

# Kontrola kvalitete u procesu proizvodnje transformatorskog kotla

---

Jalušić, Karlo

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:222811>

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

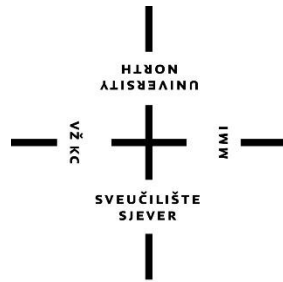
Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-08**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





**Sveučilište  
Sjever**

*Završni rad br. 394/PS/2022*

**KONTROLA KVALITETE U PROCESU PROIZVODNJE  
TRANSFORMATORSKOG KOTLA**

**Karlo Jalušić, 4164/336**

Varaždin, Rujan 2022. godine





# Sveučilište Sjever

Proizvodno strojarstvo

Završni rad br. 394/PS/2022

## KONTROLA KVALITETE U PROCESU PROIZVODNJE TRANSFORMATORSKOG KOTLA

### Student

Karlo Jalušić, 4164/336

### Mentor

Živko Kondić, prof.dr.sc.

Varaždin, Rujan 2022. godine

# Prijava završnog rada

## Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

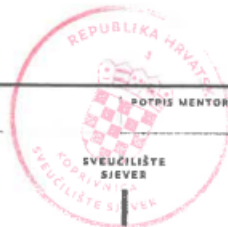
ODJEL	Odjel za strojarstvo		
STUDIJ	preddiplomski stručni studij Proizvodno strojarstvo		
PRISTUPNIK	KARLO JALUŠIĆ	MATIČNI BROJ	4164/336
DATUM	10.06.2022.	KOLEGIJ	KONTROLA KVALITETE
NASLOV RADA	KONTROLA KVALITETE U PROCESU PROIZVODNJE TRANSFORMATORSKOG KOTLA		
NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU	QUALITY CONTROL IN THE PRODUCTION PROCESS TRANSFORMER BOILER		
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	394/PS/2022
OPIS	U završnom radu potrebno je: - U uvodnom dijelu rada ukratko opisati predmet i cilj završnog rada te dati kratku prezentaciju poduzeća gdje će se rad realizirati. - Kratko definirati i pojasniti pojmove kvalitete, upravljanja kvalitetom te troškove kvalitete. - Navesti i kratko pojasniti osnovne alate za poboljšavanje i rješavanje problema vezanih uz kvalitetu proizvoda i usluga. - Detaljnije opisati tehnološki proces proizvodnje transformatorskog kotla. - Detaljno obraditi proces upravljanja kvalitetom u opisanom tehnološkom procesu i u odabranom poduzeću na realnim primjerima i to kroz ulaznu i među faznu kontrolu. Posebno objasniti postupke kontrole u procesu AKZ-a, postupke upravljanja troškovima kvalitete, upravljanje nesukladnostima i reklamacijama. - U zaključku se kritički osvrnuti za završni rad.

ZADATAK URUČEN

12.09.2022.



## **Predgovor**

Za početak, želio bih se zahvaliti svim profesorima i asistentima Sveučilišta Sjever, a posebno svome mentoru prof.dr.sc. Živku Kondiću na korisnim savjetima te prenesenom znanju i vještinama na temelju kojih je ovaj rad napisan.

Također, želio bih se zahvaliti zaposlenicima poduzeća „METAL DEKOR d.o.o“ na podršci i ukazanoj pomoći u pisanju ovog završnog rada.

Na samome kraju, zahvaljujem se svojoj obitelji na ukazanom povjerenju i podršci.

## Sažetak

Kontrola i upravljanje kvalitetom jedan je od sastavnih dijelova svakog poduzeća, te pridonosi poboljšanju poslovanja istog. Dobar sustav kontrole kvalitete donosi konkurentnost poduzeću na tržištu. Da bi se zadovoljili zahtjevi pojedinih kupaca, iznimno je bitna i primjena normi ISO 9000 koja donosi standard upravljanja kvalitetom.

U ovom radu biti će prikazan kompletan proces kontrole kvalitete na primjeru poduzeća „METAL DEKOR d.o.o“. Opisivat će se proces izrade transformatorskih kotlova, a naglasak će biti na kontroli svake pojedine faze u tom procesu, od ulazne kontrole pa sve dok antikorozivne zaštite.

Ključne riječi: kontrola kvalitete, upravljanje kvalitetom, troškovi kvalitete, transformatorski kotao

## **Popis korištenih kratica**

<b>UTK</b>	Ukupni troškovi kvalitete
<b>TP</b>	Troškovi proizvodnje
<b>TO</b>	Troškovi obrade
<b>ITLK</b>	Interni troškovi kvalitete
<b>ETLK</b>	Eksterni troškovi kvalitete
<b>AC</b>	Izmjenična struja (alternating current)
<b>DC</b>	Istosmjerna struja (direct current)
<b>kV</b>	Kilo Vat
<b>AKZ</b>	Antikorozivna zaštita
<b>d.o.o</b>	Društvo s ograničenom odgovornošću



# Sadržaj

<b>1. Uvod</b> .....	1
1.1. Predmet i cilj rada .....	1
1.2. Lokacija .....	1
1.3. Tlocrt poduzeća .....	2
1.4. Organizacijska struktura poduzeća.....	3
<b>2. Kvaliteta</b> .....	4
2.1. Upravljanje kvalitetom .....	4
2.2. Kontrola kvalitete .....	5
2.2.1. Unutarnja kontrola kvalitete .....	6
2.2.2. Vanjska kontrola kvalitete .....	8
2.3. Troškovi kvalitete.....	8
2.3.1. Karakteristike i vrste troškova kvalitete .....	9
2.3.2. Ukupni troškovi .....	11
<b>3. Alati i metode za poboljšavanje kvalitete</b> .....	12
3.1. Podjela alata i metoda za poboljšavanje.....	12
3.2. Sedam osnovnih alata kvalitete .....	13
3.2.1. Kontrolni list.....	14
3.2.2. Histogram.....	16
3.2.3. Dijagram uzročno – posljedičnih zavisnosti.....	17
3.2.4. Pareto dijagram .....	17
3.2.5. Dijagram zavisnosti/korelacijski dijagram.....	20
3.2.6. Dijagram tijeka procesa.....	21
3.2.7. Kontrolne karte.....	23
<b>4. Tehnološki proces proizvodnje transformatorskog kotla</b> .....	25
4.1. Priprema dijelova .....	26
4.2. Izrada dna kotla .....	28
4.3. Izrada stranica. ....	28
4.4. Ravnanje stranica. ....	28
4.5. Montaža kotla.....	28
4.6. Zavarivanje kotla.....	28
4.7. Ispitivanje nepropusnosti zavarenih spojeva.....	28
4.8. Ravnanje kotla.....	29
4.9. Montaža i zavarivanje ostalih dijelova na kotao .....	29
4.10. Probna montaža kotla .....	29
4.11. Završna kontrola.....	29
4.12. AKZ.....	29
4.13. Otprema.....	29
<b>5. Upravljanje procesom kvalitete u odabranom poduzeću</b> .....	30
5.1. Ulazna kontrola lima .....	30
5.2. Međufazna kontrola .....	31
5.2.1. Dimenzijska kontrola pozicija .....	32
5.2.2. Ispitivanje propusnosti zavarenih spojeva.....	32
5.2.3. Kontrola probne montaže .....	33

5.3. Kontrola AKZ .....	34
5.3.1. Kontrola debljine premaza.....	34
5.4. Upravljanje troškovima kvalitete u odabranom poduzeću .....	36
5.5. Upravljanje nesukladnostima u odabranom poduzeću .....	38
5.5.1. Nesukladnost na primjeru SBG Siemens poklopca.....	38
5.5.2. Utvrđivanje uzroka nesukladnosti pomoću Ishikawa dijagrama.....	39
5.6. Upravljanje reklamacijama u odabranom poduzeću .....	41
5.6.1. Pojam reklamacije .....	41
5.6.2. Upravljanje reklamacijama u poduzeću Metal Dekor d.o.o.....	41
5.6.3. Korištenje dijagrama tijekom procesa prilikom reklamacije.....	42
<b>6. Zaključak.....</b>	<b>44</b>
<b>7. Literatura.....</b>	<b>45</b>



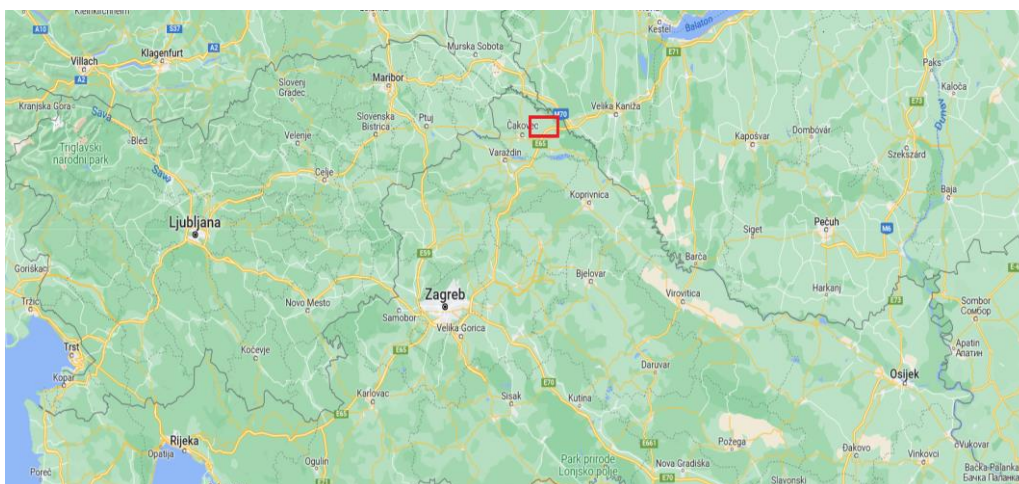
# 1. Uvod

## 1.1. Predmet i cilj rada

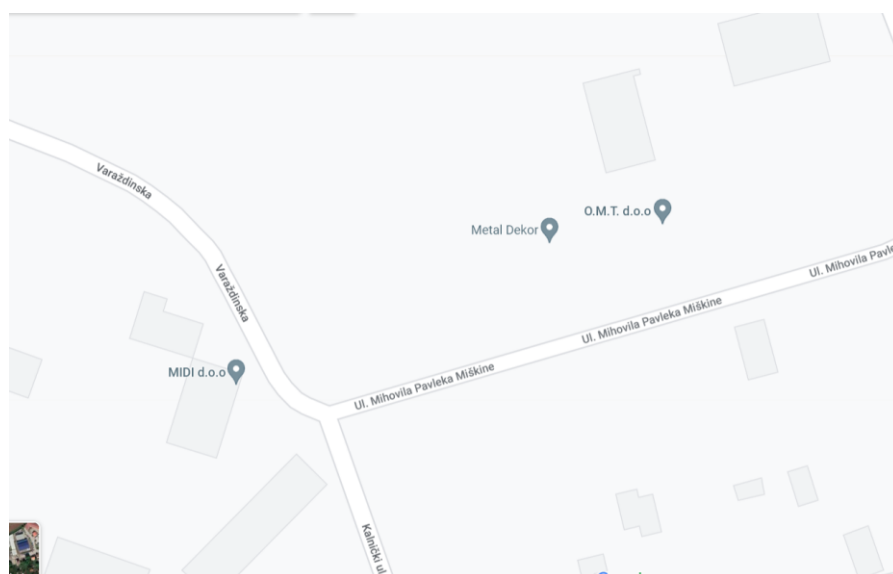
U ovom radu prikazat će se proces kontrole kvalitete na praktičnom primjeru transformatorskih kotlova, koji se izrađuju u poduzeću „METAL DEKOR d.o.o“, te prikazati kako je proces kontrole usko povezan sa svim drugim djelatnostima u poduzeću. Kako se u današnje vrijeme globalizacijom i širenjem tržišta znatno povećala i konkurentnost na tržištu, prikazat će se i kako kvaliteta utječe na uspješan poslovni rezultat.

## 1.2. Lokacija poduzeća

METAL DEKOR d.o.o smješten je u Ivanovcu pokraj Čakovca. U blizini tvrtke nalaze se još poduzeća OMT d.o.o i MIDI d.o.o.



