označivanja izvodi ručno. Postupak je poprilično jednostavan a odvija se na način da se metalni žigovi postave na površinu metala i onda se udara čekićem po njima, i zadana oznaka se utiskuje u površinu. Za to se koriste slova koja su veličine od prilike oko 13 mm, rijetko se uzimaju slova manje veličine. Dubina utiskivanja je najmanje oko 0,8 mm. Ti se parametri uzimaju kako bi oznaka bila postojana i čitka nakon nanosa taline Zn. [23]



*Slika 18 - Utisnuta slova na površini*

2. Također je vrlo česti način označivanja proizvoda na način da se slova navaruju na površinu zadanog komada (**Slika 19**). Oznake se navaruju u obliku brojeva i slova ili pak nekih tipskih oznaka. Za ove oznake vrijede sva postojeća pravila koja su napisana baš za izvođenje varova kod procesa vrućeg pocinčavanja. Te su oznake čitke, uočljive, većih dimenzija te se najčešće koriste za označavanje proizvoda većih dimenzija. [23]



*Slika 19 - Navarena oznaka na predmet*

3. Vrlo učinkovit način izvođenja oznaka je također i označivanje pločicama na kojima su utisnuti znakovi, brojevi ili slova (**Slika 20**). Takve pločice mogu biti čvrsto privezane pomoću žice za proizvod koji će se pocinčavati, a kao takve neće smetati u izvođenju procesa vrućeg pocinčavanja. Također je moguće, ukoliko ima potrebe za tim, te pločice pričvrstiti ili pak direktno zavariti na proizvod. [23]



*Slika 20 - Pločica sa oznakama*

## 4.4. Norma HRN EN ISO 1461

### 4.4.1. Cilj

Ova norma je napisana upravo za postupak vrućeg pocinčavanja. Glavni cilj ove norme je određivanje karakteristika i glavnih metoda testiranja prevlake nastale vrućim pocinčavanjem. Takva prevlaka na željezu i čeliku ne smije sadržavati više od 2% ostalih metala.

Taj se standard primjenjuje na:

- Cijevima koje se automatski cinčaju u tvornicama
- Limu i žici koji se kontinuirano uranjaju u vrući cink
- Proizvodima vrućeg pocinčavanja za koje vrijede specijalni standardi [23]

Temeljni zahtjevi za ostvarivanje kvalitetnog izgleda cinkove prevlake temelje se na:

- Razmjerno glatke površine
- Neprekinute površine i bez napuklina
- Bez povećanih nedostataka kao što su čistoća, sjaj, adekvatno prianjanje, bez previše grubosti i za zadebljanja
- Bez šiljastih i oštih iscuraka na koje bi se radnik mogao ozbiljnije povrijediti
- Bez nepocinčanih mjesta [23]

### 4.4.2. Uzorkovanje

Prema normi se određuje konačan broj proizvoda koji se treba provjeravati s obzirom na broj komada u seriji (Tablica 1). Taj se kontrolni uzorak za potrebnu provjeru i ispitivanje nanosa cinka uzima slučajno, nasumično iz skupine gotovih proizvoda. Taj broj propisuje norma 1461 te je to optimalna količina proizvoda za kontrolu kojom bi se mogao postići proizvod iznimne kvalitete.

Tablica 1 - Potrebna količina uzoraka za kontrolu s obzirom na ukupan broj gotovih proizvoda

Ukupan broj elemenata	Minimalan broj elemenata izuzetih za kontrolu
1 – 3	Sve
4 – 500	3
501 – 1200	5
1201 – 3200	8
3201 – 10 000	13
>10 000	20

### 4.4.3. Zahtjevi na prevlaku nastalu vrućim pocinčavanjem

Zahtijevana prevlaka nakon procesa vrućeg pocinčavanja mora biti takva da se na površini ne nalaze mjehurići (**Slika 21**). Također ne smije biti ni hrapava, a nije preporučljivo ni da ima oštre bridove i dijelove, a ne smije ni sadržavati područja koja nisu prekrivena prevlakom Zn.