Slika 1. 1 Makrolokacija METAL DEKOR d.o.o [17]



Slika 1. 2 Mikrolokacija METAL DEKOR d.o.o.[17]



Slika 1. 3 Prikaz poduzeća METAL DEKOR d.o.o [18]

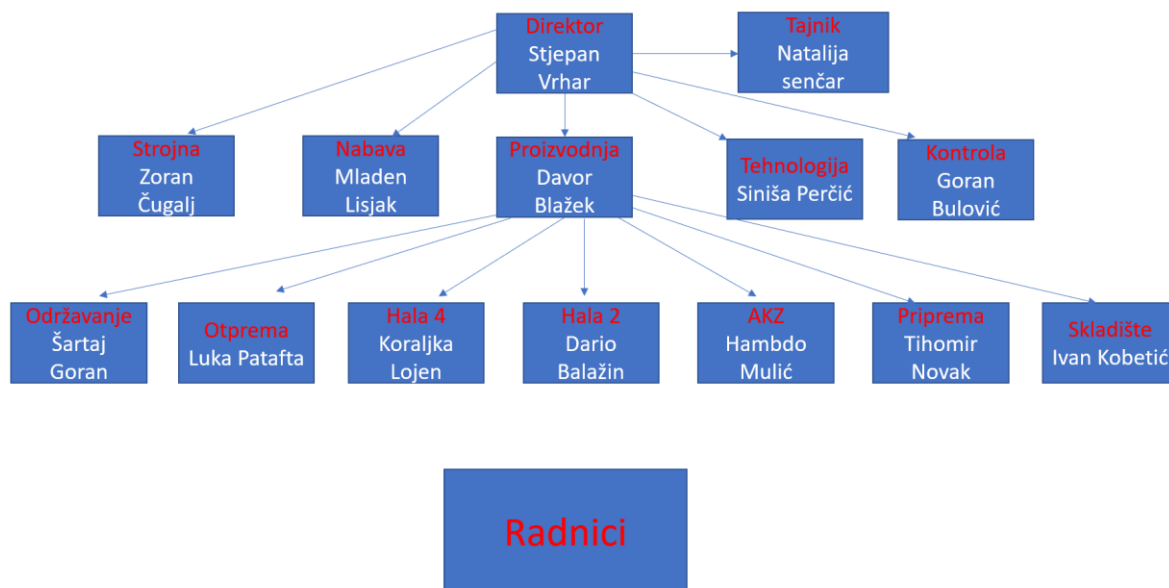
### 1.3. Tlocrt poduzeća



Slika 1. 4 Tlocrt poduzeća METAL DEKOR d.o.o[18]

## 1.4. Organizacijska shema poduzeća

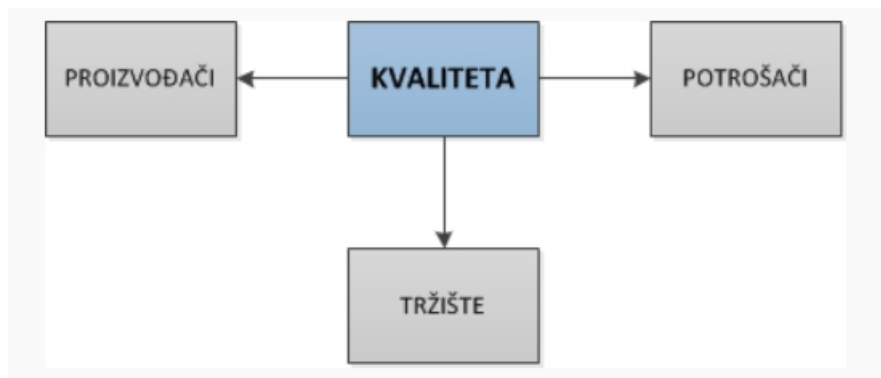
Na slici ispod prikazana je organizacijska shema poduzeća Metal Dekor d.o.o. Organizacijska shema opisuje sve veze između djelatnika u poduzeću.



Slika 1. 5 Organizacijska shema poduzeća METAL DEKOR d.o.o [19]

## 2. Kvaliteta

Riječ kvaliteta dolazi od latinske riječi „qualitas“, a može predstavljati neko svojstvo, odliku, značajku, sposobnost ili vrijednost. Rečenica koja bi dobro opisivala kvalitetu mogla bi biti „Kvaliteta je zadovoljstvo kupca“, pošto je najmjerljivije za kvalitetu zadovoljstvo kupca. Pojam kvaliteta se različito shvaća ovisno gledištu. Gledajući sa stajališta potrošača kvaliteta je neki stupanj vrijednosti koji zadovoljava potrebu korisnika. Sa stajališta proizvođača kvaliteta je mjera koja pokazuje koliko je vlastiti proizvod uspio na tržištu, odnosno koliko se vlastitog proizvoda prodalo. Ako gledamo sa stajališta tržišta, kvaliteta je stupanj do kojeg određena roba ili usluga zadovoljava određenog kupca u odnosu na istu robu ili uslugu konkurencije.[1]



Slika 2.1. Povezanost kvalitete sa potrošačima, proizvođačima i tržištem [1]

### 2.1. Upravljanje kvalitetom

Da bi se zadržala konkurentnost na tržištu, upravljanje kvalitetom, odnosno razvoj i unapređenje vlastitih proizvoda jedna je od ključnih stavki svakog poduzeća. Kompanije koje ne uzimaju u obzir zahtjeve kupaca, odnosno ne pridonose unapređenju proizvoda i usluga same sebi oduzimaju jednu od važnih tržišnih prednosti.[2]

Upravljanje kvalitetom je uspješno ako su uključeni svi zaposlenici, a najvažnija osoba u toj cjelini je menadžer kvalitete. To je osoba koja ima zadaću vođenja organizacije kao i osigurati da sustavi upravljanja budu funkcionalni. [2]

## 2.2. Kontrola kvalitete

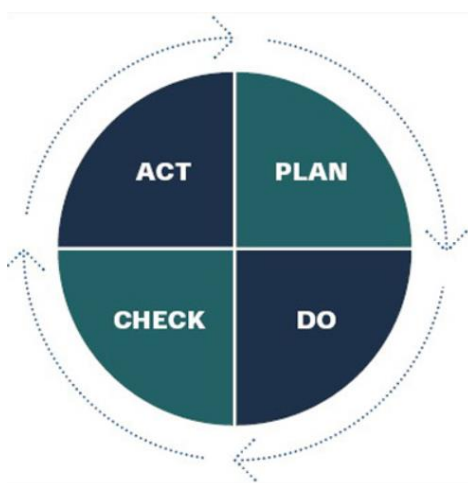
Prema normi ISO 9000:2000 definicija kontrole kvalitete glasi : „*Kontrola kvalitete* dio je sustava upravljanja kvalitetom fokusiran na ispunjavanje osnovnih zahtjeva vezanih za kvalitetu.“[4]

Procesi koji su u domeni kontrole kvalitete su faza planiranja, kontrola i poboljšanje. U tom se smislu kvaliteta ne odnosi samo na trajnost proizvoda već podrazumijeva i ispunjavanje financijske profitabilnosti, komercijalnog rasta i tehničke sigurnosti definirane od strane uprave tvrtke. Kada pričamo o poslovnoj administraciji možemo reći da kontrola kvalitete pomaže uspostaviti standarde kvalitete u procesima za daljnju optimizaciju.[5]

Kontrola kvalitete također ima bitan zadatak mjerenja, bilježenja i analiziranja dobivenih rezultata, a po mogućnosti i učiti iz tih iskustava. Za potrebe industrije od kontrole kvalitete se ne traži uvijek ono najbolje, već „najbolje u svrhu zadovoljenja određenih potreba korisnika“.[6]

Procesni pristup koji je u skladu s normom ISO 9001, a govori o tome kako je za učinkovito funkcioniranje organizacije nužno utvrditi njene povezane radnje naziva se Demingov krug. Pri tom krugu je vrlo često rezultat jedne radnje ulaz u drugu radnju pa je osnovni cilj tog pristupa uzajamno djelovanje te upravljanje tim radnjama, a nužno je neprekidno poboljšavanje. Demingov krug još se naziva i PDCA krug, odnosno:

- P (eng.plan) - planiranje i uspostavljanje ciljeva u skladu za zahtjevima kupca i politikom organizacija
- D (eng.do) – primjena planiranih procesa
- C (eng.check) – nadziranje i mjerenje planiranih procesa
  - A (eng.act) – djelovanje u svrhu poboljšanja procesa[7]



Slika 2.2. Demingov krug [7]



Kontrolu kvalitete možemo podijeliti na unutarnju i vanjsku. Unutarnju kontrolu provodi proizvođač, dok vanjsku kontrolu provode korisnik, tržište i društvo.[2]

### 2.2.1. Unutarnja kontrola kvalitete

Unutarnja kontrola kvalitete je ona koju izvodi sam proizvođač zajedno sa svim popravnim radnjama. U svojim prvim oblicima kontrola kvalitete pokušavala je spriječiti output loših proizvoda kupcima. Pošto je fokus bio primarno na outputu, pregledavali su se samo gotovi proizvodi i odvajali oni koji su zadovoljavali potrebe kupaca od onih koji nisu. Problem tog pristupa bio je taj da se pažnja nije posvećivala procesu i uzroku nastanka loših proizvoda pa možemo reći da je evolucijski iskorak u metodama koje su proučavale uzorkovanje i kontrolu učinile znatno lakšom.[2]

Ako bi unutarnju kontrolu kvalitetu podijelili na 3 dijela, možemo reći da se ona provodi kao:

- Ulazna kontrola kvalitete
- Kontrola tijekom proizvodnog procesa



*Slika 2.3. Kontrola lima prije savijanja [19]*



*Slika 2.4. Kontrola nanosa antikorozivne zaštite [19]*

- Kontrola završnog proizvoda



*Slika 2.5. Završni proizvod SBG transformatorski kotao [ 19]*

## **2.2.2. Vanjska kontrola kvalitete**

Nekvaliteta u svim sferama života ne znači samo mogući izvor materijalnih gubitaka, već i opasnost po ljudsko zdravlje i život. Neki od primjere opasnosti nekvalitete po ljude su zagađivanje okoliša, poigravanje s genetikom i nuklearnom energijom, nekvaliteta u transportu itd.

Kada govorimo o vanjskoj kontroli kvalitete, razlikujemo dva oblika, a to su:

- Neizravna ili pasivna – za tu vrstu kontrole možemo reći da je mnogo opasnija od aktivne kontrole, zato što kada jednom uočimo greške puno ih je teže ispraviti, jer se one očituju padom konkurentnosti na tržištu.
- Izravna ili aktivna – podrazumijeva propise i zakone kojima društvo zahtjeva minimalnu potrebu kvalitete, a to regulira aktivnostima kao što su primanje stalnih informacije od korisnika o kvaliteti, propisujući norme koje se odnose na kvalitetu proizvoda, zahtijevanjem naknade štete korisniku itd.[9]

Danas vanjsku kontrolu kvalitete ne provode samo institucionalizirani nadzori kvalitete već i oni manje javni kao što su tržište, društvo i konkurentni.[8]

## **2.3. Troškovi kvalitete**

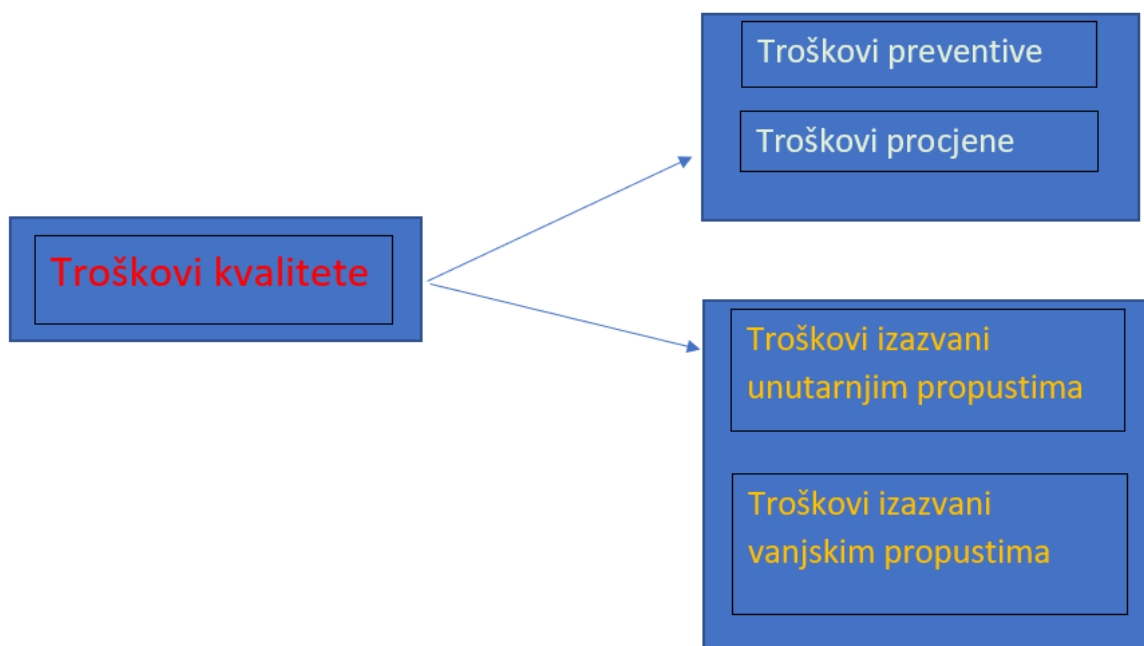
Današnje poslovanje teži stalnom poboljšanju kvalitete proizvoda, što utječe i na porast troškova i izdataka potrebnih za tu kvalitetu, pa tako ti troškovi čine značajni udio u ukupnim troškovima poslovanja. Svaka tvrtka danas želi smanjiti u što većoj količini svoje troškove, a malo premalo se pažnje pridaje troškovima koji se odnose na produkciju i praćenje kvalitete. Mišljenje je da ti troškovi ne uzimaju tako veliki dio u ukupnim troškovima poslovanja, no činjenica je da oni mogu iznositi i do 20%. Tako često tvrtke donose loše odluke pri kojima previše pažnje posvećuju smanjenju troškova na drugim relacijama, dok se kvalitetu i njene troškove zanemaruje.[11]

### **2.3.1. Karakteristike i vrste troškova kvalitete**

Svako poslovanje želi postići određenu kvalitetu, no to nosi i svoje troškove. Najčešći uzroci tih troškova su zahtjevi za kvalitetom, odnosno radnjama koje se odnose na sprječavanje grešaka, planirano ispitivanje ispravnosti proizvoda te naknadno uviđanje pogrešaka.[10]

Troškovi kvalitete definiraju se u četiri kategorije i to:

- a) troškovi preventive,
- b) troškovi procjene,
- c) troškovi koje izazivaju unutarnji propusti i
- d) troškovi koje izazivaju eksterni (vanjski)propusti.



Slika 2.6. Četiri kategorije troškova kvalitete [19]

a) Preventiva

- Troškovi koji se odnose na izdatke za aktivnosti koje se poduzimaju u sprečavanju loše kvalitete, a primjer toga je:

- planiranje kvalitete i planiranje kontrole procesa
- projektiranje i provođenje mjera kvalitete na proizvodu i uređajima za kontrolu
- planiranje kvalitete po drugim funkcijama, izvan funkcije kontrole kvalitete
- edukacija zaposlenika o svim pitanjima vezanim za kvalitetu
- drugi izdaci za preventivu

b) Procjena

- Izdaci za aktivnosti koje se poduzimaju tijekom mjerenja i ocjene karakteristika kvalitete proizvoda, kao što su:

- ulazna kontrola i različite inspekcije pri preuzimanju materijala i proizvoda
- laboratorijsko testiranje komponenata i gotovih proizvoda

- testiranje proizvoda i elemenata
- provjera radnih postupaka
- priprema za inspekcije i testiranja

c) Interni propusti

- Troškovi koji se događaju zbog loše kvalitete u proizvodnji kao što su primjerice:

- dorada na elementima i proizvodima (nesukladni proizvodi)
- škartiranje nesukladnih proizvoda i gdje dorada nije moguća ili isplativa
- umanjenje vrijednosti proizvoda koji su proglašeni nesukladnima (prebacivanje u niže kategorije) koji se ne škartiraju i gdje se ne provodi dorada
- ponovna testiranja i kontrole
- pregledi i kontrole proizvoda i dijelova nakon provedenih postupaka dorade
- poslovi na kontroli materijala

d) Eksterni propusti

- Troškovi eksternih propusta su gubici zbog loše kvalitete u upotrebi proizvoda, primjerice:

- reklamacije
- neplanirani servisi i popravci proizvoda
- prerada vraćenih proizvoda
- popravci vraćenih proizvoda
- izmjene zbog reklamacija
- pogreške pri montažama i puštanju proizvoda u rad.[10]

### 2.3.2. Ukupni troškovi

Posljednih godina se u mnogim poslovnim sustavima u svijetu i kod nas razrađuju posebni postupci i softveri za praćenje i analizu troškova u vezi s kvalitetom, što je i sastavni dio programa rada zaposlenika na kontroli kvalitete i sustava upravljanja kvalitetom. Da bi se u realnim procesima pratili procesi kvalitete potrebno je razraditi točnu proceduru te je uskladiti s računovodstvenim sektorom. Bitno je stalno praćenje svih troškova po stavkama, iz kojih će se moći dobiti struktura i ukupni iznos troškova. Zbog poteškoća pri uvođenju takvog praćenja često se pristupa procjeni troškova, ili se parcijalno prate troškovi, i na taj način indiciraju mjesta gdje treba poduzimati korektivne aktivnosti. Drugo je pitanje kako ustanoviti koji iznosi troškova

prelaze granicu neizbježnih troškova. U proizvodnji se moraju očekivati troškovi kvalitete koji se ne mogu izbjeći, primjerice troškovi dorade pozicija, troškovi ulazne, međufazne i završne kontrole, troškovi puštanja procesa u rad, troškovi usmjeravanja i sl.[10]

Ukupni troškovi proizvodnje mogli bi se izračunati kao:

$$UTK = (TP+TO) + (ITLK + ETLK)$$

gdje je:

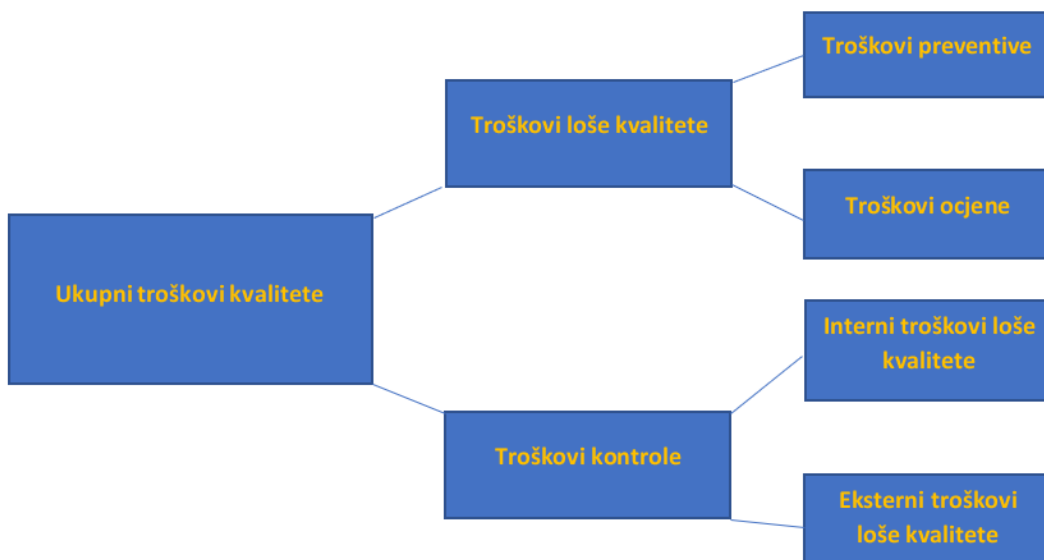
UTK – ukupni trošak proizvodnje

TP – troškovi preventive

TO – troškovi ocjene

ITLK – interni troškovi loše kvalitete

ETLK – eksterni troškovi loše kvalitete[10]



Slika 2.7. Ukupni troškovi kvalitete[19]

### **3. Alati i metode za poboljšavanje kvalitete**

U procesu stalnog poboljšavanja kvalitete primjenjuju se prikladni alati i metode koje omogućavaju sagledavanje utjecajnih čimbenika, donošenje optimalnih odluka, pronalaženje prioriteta, itd.[10]

U kojoj će se prilici koristiti koji alat odnosno metoda, ovisi o mnogo utjecajnih čimbenika, a kako bi se brzo i djelotvorno otklonio uzrok problema te poduzele mjere za poboljšavanje, iznimno je važno odabrati odgovarajući alat osiguranja kvalitete. Da bi odabrali odgovarajući alat kvalitete, prvi korak je odrediti radi li se o zaštitnim ili popravnim radnjama. Kod zaštitnih radnji obično se rabe histogrami, analize sposobnosti procesa i upozoravaju na pojavu poremećaja. Za popravne radnje koristan je Pareto dijagram koji omogućava uočavanje najutjecajnih faktora.[10]

Od mnogih klasifikacija koje postoje za alate i metode u upravljanju kvalitetom, jedna je u 3 skupine, koje su:[12]

- Prva skupina – osnovni alati, sačinjeni od statističkih alata za upravljanje kvalitetom koji su orijentirani u smjeru rješavanja problema i neophodno je da ih znaju svi zaposleni u organizaciji
- Druga skupina - novi/dopunski alati, koji su usmjereni, prije svega, na poboljšanje komunikacije između kupaca i projekatanta, između inženjera itd.
- Treća skupina – Metode, različite složenosti, koje predstavljaju ključ u procesu kontinuiranog poboljšanja[12]

#### **3.1. Podjela alata i metoda za poboljšavanje**

U teoriji i praksi osiguranja kvalitete postoji više različitih podjela i grupiranja alata i metoda osiguravanja i unapređivanja kvalitete. Prvu grupu predstavlja sedam osnovnih alata kvalitete, a to su:

- Kontrolni list
- Histogram
- Dijagram uzročno-posljedičnih zavisnosti
- Pareto dijagram
- Dijagram zavisnosti/korelacijski dijagram
- Dijagram tijeka procesa
- Kontrolna karta[10]

Kod osnovnih alata, tri su ključna aspekta:

- Primjenjivi su kod rješavanja problema s kvalitetom kakvi se susreću u proizvodnji
- Kvantitativne su prirode i temelje se na numeričkim podacima, izuzev dijagrama tijekom procesa i uzročno posljedičnog dijagrama
- Najčešće su korišteni u kontroli kvalitete – posebice kao pomoć pri praćenju, nadzoru i analizi podataka[10]

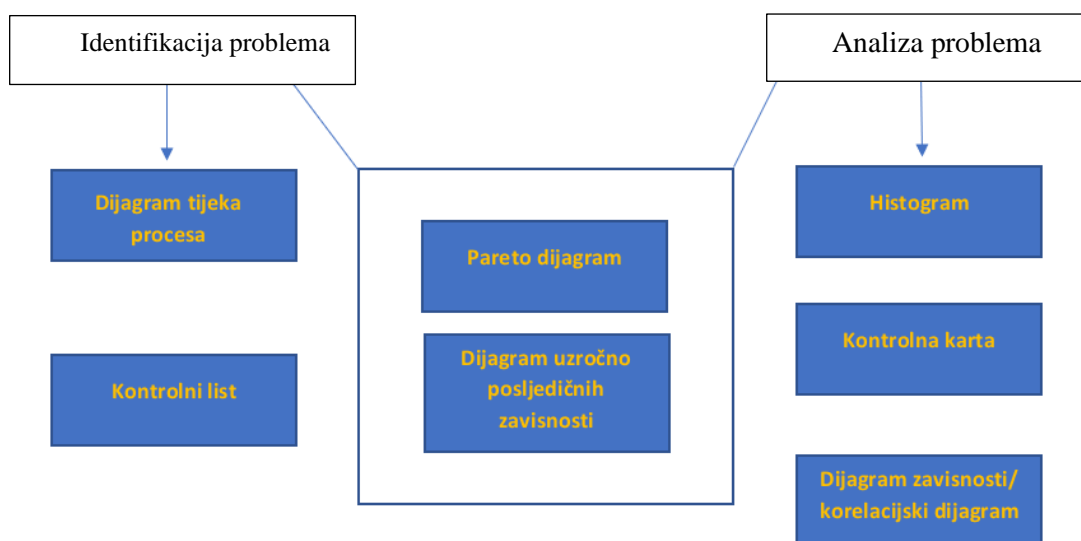
Osnovne skupine alata još se nadopunjuju dodatnim alatima kao što su:

- Brainstorming
- Krugovi kvalitete
- QFD (Quality Function Deployment)
- Analiza pojavnosti posljedica i nedostataka, FMEA metoda
- Metoda planiranja pokusa, DOE itd.

### 3.2. Sedam osnovnih alata kvalitete

Sedam osnovnih alata kvalitete je oznaka dana fiksnom skupu grafičkih tehnika za koje je utvrđeno da su od najveće pomoći u rješavanju problema vezana za kvalitetu. Nazivaju se osnovni jer su prikladni za ljude s relativno malo formalne naobrazbe iz statistike i jer se mogu koristiti za rješavanje velike većine problema vezanih uz kvalitetu.[10]

U kvaliteti možemo razdijeliti fazu identifikacije od fazu analize, a za svaku fazu se koriste i specifični alati, kao što možemo vidjeti na slici 3.1.: [10]



Slika 3.1. Primjena sedam alata kvalitete [19]



U fazi identifikacije problema koristi se dijagram tijeka procesa i kontrolni list, dok se u fazi analize problema koristi histogram, kontrolna karta i korelacijski dijagram. Pareto dijagram i uzročno – posljedični dijagram koriste se u obje faze.

### 3.2.1. Kontrolni list

Kontrolni list uobičajeno dolazi u formi obrasca koji se koristi za sustavno prikupljanje podataka i prepoznavanje zakonitosti. Primjenjuje se kada se želi utvrditi broj pojava određenog događaja, primjerice broj nedostataka. Vrlo često, kontrolni list će se koristiti za klasifikaciju uočenih nedostataka dok, putem grafičkog prikaza, može ukazati na dio procesa u kojemu se nedostaci pojavljuju. [10]

Prilikom prikupljanja podataka potrebno je:

- Definirati cilj prikupljanja podataka
- Definirati postupak za prikupljanje podataka
- Podatke treba zapisati
- Razmotriti problem, diskutirati i odlučiti o daljnjim korektivnim mjerama tako da se temelje isključivo na raspoloživim podacima[10]

Kada se kroz duže vrijeme ima uvid u veliki broj nekih podataka, može se uočiti problematika kvalitete i proizvoda. Da bi to postigli, podaci se moraju obraditi na odgovarajući način.