Ukoliko se nakon pocinčavanja pojave dijelovi na gotovim proizvodima koji su malo tamnije i svjetlije sive boje, to ne smije biti razlog reklamacije, te se reklamacija po ovoj normi kao takva ne prihvaća. Ukoliko se pojave neki neujednačeni dijelovi koji samo vizualno tako izgledaju, a kvaliteta prevlake je adekvatna, isto ne smiju biti predmet reklamacije. Ako su pak vruće pocinčani proizvodi skladišteni negdje na vlazi, te ako tada dođe do pojave takozvane 'bijeje hrđe', ukoliko je debljina prevlake veća od minimalne, takav se proizvod ne odbacuje. [23]

Dok s druge strane, ostaci od fluksa nikako nisu dopustivi. Smanjena otpornost na koroziju se javlja ukoliko postoje neke izbočine ili prašina Zn. Najvažnija kontrola je vizualna, ukoliko proizvod ne prođe vizualnu kontrolu, on se kao takav odbacuje te se ponovno vraća u proces vrućeg pocinčavanja.

Glavna uloga prevlaka koje nastaju procesom vrućeg pocinčavanja je da zaštiti čelične, a isto tako i željezne materijale od agresivnog procesa korozije. Vijek trajanja zaštite od korozije je proporcionalan s debljinom cinkove prevlake. Što je nanos deblji, to je zaštita od korozije dugotrajnija. Preporuča se što deblji nanos. [23]



*Slika 21 - Prihvatljivi izgled prevlake nakon pocinčavanja*

#### 4.4.4. Preporučeno područje mjerenja

Ukoliko želimo postići reprezentativan uzorak, adekvatnih veličina i debljina prevlake, u obzir se mora uzeti oblik i veličina gotovog proizvoda.

Broj takvih područja je sljedeći: [23]

- Ukoliko imamo proizvode koji imaju veću površinu od  $2 \text{ m}^2$  (takvi se proizvodi smatraju velikim proizvodima) – oni sadrže barem 3 područja na svakom od tih proizvoda na uzorku koji je određen za kontrolu. Debljina nanosa prevlake na tim kontrolnim uzorcima mora biti jednaka ili pak veća od propisanih srednjih vrijednosti danih normom.
- Ukoliko postoje proizvodi koji imaju površinu preko  $10\,000 \text{ mm}^2$  pa sve do  $2 \text{ m}^2$  – takvi proizvodi sadrže barem jedno područje koje je određeno za kontrolu
- Ako pak postoje proizvodi sa površinom koja se nalazi između  $1000 \text{ mm}^2$  pa sve do  $10\,000 \text{ mm}^2$  - za kontrolu se uzima jedno područje
- Vrlo su česti proizvodi koji imaju površinu manju od  $1000 \text{ mm}^2$  - broj mjerenja tih proizvoda se određuje na način da kada se ti proizvodi grupiraju zajedno, mora se omogućiti površina od  $1\,000 \text{ mm}^2$  za zadano preporučeno područje

Kod zadnja 3 navedena slučaja, nužno je da je debljina prevlake cinka na svakom tom preporučenom području veća ili jednaka 'lokalnoj debljini prevlake' koja je dana normom u tablici. [23]

Na površini referentne zone koja iznosi minimalno  $1000 \text{ mm}^2$ , provodi se minimalno pet puta magnetsko mjerenje na pocinčanim dijelovima. Ukoliko je neki individualan podatak iz tih mjerenja nešto niži od podataka propisanih normom koji su dani u tablicama, to je beznačajno sve dok je srednja vrijednost svake te referentne zone jednaka ili pak veća od debljina prevlaka koje su dane u tablicama.

Mjerenja debljine prevlake cinka se ne provode ukoliko su površine odrezane, odrezane pomoću plamena, na područjima koja su od ruba udaljena manje od  $10 \text{ mm}$  ili pak na samim rubovima.