Način izrade kontrolnog lista:

1. Kreirati odgovarajući kontrolni list za planiranu primjenu. Mora sadržavati sve relevantne informacije za neki konkretni slučaj, te mora omogućiti povezivanje i analizu. Opći podaci često uključuju označavanje proizvoda ili procesa kako bi se jednoznačno prepoznavali, trajanje perioda u kojemu se podaci planiraju prikupljati, osobe odgovorne za proizvod ili proces te osobe odgovorne za prikupljanje podataka. Kontrolni list također treba imati i prostor za evidentiranje podataka o promatranoj pojavi.
2. Koristeći prostor osiguran za prikupljanje podataka prikupiti podatke, naznačiti svaki slučaj pojavljivanja promatrane pojave nekim odgovarajućim znakom kao što je primjerice „x“, točka, kružnica itd.
3. Koristiti prikupljene podatke za analizu ili kao podlogu za dodatne grafičke alate. Analiza podataka prikupljenih kontrolnim listom često se koristi kao pokretač procesa

stalnog poboljšanja, kao i za primjenu kod drugih grafičkih alata kao što je histogram ili Pareto dijagram.[10]

SAMPLES OF 1,000 SOLDER JOINTS	PART NUMBER X-1011	PART NUMBER X-2011	PART NUMBER X-3011	PART NUMBER X-4011	PART NUMBER X-5011
GOLD SOLDER	////			///	
NO SOLDER IN HOLE	///		//	//	
GRAINY SOLDER	///	/		///	
HOLE NOT PLATED THROUGH	///			///	
MASK NOT PROPERLY INSTALLED	///		////	///	
PAD LIFTED	/				

Slika 3.2.Primjer kontrolnog lista[20]

### 3.2.2. Histogram

Histogram je jedan od možda najčešće korištenih grafičkih prikaza podataka. Njegova svrha je grafičko prikazivanje učestalosti pojavljivanja određenog događaja, kada je pojavljivanje događaja moguće staviti u kategorije odnosno definirane raspone na kontinuiranoj skali. Histogram na jednostavan način omogućava prikazivanje varijabilnosti procesa, za što je potrebno prikupiti podatke u stabilnim uvjetima odvijanja procesa. To je učinkovit način prikazivanja podataka te se često primjenjuje za praćenje važnih ili kritičnih faktora u procesu. Kada primjenjujemo histogram treba se pridržavati određenog redoslijeda u samom postupku:[10]

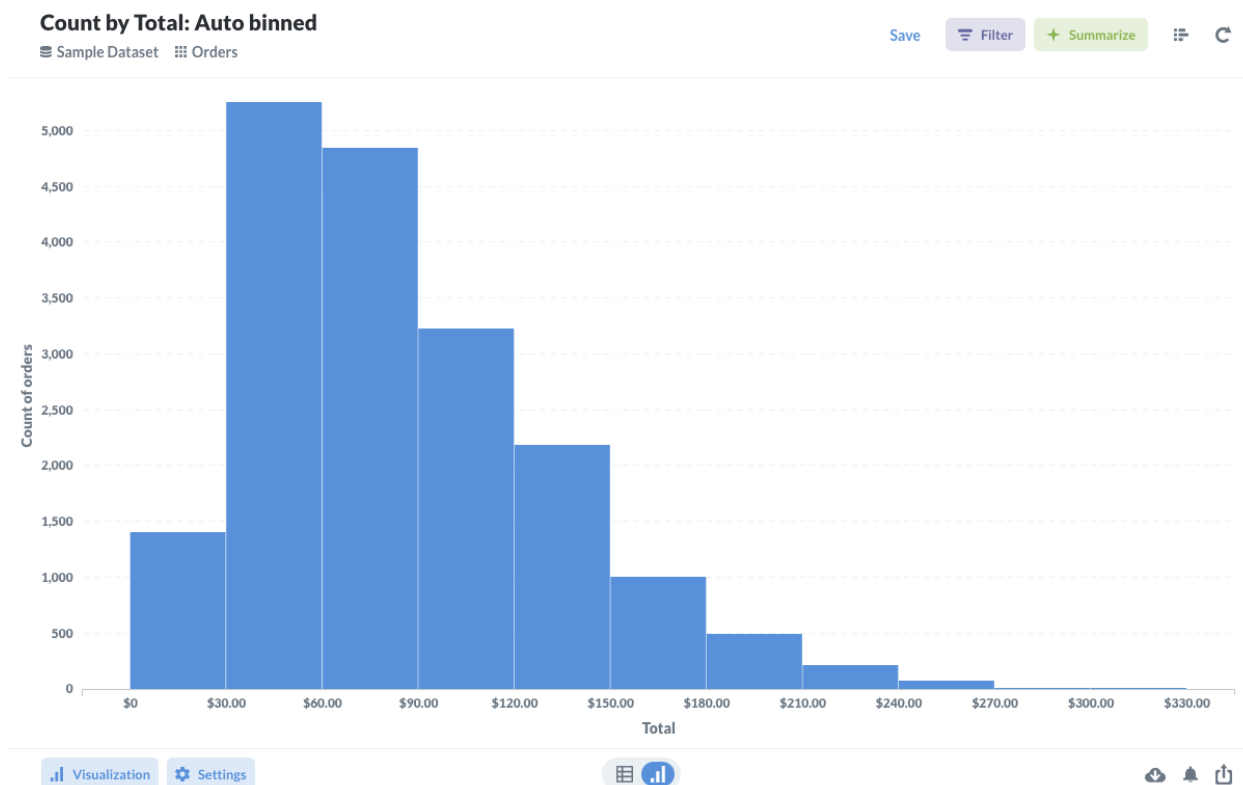
- Prikupljanje podataka o konkretnom čimbeniku kroz neko vremensko razdoblje
- Zapisivanje podataka u prikladnu tablicu

- Izračunavanje raspona za cijeli uzorak, gdje raspon predstavlja razliku između najvećeg i najmanjeg rezultata u skupu podataka
- Određivanje potrebnog broja razreda, širinu razreda i razredne granice
- Crtanje tablice učestalosti i izračunavanje aritmetičke sredine
- Crtanje histograma
- Analiziranje histograma

Kod izrade histograma potrebno je:

1. Odrediti količinu podataka koja će biti prikupljena
2. Odrediti broj stupaca ili podjela koji će se koristiti u histogramu
3. Prikupiti i zabilježiti podatke
4. Pripremiti dijagram
5. Ucrtati podatke

Osnovna svrha histograma je prikazati distribuciju grupe podataka u grafičkoj formi, što omogućava jednostavan prikaz i razumijevanje promatrane veličine.[10]



Slika 3.3. Primjer histograma [17]

### 3.2.3. Dijagram uzročno – posljedičnih zavisnosti

Dijagram uzročno – posljedičnih zavisnosti naziva se još i Ishikawa dijagram ili dijagram riblje kosti, a njegova svrha je grafičko dokumentiranje analize uzorka i njihove korelacije s posljedicom. Koristi se kod rješavanja problema te općenito kod analize i utvrđivanja uzroka određene promatrane posljedice kako bi olakšao rješavanje problema, omogućio jednostavnije razumijevanje utjecaja pojedinog uzroka na promatranu posljedicu te pomogao u određivanju sljedećih aktivnosti u procesu stalnog poboljšanja. Kada utvrdimo glavne uzroke problema potrebno ih je unijeti na uzročnu stranu dijagrama, koja je većinom lijeva. Kod utvrđivanja glavnih uzroka često se isti kategoriziraju u sljedeće kategorije:

- Djelatnici
- Strojevi
- Metode rada
- Materijali
- Mjerenja
- Okolina

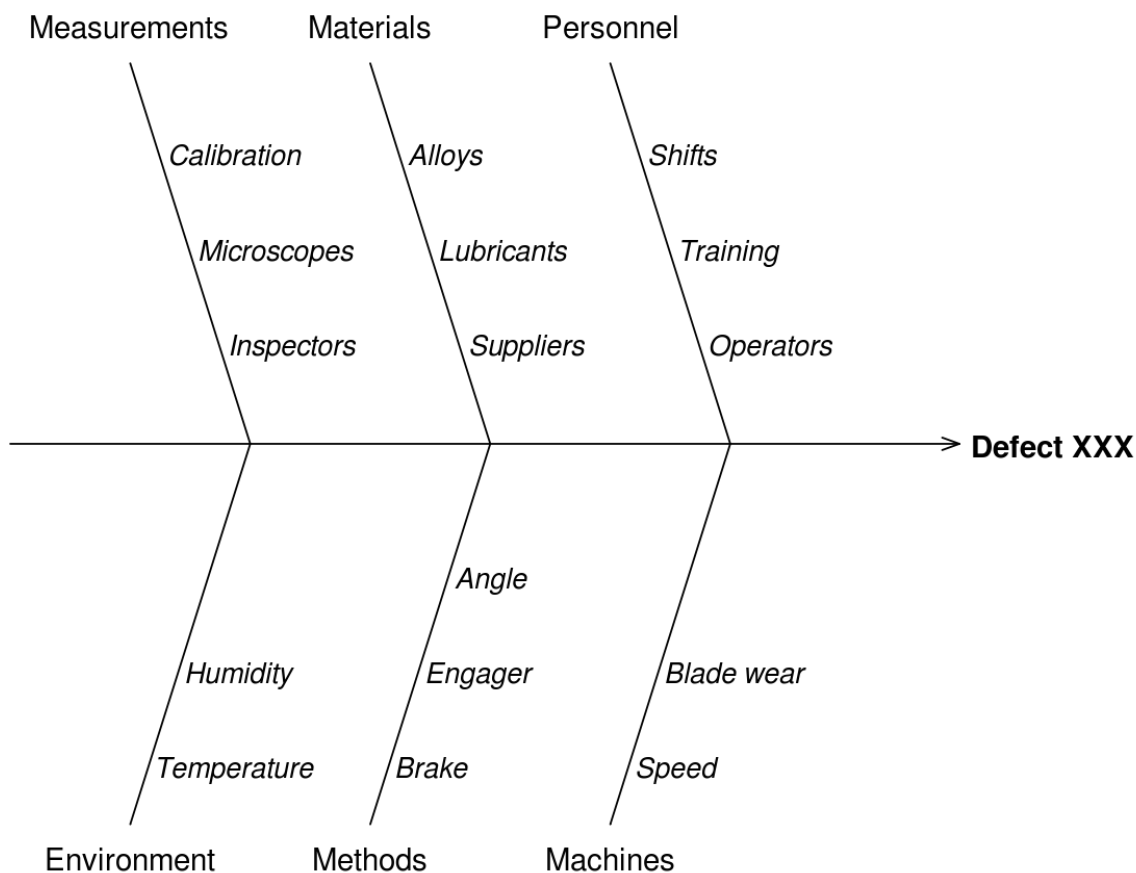
Za svaki od ovih glavnih uzroka poželjno je utvrditi sporedne uzroke, a nakon identifikacije sporednih uzroka prve razine nastavlja se s određivanjem uzroka druge i nižih razina. Analiza dijagrama uzročno – posljedičnih zavisnosti podrazumijeva:

- Promatranje međusobnih veza utvrđenih uzroka
- Utvrđivanje najvažnijih uzroka promatrane posljedice
- Utvrđivanje uzroka koji se ponavljaju
- Korištenje uzroka kao pokretača za dodatno prikupljanje podataka[10]

Način izrade dijagrama:

1. Odrediti jedan problem odnosno posljedicu, ona se opisuje kratko, ključnim pojmovima ili kratkim opisom u pravokutniku, a u pravilu je na desnoj strani dijagrama
2. Utvrditi glavne uzroke promatrane posljedice, a oni su uobičajeno unaprijed definirani kao osoblje, oprema/strojevi, metode rada, materijal te radna okolina.
3. Utvrditi sporedne uzroke koji su vezani uz glavne uzroke i tako za svaki glavni uzrok.
4. Odrediti daljnju strukturu uzroka.[10]

### Factors contributing to defect XXX



Slika 3.4. Ishikawa dijagram[22]

### 3.2.4. Pareto dijagram

Pareto dijagram služi za određivanje prioriteta, ubrzavanje i olakšavanje donošenja ključnih odluka. Pomoću njega možemo identificirati i izdvojiti značajne događaje, s visokom učestalošću pojavljivanja od onih čija je učestalost pojavljivanja bitno manja. Primjenjuje se kod grafičkog prezentiranja prioriternih podataka, nakon uočavanja svih događaja od interesa. Kod ovog alata bitno je:

1. Točno definirati problem koji se želi riješiti
2. Definirati vremensko razdoblje u kojem će se podaci analizirati
3. Za definirano vremensko razdoblje poduzeti organizacijske postupke da bi se pripremili podaci

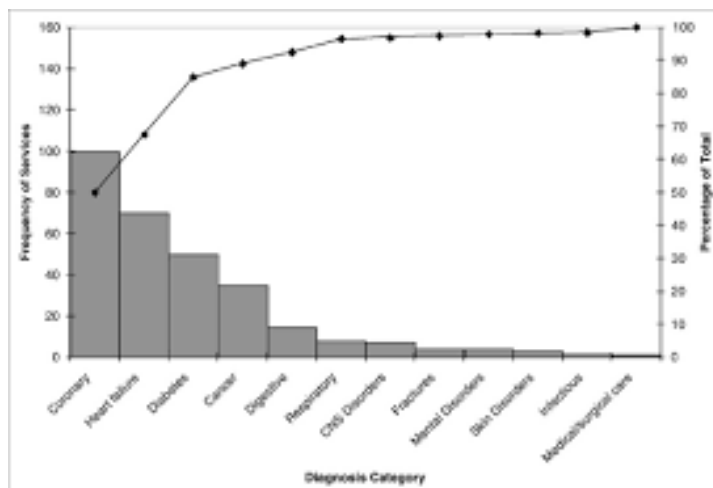
#### 4. Imenovati osobu ili tim koji će izvršiti analizu

Najviše vremena u ovom procesu zahtijeva najviše vremena i angažiranja djelatnika. Nakon prikupljanja podataka, slijedi analiza te se oni grafički prikazuju u obliku dijagrama. Najčešći kriterij koji se uzima za klasificiranje pojedinih kategorija je relativna učestalost pojava. Za svaku se kategoriju određuje udio u sveukupnom učinku i izračunava postotni udio. Prema padajućim udjelima utvrđuje se redoslijed kategorija. Sukladno tom redoslijedu kumulativno se zbrajaju udjeli i prikazuju grafički.[10]

Pareto dijagram omogućava korisnicima fokusiranje na ključne probleme koji nude najviše mogućnosti za poboljšanja. Upravo zbog tih karakteristika alat se koristi u različitim djelatnostima, a naročito u postupcima usavršavanja kvalitete proizvoda i usluga i sustava osiguranja kvalitete.[10]

Postupak izrade Pareto dijagrama je sljedeći:

1. Poredati stupce ili kategorije podataka. Podaci su poredani prema učestalosti pojavljivanja događaja u pojedinoj kategoriji s lijeva na desno, pri čemu su krajnje lijevo događaji s najvećom učestalošću pojavljivanja, dok su krajnje desno oni s najmanjom.
2. Pripremiti dijagram. Opisati osi te nazive pojedinih stupaca.
3. Izračunati i ucrtati u dijagram, iznad stupaca ili kategorija podataka, liniju relativne učestalosti. Linija se ucrtava u dijagram kako bi se omogućilo jednostavnije praćenje i uvid u doprinos koji pojedina kategorija događaja daje u ukupnoj učestalosti.



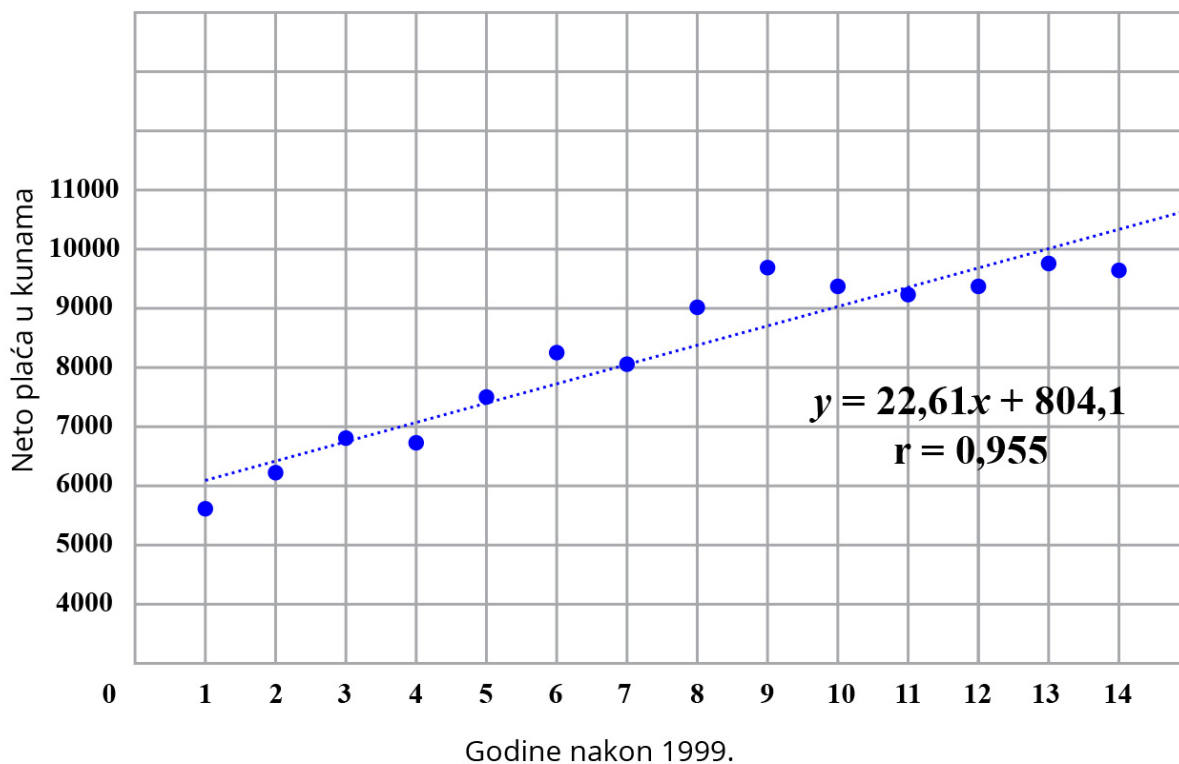
Slika 3.5. Pareto dijagram[23]

### 3.2.5. Dijagram zavisnosti/korelacijski dijagram

U proizvodnim ili drugim procesima može doći do toga da je prisutna ovisnost jednog faktora o drugom faktoru, odnosno razina utjecaja jednog faktora na funkcioniranje procesa ovisi o vrijednostima koje poprima neki drugi faktor u procesu. Ponekad je ovisnost između faktora jasna i teorijski opisana i poznata, no postoji veliki broj situacija u kojima se takva ovisnost najjednostavnije dokazuje empirijskim probama, a u tom slučaju koristimo dijagram zavisnosti/korelacijski dijagram. Način izrade korelacijskog dijagrama je sljedeći:

- Odabrati dva faktora, a dijagram istražuje uzajamnu ovisnost tih faktora.
- Odabrati mjerilo za osi dijagrama. Pošto će vrijednosti jednog faktora biti prikazane na apscisi, a drugog na ordinati, mjerilo mora biti odabrano za svaku os posebno na način da prikupljeni podaci budu raspodijeljeni po čitavoj ili gotovo čitavoj prikazanoj osi.
- Prikupiti i ucrtati podatke.
- Analizirati rezultate i zatim kvalitativno procjeniti postoji li i kakva je korelacija.[10]

#### Prosječne mjesečne neto plaće u građevinarstvu 2000. - 2013.



Slika 3.6 Dijagram zavisnosti na prosječne plaće[24]

### 3.2.6. Dijagram tijeka procesa

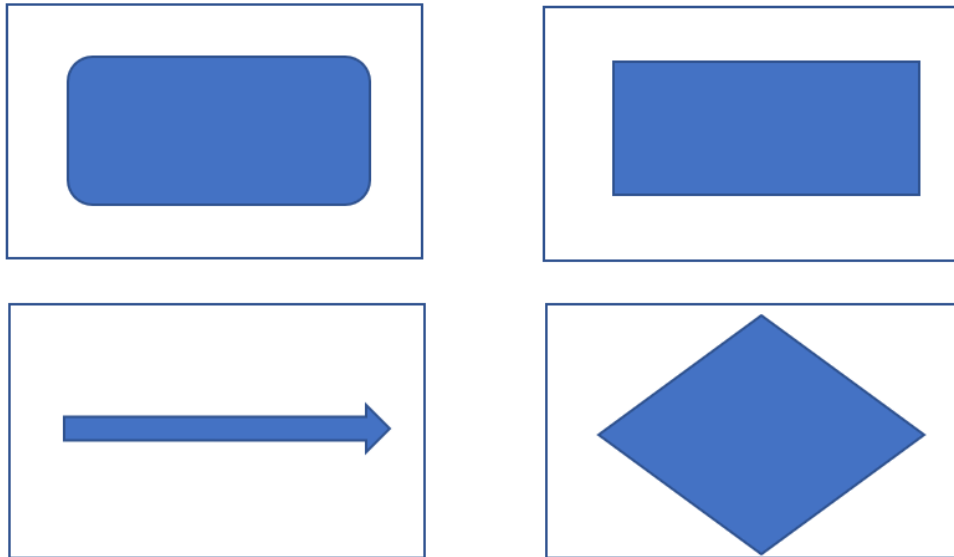
Dijagram tijeka procesa služi nam kako bi se grafički prikazali elementi, komponente ili zadaci promatranog procesa. Može se koristiti za prikazivanje makro procesa, procesa na višoj razini organizacije, gdje korisnici dijagrama tijeka možda nisu upoznati s terminologijom i detaljima procesa. Jednako tako, dijagram tijeka procesa može se koristiti i za detaljno prikazivanje koraka u procesu, posebice kada korisnici dijagrama imaju potrebna znanja i stručnost za tu razinu poznavanja procesa, a svrha mu je da složene procese s različitim nadležnostima i zadaćama prikaže tako da njihova struktura i logika budu jasne i transparentne. Da bi se ovaj alat primijenio u praksi, potrebno je poštivati redoslijed sljedećih aktivnosti:

- Odrediti granice procesa
- Raščlaniti proces na aktivnosti
- Odrediti slijed aktivnosti
- Identificirati ulaze, izlaze, operacije i logiku međusobnog povezivanja
- Definirati odgovorne osobe za svaku aktivnost
- Povezanost aktivnosti s njihovim nosiocima
- Grafički prikazati dijagram, koristeći uobičajene simbole

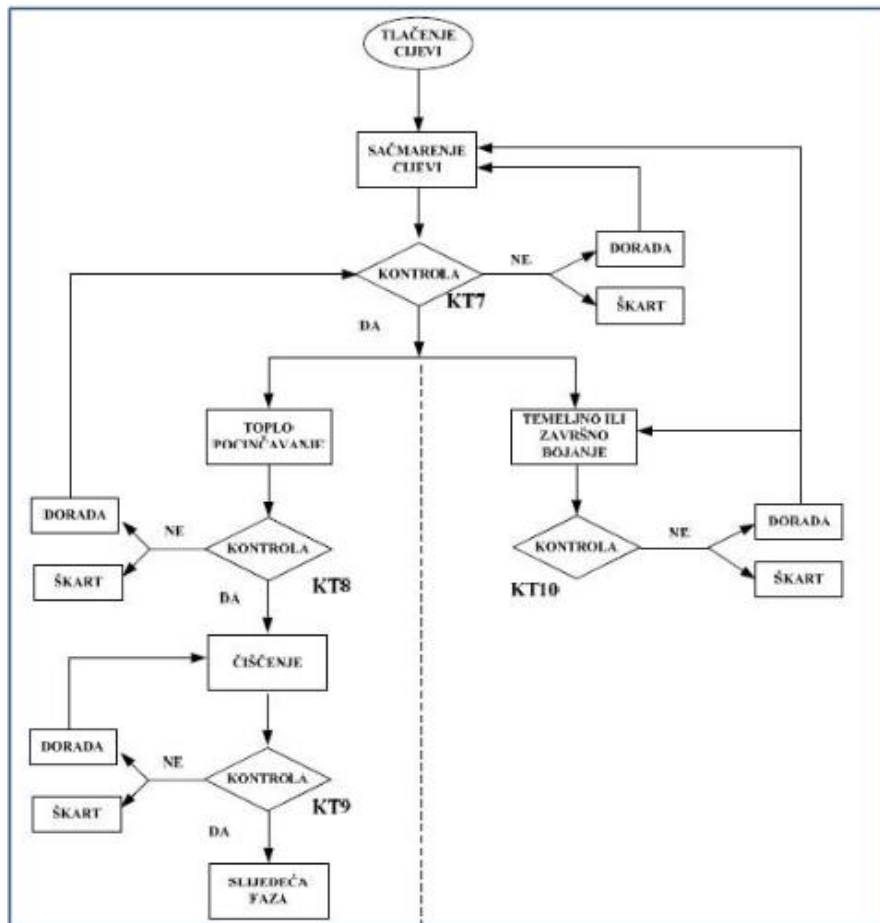
Proces izrade odnosno koraci u izradi dijagrama tijeka procesa su sljedeći:

1. Odabrati početnu i završnu točku. One definiraju neke logičke granice, pošto dijagram može imati više grana.
2. Odrediti sve glavne korake i točke odluke. Opisati glavne korake ili zadatke te točke odluke koje se pojavljuju kao dio procesa između početne i završne točke.
3. Koristiti standardizirane grafičke simbole za dokumentiranje procesa. Opisati odgovarajućim nazivima svaki simbol te primjenom strelica definirati redoslijed aktivnosti.
4. Usporediti nacrtani dijagram tijeka procesa s promatranim procesom kako bi se provjerilo je li dijagram kompletan i opisuje li proces točno.[10]





Slika 3.7. Četiri osnovna simbola kod crtanja dijagrama tijeka procesa[19]



Slika 3.8. Dijagram tijeka procesa zavarivanja cijevi[25]

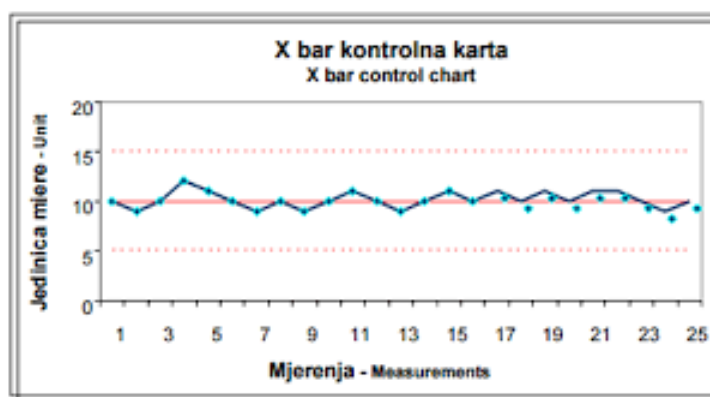
### 3.2.7. Kontrolne karte

Kontrolnom kartom pratimo jednu od ocjena proizvoda, na način da uzmemo više uzoraka tijekom proizvodnje. To je potrebno zato što u serijskoj, visokoserijskoj i masovnoj proizvodnji općenito nadzor prvog proizvedenog izratka u smjeni ili nakon zastoja procesa obavezan, dok nadzor nakon izrade određenog broja komada ili periodični nadzor ovisi o raznim utjecajnim procesima. Ukoliko se utvrdi da došlo do prevelikog odstupanja, proces se zaustavlja i istražuju se uzroci. Nakon što se izvrši analiza i poduzmu korektivne akcije, proces se korigira pa se proizvodnja može nastaviti. Ako je proizvodni proces pod kontrolom, onda na njega djeluju samo slučajni utjecajni faktori, no ako nije pod kontrolom tada imamo utjecaj posebnih faktora. Kada primjenjujemo kontrolne karte, to obuhvaća sljedeće aktivnosti:

1. Priprema za primjenu kontrolnih karata – izabire se karakteristika kvalitete koja će se pratiti, utvrđuje se važnost karakteristike u smislu funkcionalnosti i krajnje kvalitete proizvoda te upozna se s tehnološkom dokumentacijom i tehnološkim procesom
2. Prikupljanje podataka – izabire se veličina utjecajnog faktora i učestalost obilazaka te mjerno sredstvo i način kontrole.
3. Izradu kontrolnih karata – utvrđuju se kontrolne granice i crtaju karte.
4. Analizu – utvrđuje se varijacija, predviđa se čimbenik pojave i utvrđuje sposobnost procesa.
5. Djelovanje – obuhvaća otklanjanje čimbenika pojave, poboljšanje tijeka procesa i stalne preventivne kontrole.

Osnovnu podjelu karata možemo napraviti na:

- Kontrolne karte za praćenje mjerljivih, odnosno kvantitativnih ocjena
- Kontrolne karte za praćenje atributivnih, odnosno kvalitativnih ocjena[10]

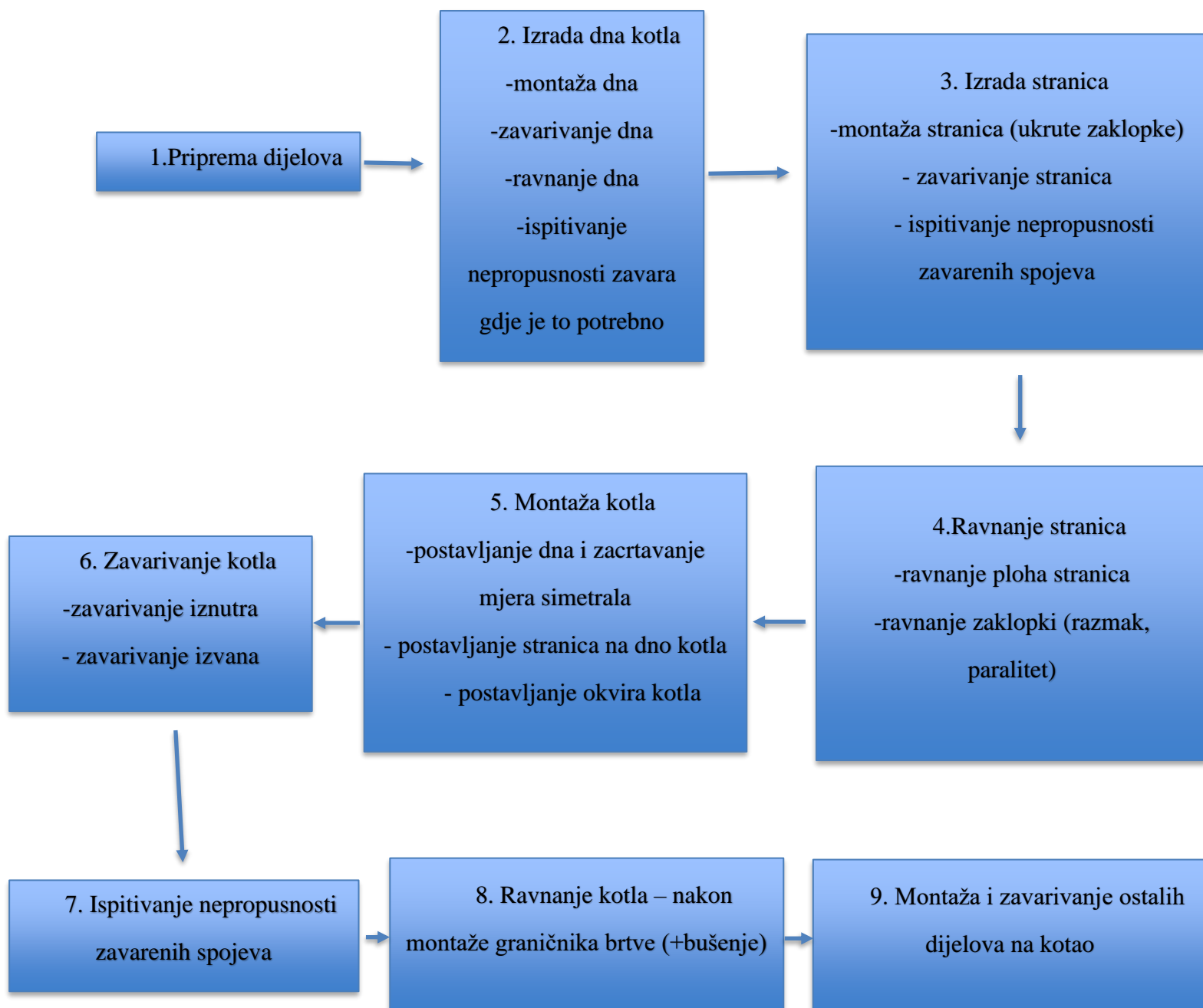


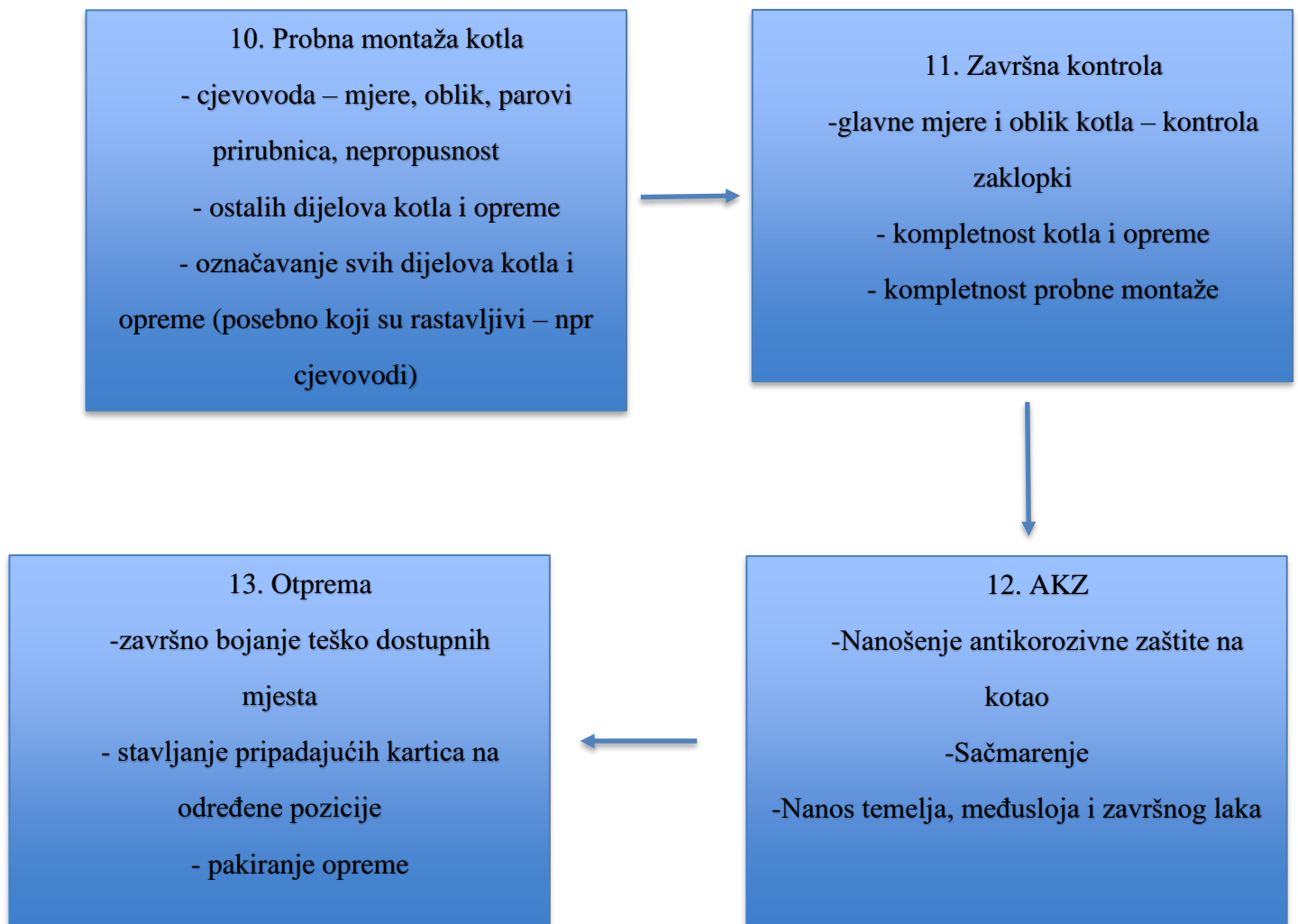
Slika 3.9. Kontrolna karta[26]

## 4. Tehnološki proces proizvodnje transformatorskog kotla

Tehnološki proces je redosljed i način obavljanja pojedinih dijelova složenoga ili radnoga procesa za dobivanje proizvoda određenih svojstava.<sup>[18]</sup> Ovaj redosljed sadrži pravovremeno definiranje i pripremu tehnološkog procesa, pravilnu podjelu poslova i tehnološku pripremu proizvodnje. Slijedom toga, mora se slijediti niz koraka koji su potrebni da bi se prvo moglo osmisliti, a zatim dizajnirati i donijeti konačno rješenje. Također može se i reći da se u tehnološkom procesu slijedi niz koraka za dobivanje predmeta, alata i tehnologija koji pomažu u pronalaženju rješenja.

Tehnološki proces proizvodnje transformatorskih kotlova može se podijeliti u više faza. Sve te faze su kasnije povezane u jednu cjelinu, odnosno u gotov proizvod. Faze tog tehnološkog procesa su:





Slika 4.1. Tehnološki proces proizvodnje kotla[19]

#### 4.1. Priprema dijelova

Tehnološki proces izrade transformatorskih kotlova započinje pripremom dijelova. Dijelovi se izrađuju plazma rezanjem, autogenim rezanjem ili rezanjem na pilama. Stranice kotlova pripremaju se na savijačicama.