#### **4.4.5. Dorada komada koji ne zadovoljavaju normu**

Površina koja nije prekrivena pocinčanom prevlakom ne smije biti veća od 0,5% ukupne površine tog pocinčanog proizvoda. Neki se komad upućuje na doradu ukoliko njegovo nepocinčano područje nije veće od 10 cm<sup>2</sup>. Ukoliko je područje takvih nepocinčanih proizvoda veće, takvi se proizvodi prvo rascinčavaju pa se na njima ponovno ponavlja postupak vrućeg pocinčavanja. Ti postupci u određenoj mjeri mogu varirati s obzirom na zahtjeve kupca, ali isto tako s obzirom na dogovor između cinčaone i kupca. [23]

Svaka cinčaona ima popis svojih načina na koje se zbrinjavaju pogreške nastale pocinčavanjem. Svaki kupac je prije samog procesa vrućeg pocinčavanja upoznat sa mogućnostima korekcije eventualnih pogrešaka od strane cinčaone. Dorada se najčešće vrši pomoću boje koja je bogata Zn ili sa Zn sprejom. Ukoliko kupac zahtjeva neku specijalnu doradu, obnova pomoću boje se nanosi naknadno, a sam postupak takve dorade je prezentiran kupcu iz cinčaone. Takva se dorada sastoji prvo od struganja, čišćenja, skidanja ili bilo kojeg drugog procesa koji bi maknuo prijašnju prevlaku te da bi se omogućila adhezija. Na mjestima koja su se obnavljala debljina prevlake mora biti minimalni 30 µm veća od debljine koja je dana u tablicama osim ako kupac nema neke svoje posebne zahtjeve. [23]

Ukoliko se galvanizirana površina pocinčava, debljina za ta obnovljena područja je ista kao i kod vrućeg pocinčavanja. Takva doradena prevlaka mora omogućiti adekvatnu zaštitu za materijal za koji je namijenjena i na koji je nanosena.

#### **4.4.6. Postupak adhezije – prijanjanja**

Kod postupka vrućeg pocinčavanja mora biti između osnovnog materijala i Zn takvo prijanjanje da se prevlaka drži bez odvajanja, skidanja i pucanja za cijelo vrijeme predviđene eksploatacije. Ukoliko se želi postići deblji nanos, on zahtjeva više pažnje prilikom nanošenja i rukovanja od primjerice tanjeg nanosa. Vruće pocinčavanje je najčešće završni postupak obrade materijala, to je zapravo samo nanošenje sloja zaštite na već gotov proizvod. Na vruće pocinčanu se površinu može nanositi boja, no sve naknadne prevlake su samo iz estetskog razloga a ne funkcionalnog. Stoga se bilo kakva oblikovanja ili savijanja nakon postupka vrućeg pocinčavanja nikako ne preporučuje. Ukoliko je materijal izložen velikom opterećenju, može se ispitivati prijanjanje, takvo se ispitivanje koristi na velikim površinama gdje se preporučuje dobro prijanjanje. [23]

#### **4.4.7. Kriteriji prema kojima se vrši odobravanje**

Prevlaka cinka nikad ne smije biti tanja od one minimalne vrijednosti koja je normirana i navedena u tablicama. Ostale vrijednosti debljina se mogu također odobriti ukoliko je to zahtjev kupca.

Provjera debljine prevlake se provodi na način da se od određenog broja uzorka izdvoji njih nekoliko i na tim izdvojenim komadima se detaljno provjeri nanos cinka. Ukoliko je prosječna debljina na tim komadima zadovoljavajuća, ti će komadi biti odobreni. Ukoliko veća grupa tih uzoraka ne zadovolji ovaj test, tada će se najvjerojatnije postupak vrućeg pocinčavanja ponoviti. [23]

### **4.5. Kvaliteta i kontrola kvalitete vrućeg pocinčavanja na konkretnom primjeru X**

Kod kontrole kvalitete vrućeg pocinčavanja se obraća pažnja na:

- Izgled površine cinkove prevlake
- Debljinu cinkove prevlake
- Svojestvo prianjanja cinkove prevlake na površinu čelika

#### **4.5.1. Ulazna kontrola kvalitete**

Kada je roba dostavljena na vruće pocinčavanje, obavezna je vizualna kontrola iste. Ukoliko roba ne zadovoljava preduvjete koji su namijenjeni za vruće pocinčavanje, tada se ispunjava kontrolni list –„Provjera uvjeta za pocinčavanje“, nakon toga se kontaktira sa komercijalom i odlučuje se hoće li biti dorade tih dostavljenih konstrukcija ili će se pak roba vratiti kupcu. „Provjera uvjeta za pocinčavanje“ je obrazac koji složi za ulaznu kontrolu komada a sastoji se od sljedećih stavki:

1. Provjera stanja vizualnim pregledom
  - 1.1 Provjera ostatka boje
  - 1.2 Provjera ostatka sprejeva za zavarivanje
  - 1.3 Provjera ostatka punila, brtvila
2. Provjera postojanja odgovarajućih mjesta za vješanje
3. Provjera mjesta za ulazak cinka
4. Provjera odušaka na šupljim pozicijama
5. Provjera postojanja oznake pozicije

Kontrola komada X nakon zapremanja se provodila na slijedeći način. Prva kontrola nakon zaprimanja robe koja će se pocinčavati je vizualna kontrola robe. Kod vizualne kontrole je bitno obratiti pažnju ima li ostataka boje, sprejeva za zavarivanje, ostataka punila ili brtvila... Bitno je dobro pregledati površinu, jer ukoliko postoje takve nečistoće, potrebno ih je reducirati prije postupka vrućeg pocinčavanja, jer se samo na taj način postiže prevlaka cinka adekvatne kvalitete.

Mora postojati i provjera postoje li odgovarajuća mjesta za vješanje komada prilikom uranjanja u talinu Zn. Ta mjesta se moraju nalaziti na odgovarajućim mjestima kako se ne bi narušio vizualan izgled ni nosivost. Ukoliko takva mjesta ne postoje, u većini cinčaona postoji usluga ostvarivanja istih.

Gleda se postoje li otvori za ulazak taline cinka, kako bi se dobila prevlaka adekvatne kvalitete i s unutrašnje strane primjerice cijevi. Na odgovarajućem mjestu se treba nalaziti otvor, kako bi talina Zn mogla nesmetano ulaziti i u unutrašnjost. Kako talina ulazi u unutrašnjost predmeta, ona tlači zrak koji se nalazi od prije u unutrašnjosti, te može doći do eksplozije ukoliko ne postoje adekvatni odušci.

Pozicije moraju imati oznake, kako se ne bi pomiješale, pogotovo ukoliko su neke male razlike u komadima. A jedan od načina označivanja kojim ta oznaka može „preživjeti“ nagrizanje različitim kiselinama i lužinama, a isto tako i velike temperature rastaljenog Zn je označivanje žigovima.

Nakon vizualne kontrole, ukoliko se utvrdi da je komad prikladan za proces vrućeg pocinčavanja, taj se komad važe, jer se vruće pocinčavanje plaća prema kilogramima. Vaganje je također bitno i zbog postavljanja tog komada na nosače dizalice kojom se omogućuje prenošenje komada prilikom pripreme i procesa vrućeg pocinčavanja.

Komad X (**Slika 22**) je zadovoljio sve karakteristike koje su potrebne za pravilno nanošenje prevlaka Zn postupkom vrućeg pocinčavanja.



*Slika 22 - Komad X prije postupka vrućeg pocinčavanja*



Kod ovog postupka AKZ međufazna kontrola nije moguća.

#### 4.5.2. Kontrola kvalitete nakon postupka vrućeg pocinčavanja

Nakon postupka vrućeg pocinčavanja na proizvodu X se prvo provjerava izgled prevlake Zn, zatim debljina prevlake, a postoje i postupci provjere prijanjanja prevlake.