*Slika 4.2 Rezanje na pili[19]*



*Slika 4.3 Plazma rezanje[19]*



*Slika 4.4 Autogeno rezanje[19]*

#### **4.2. Izrada dna kotla**

Tehnološki proces izrade transformatorskih kotlova započinje pripremom dijelova. Dijelovi se izrađuju plazma rezanjem, autogenim rezanjem ili rezanjem na pilama. Stranice kotlova pripremaju se na savijačicama.

#### **4.3. Izrada stranica**

Izrada stranica transformatorskih kotlova sastoji se od postavljanja ukruta i zaklopki na pojedinu stranicu, te od ispitivanja nepropusnosti zavarenih spojeva na stranicama.

#### **4.4. Ravnanje stranica**

Kod ravnjanja stranica stranica kotla bitno je poravnanje ploha stranica. Kod ravnjanja zaklopki bitno je dobiti određeni razmak i paralelitet između zaklopki.

#### **4.5. Montaža kotla**

Postavlja se dno kotla te se zacrtavaju mjere simetrala, a zatim se postavljaju stranice na dno kotla, odnosno postavlja se okvir kotla.

#### **4.6. Zavarivanje kotla**

Zavaruju se spojevi stranica (zavarivanje iznutra i izvana).

#### **4.7 Ispitivanje nepropusnosti zavarenih spojeva**

Ispituje se nepropusnost zavarenih spojeva na spojevima stranica i na spojevima stranica s dnom kotla. Na tim mjestima može doći do puštanja ulja, pa je iznimno bitna kvaliteta i nepropusnost zavara.

#### **4.8 Ravnanje kotla**

Pošto nakon zavarivanja i unosa velike količine topline može doći do deformacija, potrebno je ponovno ravnanje kotla, pri čemu je bitno obratiti pažnju na unutarnje dimenzije stranica.

Operacija se izvodi nakon montaže graničnika brtve i bušenja.

#### **4.9. Montaža i zavarivanje ostalih dijelova na kotao**

Nakon zavarivanja i ravnanje montiraju se ostali manji dijelovi na kotao i nosač konzervatora kako bi se mogla odraditi probna montaža.

#### **4.10. Probna montaža kotla**

Kod probne montaže transformatorskog kotla određuju se mjere i oblik cjevovoda, parovi prirubnica koje idu na određenu cijev. Također se izrađuju i ostali dijelovi kotla i opreme, pri čemu je važno označiti sve dijelove kotla i opreme, a naročito dijelova koji su rastavljivi kao primjerice cjevovodi.

#### **4.11. Završna kontrola**

Provodi je kontrolor. Provjeravaju se glavne mjere i oblik kotla, zaklopke (ravnost, paralelnost i dimenzije). Kontrolor je dužan provjeriti i kompletnost kotla i opreme, kompletnost probne montaže, te izmjeriti mjere i nagibe cjevovoda.

#### **4.12. AKZ**

Prije nanošenja antikorozivne zaštite važno je osigurati dobro prijanjanje boje i čistoću površine. Kotao prvo ide na sačmarenje, te se nakon toga nanosi temeljni sloj, međusloj i lak.

#### **4.13. Otprema**

Prije same otpreme radi se završno ađustiranje pri kojem se otklanjaju neke vizualne i estetske greške. Radnici na otpremi zatim montiraju rastavljive dijelove na kotao i pakiraju opremu, dok kontrolor stavlja pripadajuće kartice na određene pozicije.

## 5. Upravljanje procesom kvalitete u odabranom poduzeću

### 5.1. Ulazna kontrola lima

Osnovna logika na kojoj se temelji ulazna kontrola kvalitete proizlazi iz strategije osiguranja kvalitete koja pretpostavlja da u proces ulaze samo oni materijali koji zadovoljavaju postavljene uvjete. To znači da kako bi postigli zahtijevanu kvalitetu gotovog proizvoda, potrebno je osigurati odgovarajuću kvalitetu ulaza. Ulazna kontrola se može uspješno provesti moramo znati što se od proizvoda ili materijala koji ulazi u proces očekuje. Također, kada je to primjereno, potrebno je dogovoriti s dobavljačima koji će se tipovi ulazne kontrole provesti i na kojim mjestima.[11]

Sam ulazni nadzor može se provoditi s različitim razinama strogoće. Može se provoditi nadzor svakog pojedinog proizvoda, nadzor uzetih uzoraka ili povremeni neplanirani nadzori. Također, moguće je odlučiti i da se nadzor neće provoditi. Nadzor svakog pojedinog proizvoda ili 100%-tni nadzor podrazumijeva kontroliranje svakog proizvoda sa svrhom utvrđivanja podudarnosti s postavljenim zahtijevima. Iako se ovo može činiti kao jedan od boljih pristupa nadzoru proizvoda i ostvarivanju traženih značajki proizvoda, u praksi ovaj pristup ima više nedostataka:

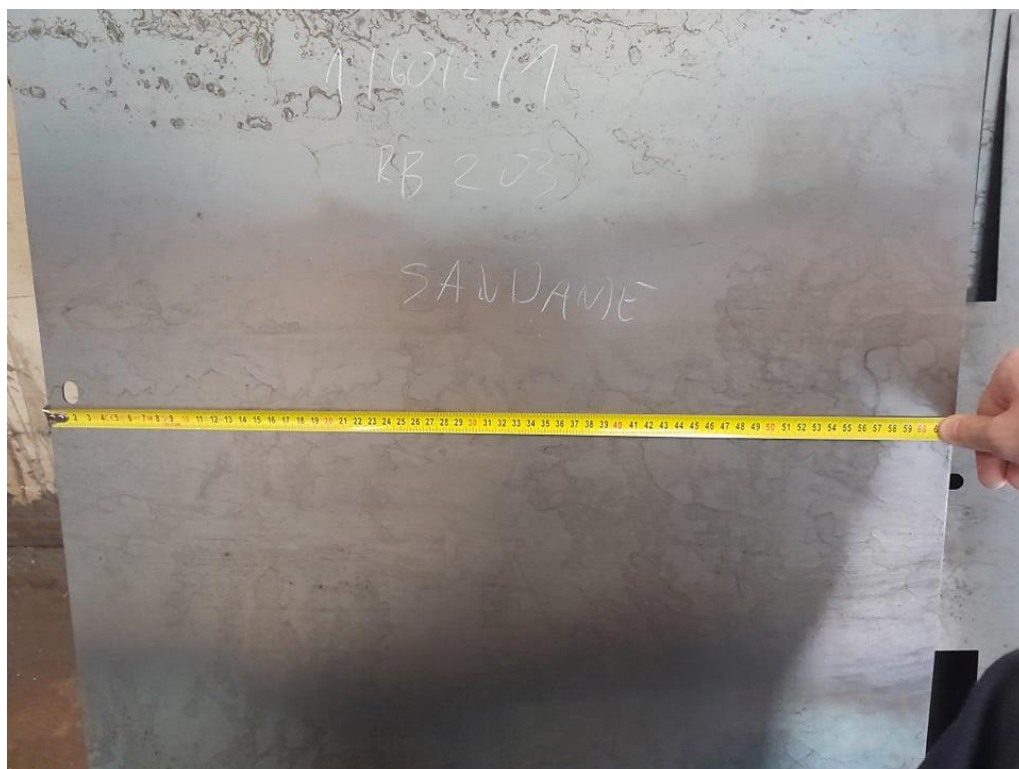
- Vrlo skup način nadzora proizvoda
- Potpuno neprihvatljiv kada se vrše razorna ispitivanja
- Ne garantira da će svi nesukladni proizvodi biti odvojeni iz razloga što kontrola ima vjerojatnost otkrivanja nesukladnosti manju od 100% [11]

U poduzeću Metal dekor d.o.o ulazna kontrola vrši se kada prilikom pregledavanja pristiglog materijala kao što je lim ili prilikom provjera pozicija koje su stigle iz kooperantske tvrtke koja obavlja proces rezanja laserom.



*Slika 5.1. Ulazna kontrola ravnosti i dimenzija pristiglog lima[19]*





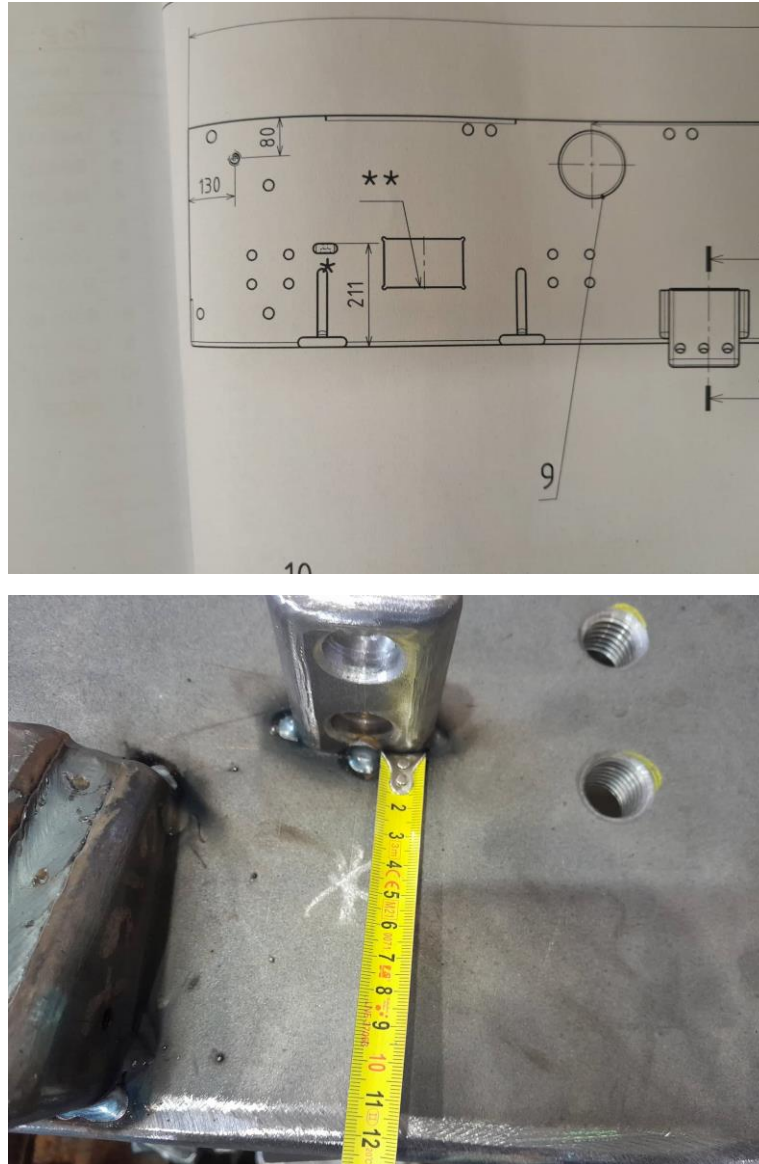
*Slika 5.2. Dimenzijska kontrola pozicija rezanih laserom[19]*

## **5.2. Međufazna kontrola**

Kontrola koja se provodi tijekom izvedbe procesa, a ima ulogu praćenja i prilagodbe proizvodnog procesa kako bi se zadovoljili postavljeni zahtjevi za proizvod. Međufazna kontrola provodi se prvenstveno na proizvodima no može uključiti i praćenje parametara samog procesa. Može se provoditi sekvencijalno, na kraju pojedine operacije ili grupe operacije, kao i kontinuirano, kada to karakter procesa dopušta. U složenim proizvodnim procesima, kao što je primjerice i proces proizvodnje transformatorskog kotla, postoji veći broj proizvodnih koraka ili operacija tijekom kojih ili neposredno nakon kojih je moguće provoditi nadzor. Takav pristup nije praktičan zbog povišenih troškova nadzora te je stoga potrebno odlučiti na kojim će se mjestima i u kojem obimu provoditi nadzor.

### 5.2.1. Dimenzijska kontrola pozicija

Na slici 6.3. možemo vidjeti dimenzijsku kontrolu steznika D&ST. Steznici su jedan od dijelova transformatorskih kotlova koji služe za učvršćivanje jezgre.



Slika 5.3. Dimenzijska kontrola postavljene pozicije[19]

### 5.2.2. Ispitivanje propusnosti zavarenih spojeva

Na slici 6.4. možemo vidjeti ispitivanje zavarenog spoja penetrantom. Ispitivanje zavara penetrantom metoda je ispitivanja zavarenih spojeva bez razaranja. Na površinu koju smo

prethodno očistili i odmastili nanosi se penetrant (najčešće crvene boje). Nakon 10 – 15 minuta površinu na koju smo nanijeli penetrant uklanjamo taj penetrant na odgovarajući način (vodom, suhom krpom). Nakon sušenja površine lima, na ispitanu zavar nanosimo razvijач čija je svrha izvlačenje penetranta iz pukotine pa onda na bijeloj površini lima lako uočimo crveni penetrant.[31]



*Slika 5.4. Ispitivanje penetrantom [19]*

### **5.2.3. Kontrola probne montaže**

Probna montaža kotla provodi se kako bi se izradili cjevovodi koji povezuju kotao i poklopac sa konzervatorom kotla. Kontrolor je dužan prilikom probne montaže provjeriti dimenzije i kompletnost probne montaže, kao i nagibe cjevovoda te odgovarajuće prirubnice.