Prvo se je proizvod X trebao detaljno pregledati. Vizualna kontrola je kod ovog postupka jako bitna. Prevlaka proizvoda X glatka, ujednačena, bez grudica, bez nepocinčanih dijelova, također ovaj proizvod nije sadržavao nikakve napukline, oštre iscurke ni zadebljanja. Površina je bila lijepog izgleda, nije bilo „bijeje hrđe“ jer je proizvod bio pravilno čuvan do postupka kontrole kvalitete. Što se sve može vidjeti sa slike (**Slika 23**).



*Slika 23 - Izgled proizvoda X nakon vrućeg pocinčavanja*

Nakon što je obavljena vizualna kontrola prevlake, slijedi kontrola debljine prevlake. Vrlo je bitno kontrolirati debljinu prevlake, jer debljina prevlake nakon vrućeg pocinčavanja ne smije biti manja od minimalne debljine koja je propisana normom (**Tablica 2**).

Tablica 2 - Propisane debljine prelake

Kategorije	Debljina stjenki s= mm	Debljina na pojedinim mjestima ( $\mu\text{m}$ ) najmanja vrijednost	Prosječna debljina ( $\mu\text{m}$ ) najmanja vrijednost
Čelik	$\Rightarrow 6$	70	85
Čelik	$3 < s < 6$	55	70
Čelik	$\Rightarrow 1,5 < s = < 3$	45	55
Čelik	$< 1,5$	35	45
Sivi lijev	$\Rightarrow 6$	70	80

Kontrola debljine prevlake se provodi pomoću uređaja za mjerenje debljine prevlake nastale postupkom vrućeg pocinčavanja (**Slika 24**). Poduzeće Omega d.o.o. Breznica trenutno ima 2 uređaja kojima se mjeri debljina prevlake Zn, a to su uređaji 'SaluTron Messtechnik' i 'DeFelsko Posi Tector 6000'. Prije korištenja je svakako potrebno provjeriti točnost ovih uređaja na kontrolnim etalonima. Ti etaloni su u obliku listića različitih debljina, te se oni trebaju staviti na ravnu, čistu i glatku površinu i tako kalibrirati uređaje. Sam postupak korištenja ovih uređaja je vrlo jednostavan. Sonda za mjerenje se mora lagano prisloniti na pocinčanu površinu kojoj se želi izmjeriti debljina prevlake Zn (**Slika 25**). Nakon toga uređaj zvučnim signalom potvrdi da je dodir s površinom adekvatan te da se mjerenje provelo na ispravan način. Na posljepku uređaj na ekranu prikaže izmjerenu vrijednost debljine nanosa Zn na nekoj metalnoj površini.



Slika 24 - Uređaji za mjerenje debljine prevlake Zn



*Slika 25 - Postupak mjerenja pomoću mjernog uređaja*

Na zadanom proizvodu X izmjerena je debljina nanosa Zn na više mjesta. Uzeći u obzir veličinu serije kojoj taj proizvod pripada, na svakom komadu se provelo mjerenje na pet različitih mjesta, i mjerenja su se provela na pet komada. Taj broj komada i mjesta na komadu koji se provjerava je sukladan normi HRN EN ISO 1461. Nakon provedenih mjerenja na proizvodu X utvrđeno je da je proizvod sukladan, da je vruće pocinčavanje uspjelo te da nisu potrebne nikakve korekcije.

Tijekom mjerenja, sve dobivene debljine nanosa Zn se zapisuju u 'Mjerni izvještaj AKZ'. To je dokument kojeg ispunjava kontrolor, a na njega se upisuje broj točaka koji se mjeri, minimalna i maksimalna debljina prevlake te prosječna debljina prevlake. Svi se izmjereni podaci zapišu a taj dokument. Nakon toga se u izmjerenim podacima zaokruži minimalna i maksimalna debljina prevlake te se još na kraju izračuna aritmetička sredina kojom se dobije prosječna debljina prevlake.

Ponekad se prije isporuke komada vrši kontrola prijanjanja prevlake Zn. To se kontrolira pomoću čekića koji udari na pocinčanu površinu pod određenim kutom (**Slika 26**). Ukoliko je nakon udara čekića samo mala, gotovo neprimjetna crtica, tada je prijanjanje prihvatljivo. Prijanjanje nije prihvatljivo ako nakon udara čekića na komadu dođe do velike udubine, pucanja prevlake i ljuštenja. To je znak da je površina prije procesa pocinčavanja bila nepravilno pripremljena i da prevlaka Zn neće štiti površinu od štetnog utjecaja korozije, već ima samo estetsku ulogu. Prevlaka neće proći ovaj test ukoliko je između materijala i prevlake ostao sloj zraka. Kvaliteta sloja nastalog nakon vrućeg pocinčavanja uvelike ovisi o vrsti materijala koji će se pocinčavati, a na to se ne može puno utjecati.



*Slika 26 - Čekić*

## 5. Zaključak

Na kraju ovog rada je bitno naglasiti kako su korozijski procesi neizbježni te je jako bitno pravovremeno zaštititi metalne konstrukcije kako ne bi došlo do njihovih propadanja. Jako je bitno naglasiti važnost kvalitetnih proizvoda a to se može ostvariti samo ako je kontrola kvalitete svoj posao obavila kvalitetno. Bez kontrole kvalitete proizvoda ali i procesa ne bi bilo moguće proizvesti proizvod koji bi svojom kvalitetom konkurirao na tržištu i pritom poduzeću donio zaradu i dobit. Nikako se ne smije zaboraviti ni proces vrućeg pocinčavanja koji je od iznimne važnosti kod zaštite većine metalnih proizvoda. U konačnici se može zaključiti da se ostvarenje postavljenih ciljeva može ispuniti jedino ako su ljudi unutar poduzeća u neprestanoj suradnji, ukoliko pomažu jedni drugima. Kontrola kvalitete je ključ ostvarenja konkurentnih proizvoda koji se nalaze u svim tolerancijama, sa svim zahtijevanim kvalitetama i zaštitama.

Ovaj dio strojarstva je jako složen, jer se mnogo toga temelji na međuljudskim odnosima, i prije svega je potrebno povjerenje, koje je više puta iznevjereno od strane poslovnih partnera. Ukoliko se poštuju sve norme, pravilnici i zahtjevi kupaca, neće doći do problema i havarija. Kupac sa svojim zahtjevima treba uvijek biti na prvom mjestu jer je on taj od kojeg ova branša može funkcionirati. Iako se zahtjevi kupaca ponekad ne poklapaju sa normama i pravilnicima, na strojarima je da pokušaju ostvariti želje kupaca. Primjerice, ukoliko kupac želi manji nanos cinka kod procesa vrućeg pocinčavanja od onog propisanog, mi smo mu dužni to omogućiti.

## 6. Literatura

- [1] I. Juraga, V. Alar, I. Stojanović: Korozija i zaštita premazima, Zagreb, listopad 2018.
- [2] <http://www.laser-ing.hr/blog/antikorozivna-zastita-metala/> (22.2.2021.)
- [3] <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=33255> (22.2.2021.)
- [4] <https://www.cortecvci.com/International/croatia/Diplomski%20rad%20-%20Tomislav%20Levanic.pdf> (22.2.2021.)
- [5] <https://www.nace.org/resources/general-resources/corrosion-basics/group-1/uniform-corrosion> (22.2.2021)
- [6] <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/localized-corrosion> (22.2.2021.)
- [7] <https://corrosion-doctors.org/Forms-intergranular/intergranular.htm> (24.2.2021.)
- [8] [https://www.cdcorrosion.com/mode\\_corrosion/corrosion\\_selective\\_gb.htm](https://www.cdcorrosion.com/mode_corrosion/corrosion_selective_gb.htm) (24.2.2021.)
- [9] [https://www.researchgate.net/figure/Corrosion-perforation-of-chimney-sheets-Fig-5-Water-in-the-interior-of-the-chimney\\_fig3\\_334381232](https://www.researchgate.net/figure/Corrosion-perforation-of-chimney-sheets-Fig-5-Water-in-the-interior-of-the-chimney_fig3_334381232) (30.2.2021.)
- [10] <https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=102> (30.2.2021.)
- [11] <https://edutorij.e-skole.hr/share/proxy/alfresco-noauth/edutorij/api/proxy-guest/15cf791a-4c97-4f29-84d9-17c1b47ceccc/kemija-2/m05/j05/index.html> (30.2.2021.)
- [12] [https://www.fsb.unizg.hr/korozija/PROIZVODNI\\_POSTUPCI.pdf](https://www.fsb.unizg.hr/korozija/PROIZVODNI_POSTUPCI.pdf) (12.3.2021.)
- [13] <https://www.rox.hr/blog/vodic-za-sprjecavanje-korozije/> (12.3.2021.)
- [14] <https://edutorij.e-skole.hr/share/proxy/alfresco-noauth/edutorij/api/proxy-guest/15cf791a-4c97-4f29-84d9-17c1b47ceccc/kemija-2/m05/j05/index.html> (12.3.2021.)
- [15] <https://www.hippopx.com/hr/statue-united-states-statue-of-liberty-america-monument-new-york-432969> (15.3.2021.)
- [16] <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=34865> (15.4.2021.)
- [17] <https://www.svijet-kvalitete.com/index.php/kvaliteta> (15.4.2021.)
- [18] [https://www.fsb.unizg.hr/ndt/2003\\_qc\\_uvod.pdf](https://www.fsb.unizg.hr/ndt/2003_qc_uvod.pdf) (25.5.2021.)
- [19] [https://www.fsb.unizg.hr/atlantis/upload/newsboard/01\\_01\\_2012\\_9063\\_Kontrola\\_kvalitete.pdf](https://www.fsb.unizg.hr/atlantis/upload/newsboard/01_01_2012_9063_Kontrola_kvalitete.pdf) (26.5.2021.)
- [20] Ž. Kondić, I. Maglić, D. Pavletić, I. Samardžić: Kvaliteta 1, Varaždin 2018.
- [21] Ž. Kondić, I. Maglić, D. Pavletić, I. Samardžić: Kvaliteta 2, Varaždin 2018.
- [22] Ž. Kondić, I. Maglić, D. Pavletić, I. Samardžić: Kvaliteta 3, Varaždin 2018.
- [23] Priručnik: Vruće pocinčavanje, Omega d.o.o. Breznica, 2013.

## 7. Popis slika

Slika 1 - Primjer opće korozije na metalnom predmetu zbog djelovanja morske vode .....	3
Slika 2 - Točicom je označena lokalna korozija na metalnom elementu .....	4
Slika 3 - Prikaz interkristalne korozije .....	4
Slika 4 - Primjer selektivne korozije .....	5
Slika 5 - Primjer rupičaste korozije na strojarskom elementu valjkastog oblika .....	6
Slika 6 - Prikaz posljedice napetosne korozije .....	6
Slika 7 - Slikoviti prikaz procesa katodne (lijevo) i anodne (desno) zaštite .....	9
Slika 8 - Primjer patine na Kipu slobode u New Yorku .....	10
Slika 9 - Demingov krug .....	16
Slika 10 - Kontrola kvalitete u toku procesa .....	17
Slika 11 - Prikaz procesa uzorkovanja .....	18
Slika 12 – Organizacija rada i proizvodnje .....	23
Slika 13 - Kada za odmašćivanje.....	25
Slika 14 - Kada sa HCl .....	26
Slika 15 - Voda za ispiranje.....	27
Slika 16 – Flux (lijevo), sušenje (desno) .....	28
Slika 17 - Uranjanje komada u rastaljeni Zn .....	29
Slika 18 - Utisnuta slova na površini.....	30
Slika 19 - Navarena oznaka na predmet .....	31
Slika 20 - Pločica sa oznakama .....	31
Slika 21 - Prihvatljivi izgled prevlake nakon pocinčavanja .....	33
Slika 22 - Komad X prije postupka vrućeg pocinčavanja .....	37
Slika 23 - Izgled proizvoda X nakon vrućeg pocinčavanja .....	38
Slika 24 - Uređaji za mjerenje debljine prevlake Zn .....	39
Slika 25 - Postupak mjerenja pomoću mjernog uređaja .....	40
Slika 26 - Čekić .....	41

## **8. Popis tablica**

Tablica 1 - Potrebna količina uzoraka za kontrolu s obzirom na ukupan broj gotovih proizvoda [23].....	32
Tablica 2 - Propisane debljine prelake [23].....	39



## 9. Popis dijagrama

Dijagram 1 – Podjela zaštitnih prevlaka [12] .....	7
Dijagram 2 - Postupci nanošenja metalne prevlake [12] .....	8
Dijagram 3 - Različiti aspekti promatranja kvalitete [20] .....	13
Dijagram 4 - Prikaz poslovnog aspekta kvalitete [20] .....	13

## **10. Prilozi**

→ PROVJERA UVJETA ZA POCINČAVANJE

→ MJERNI IZVJEŠTAJ AKZ

**DASt - Richtlinie 022**  
Smjernice za vruće pocinčavanje montažnih  
opterećenih čeličnih komponenta



## PROVJERA UVJETA ZA POCINČAVANJE

DD-OM-01-00

*Podaci o radnom nalogu:*

Broj radnog naloga: \_\_\_\_\_

Datum izdavanja: \_\_\_\_\_

R.br.	Vrsta kontrole	OK	NOK
1.	Provjera stanja površine vizualnim pregledom	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.1	Provjera ostataka boja	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.2	Provjera ostataka sprejeva za zavarivanje	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.3	Provjera ostataka ostalih punila, brtvila	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	Provjera postojanja odgovarajućih mjesta za vješanje	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	Provjera mjesta za ulaz cinka	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	Provjera odušaka na šupljim pozicijama	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	Provjera postojanja oznake pozicija	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OK - ZADOVOLJAVAJA  
NOK - NE ZADOVOLJAVAJA

**Napomena:**

Datum:

Kontrolirao:

Potpis:

\_\_\_\_\_  
*dan / mjesec / godina*

\_\_\_\_\_  
*ime / prezime*

\_\_\_\_\_  
*potpis*

# Mjerni izvještaj AKZ

OD-OM-21-01

Podaci o radnom nalogu

Naziv proizvoda: <b>STAPELPALETTE 1,55x0,85</b>	Broj radnog naloga: 27/325 <b>LIEFER. -2021</b>	Datum radnog naloga: <b>12.05.2021.</b>
--	--	--

R.br. Vrsta kontrole Izradio / kontrolirao

1. Vrsta AKZ-a: Vruće pocinčavanje
  2. Metode ispitivanja: prema HRN EN ISO 1461 i HRN EN ISO 2178
  3. Broj mjernih točaka: 30
  4. Minimalna debljine prevlake: 47 μm
  5. Maksimalna debljina prevlake: 100 μm
  6. Prosječna debljina prevlake: 66 μm
- DA NE
7. Da li su uočene greške na prevlaci?
8. Opis grešaka:
- .....
- .....
- .....
- .....

**Napomena:** 66, 59, 94, 58, 58, 56      49, 56, 49, 72, 78  
 49, 47, 68, 52, 70      78, 56, 88, 100, 72  
 68, 64, 76, 76, 66  
 48, 56, 66, 74, 72

192 KOM

Mjerni izvještaj izradio: <b>Ljiljana Matak</b> <small>ime / prezime</small>	Datum dokumenta: <b>12.05.2021.</b> <small>dan / mjesec / godina</small>	Potpis:  <small>potpis</small>
--	--	--------------------------------------

# Sveučilište Sjever



## IZJAVA O AUTORSTVU

### I

## SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, IVA SAKAČ pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog rada pod naslovom KONTROLA KVALITETE U AKŽ te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Iva Sakač  
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, IVA SAKAČ neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog rada pod naslovom KONTROLA KVALITETE U AKŽ čiji sam autor/ica.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Iva Sakač  
(vlastoručni potpis)