*Slika 5.5. Probna montaža kotla D&ST[19]*

### **5.3. Kontrola AKZ**

Kao što je bitno kroz cijeli proces izrade pravilno koristiti postupke kontrole kvalitete, tako je iznimno važno kontrolirati i kvalitetu antikorozivne zaštite što uključuje i kontrolu pripreme površine. Prije nanošenja antikorozivne zaštite, bitno je provjeriti stanje površine materijala odnosno pripremu površine. To se radi vizualno uspoređivanjem neke površine sa standardiziranim fotografijama u boji u skladu s normom HRN EN ISO 8501-1:2007. Prema toj normi određujemo je li površina očišćena od hrđe ili nekih prevlaka koje su nanošene prije.

Da bi proces nanošenja antikorozivne zaštite bio kvalitetan, osim same površine bitno je provjeriti i uvjete u kojima se provodi antikorozivna zaštita, kao i viskoznost premaza.[16]

#### **5.3.1. Kontrola debljine premaza**

Debljina premaza direktno je vezana uz samu kvalitetu antikorozivne zaštite, odnosno ako je premaz deblji, manja je poroznost prevlake i samim time je bolja zaštite. Problem je u tome što debljim nanosom premaza raste i cijena, kao i mogućnost pucanja filma, povećano vrijeme sušenja filma. Ponekad je debljina nanešenog filma ograničena i konstrukcijskim karakteristikama obratka. To su neki od razloga zbog kojih je bitno kontrolirati debljinu nanešenog filma, a čimbenici koji utječu na debljinu su:

- Tehnika nanošenja premaza
- Vrsta premaza
- Uvjeti okoline pri nanošenju filma
- Vještina osobe koja nanosi premaz
- Kvaliteta pripreme površine prije nanošenja

Kontrola debljine premaza provodi se prema normi HRN EN ISO 2808: 2019. To podrazumijeva kontrolu debljine mokrog i suhog filma.[16]



Slika 5.6. Češalj za mjerenje mokrog filma [29]



Slika 5.7. „Elcometer“ uređaj za mjerenje debljine suhog filma[19]

## **5.4. Upravljanje troškovima kvalitete u odabranom poduzeću**

U svakom poduzeću iznimno je bitno ostati konkurentan na tržištu, te je usmjerenost prema kupcu i njegovom zadovoljstvo nužno. Ulaganje u bolju kvalitetu je neizbježno, a provodi se kroz ulaganje u bolje i suvremenije strojeve, ulaganje u bolju opremu, stalno ulaganje u obrazovanje djelatnika, marketinški troškovi itd.. Troškove kvalitete možemo strukturirati u četiri skupine:

- Prevencijski troškovi
- Troškovi uzrokovani ispitivanjem i ocjenjivanjem proizvoda
- Troškovi interno uočenih nedostataka
- Troškovi eksterno uočenih nedostataka

Konkretno govoreći o poduzeću Metal Dekor d.o.o. evidentirano je da najveći dio troškova odlazi na eksterno uočene nedostatke, a oni uključuju troškove reklamacija, troškove upravljanja reklamacijama i sanacije reklamacija. Na sastancima direktor i rukovodstvo tvrtke donose odluke o upravljanju troškovima kvalitetom, a osnovni cilj im je uvođenjem novih i boljih tehnologija smanjiti gubitke uzrokovane lošom kvalitetom i time smanjiti same reklamacije.

<b>Br.reklamacije</b>	<b>Datum reklamacije</b>	<b>Vrsta reklamacije</b>	<b>Trošak (€)</b>
1	5.1.2022.	Estetski loš nanos boje	100
2	7.1.2022.	Neispravan poklopac priрубnice	400
3	18.1.2022.	Krivi razmak između rupa	500
4	20.1.2022.	Veličina rupe premala	300
5	20.1.2022.	Veličina rupe premala	300
6	20.1.2022.	Veličina rupe premala	300
7	20.1.2022.	Veličina rupe premala	300
8	20.1.2022.	Veličina rupe premala	300
9	21.1.2022.	Veličina rupe premala	300
10	21.1.2022.	Veličina rupe premala	300
11	25.1.2022.	Veličina rupe premala	300
12	24.3.2022.	Neispravni vijci	700

Tablica 1. Troškovi reklamacija za 2022. godinu [19]

Tablica prikazuje troškove reklamacija poduzeća METAL DEKOR d.o.o u 2022. godini, za SBG siemens kotlove.

## 5.5. Upravljanje nesukladnostima u odabranom poduzeću

U ovom dijelu završnog rada govorit će se o nesukladnostima u poduzeću Metal Dekor d.o.o. i o otklanjanju istih. Na konkretnom primjeru jednog SBG poklopca i nesukladnosti na njemu prikazati će se mogući uzroci koji su doveli do nesukladnosti, a onda će se navesti primjer kako pomoću Ishikawa dijagrama lakše utvrditi uzroke nesukladnosti i otkloniti ih. Kao što je to i u većini poduzeća, voditelj kontrole kvalitete brine o nesukladnostima i vodi zapise o istima, dok uprava poduzeća tada donosi odluke o korektivnim radnjama i načinima potrebnih poboljšanja. Kako bi olakšali samo poboljšavanje, u poduzeću se dva puta godišnje provode potrebni interni auditi kako bi dobili informacije koje su potrebne da bi lakše prepoznali potrebna poboljšanja i primjenili ih. Osim voditelja kontrole kvalitete, rukovoditelji određenih organizacijskih odijela (priprema, proizvodnja, strojna obrada itd.) također imaju zadaću brinuti o unapređivanju poslovnih procesa i primjeni sustava upravljanja kvalitetom na poljima koja su u njihovoj nadležnosti.

### 5.5.1. Nesukladnost na primjeru SBG Siemens poklopca

Na slici 6.8 vidimo SBG Siemens poklopac na kojem je utvrđena nesukladnost. Kupac je utvrdio nesukladnost i poklopac je vraćen u poduzeće kako bi se ista ispravila. Da bi se spriječilo ponavljanje takvih događaja, tvrtka je dužna osim ispravljanja nesukladnosti, utvrditi i moguće uzroke nesukladnosti te pronaći optimalna rješenja da bi se one izbjegle.



Slika 5.8 Nesukladnost na SBG Siemens poklopcu [19]



### 5.5.2. Utvrđivanje uzroka nesukladnosti pomoću Ishikawa dijagrama

Kao moguće uzroke nesukladnosti navode se:

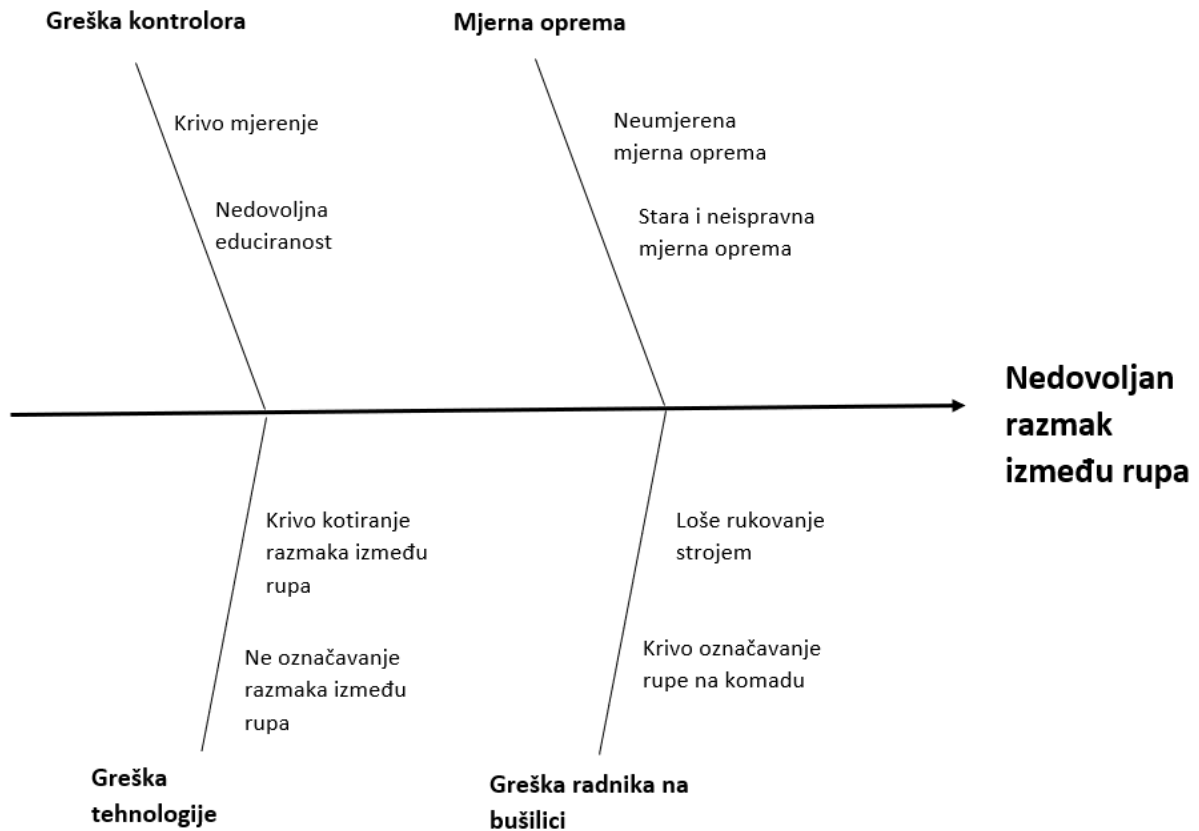
- Greška kontrolora
- Mjerna oprema
- Greška tehnologije
- Greška radnika na bušilici

Pošto je kod ovog proizvoda došlo do reklamacije i povrata, greška odgovornog kontrolora je prisutna. Do greške je moglo doći zbog neopreznosti koja je dovela do lošeg očitavanja mjerenja dimenzije ili zbog krivog čitanja nacrtu pri čemu kontrolor nije mjerio zadanu dimenziju (npr. od centra do centra rupe) već neku drugu.

Mjerna oprema također je jedan od razloga koji je mogao dovesti do nesukladnosti, te je tvrtka prisiljena na provjeru umjerenosti odgovarajuće opreme i zamjene stare i neispravne opreme novom.

Jedan od mogućih uzročnika grešaka je i krivo kotiranje tehnologa koje se dogodilo zbog neopreznosti ili nedovoljne educiranosti.

Mogući razlog koji dovodi do ovakvih grešaka je svakako i loše rukovanje strojem ili loše označavanje pozicije rupe, za koje je u ovom slučaju odgovoran radnik na bušilici.



Slika 5.9 Ishikawa dijagram na konkretnom primjeru [19]

Na ovom primjeru utvrđivanja nesukladnosti mogli smo primjeniti jedan od sedam alata osnovnih alata kvalitete, a to je dijagram uzročno – posljedičnih zavisnosti poznat još i kao Ishikawa dijagram, koji vidimo na slici 5.9. To je dijagram koji grafički prikazuje i dokumentira analizu uzorka i njegovu korelaciju s posljedicom. On pojednostavljuje razumijevanje mogućih uzroka koji su u ovom slučaju :

- Greška kontrolora
- Mjerna oprema
- Greška tehnologije
- Greška radnika na bušilici

Uzroci se u ovom dijagramu navode na lijevoj strani, dok je posljedica većinom navedena na desnoj strani, a u ovom slučaju to je nedovoljan razmak između rupa.

## **5.6. Upravljanje reklamacijama u odabranom poduzeću**

### **5.6.1. Pojam reklamacije**

Reklamacije predstavljaju prigovor kupaca na proizvod. One upućuju na kvalitativne i kvantitativne nedostatke tog proizvoda. Između prodavača i kupaca uvijek postoji određeni dogovor koji uključuje određene kriterije, te ako prodavatelj isporuči neki proizvod koji nije u skladu s dogovorenim kriterijima, odnosno ako kupac uoči nesukladnost tada dolazi do reklamacije. Reklamacija se još može tumačiti kao obračanje kupca prodavaču da s namjerom da ukaže na nedostatke proizvoda, a onda da te nedostatke prodavač riješi na određeni način koji može biti povrat novca, davanjem određenog popusta na proizvod, popravkom proizvoda ili može tražiti novi proizvod u zamjenu za neispravan. [29]

### **5.6.2. Upravljanje reklamacijama u poduzeću Metal Dekor d.o.o.**

U poduzeću Metal Dekor d.o.o. kao i u većini suvremenih tvrtki reklamacije predstavljaju veliki problem te se mora uložiti veliki trud da se iste smanje do najveće moguće razine, ako se već ne mogu u potpunosti ukloniti. Upravljanje reklamacijama možemo podijeliti u nekoliko koraka sljedećim redoslijedom:

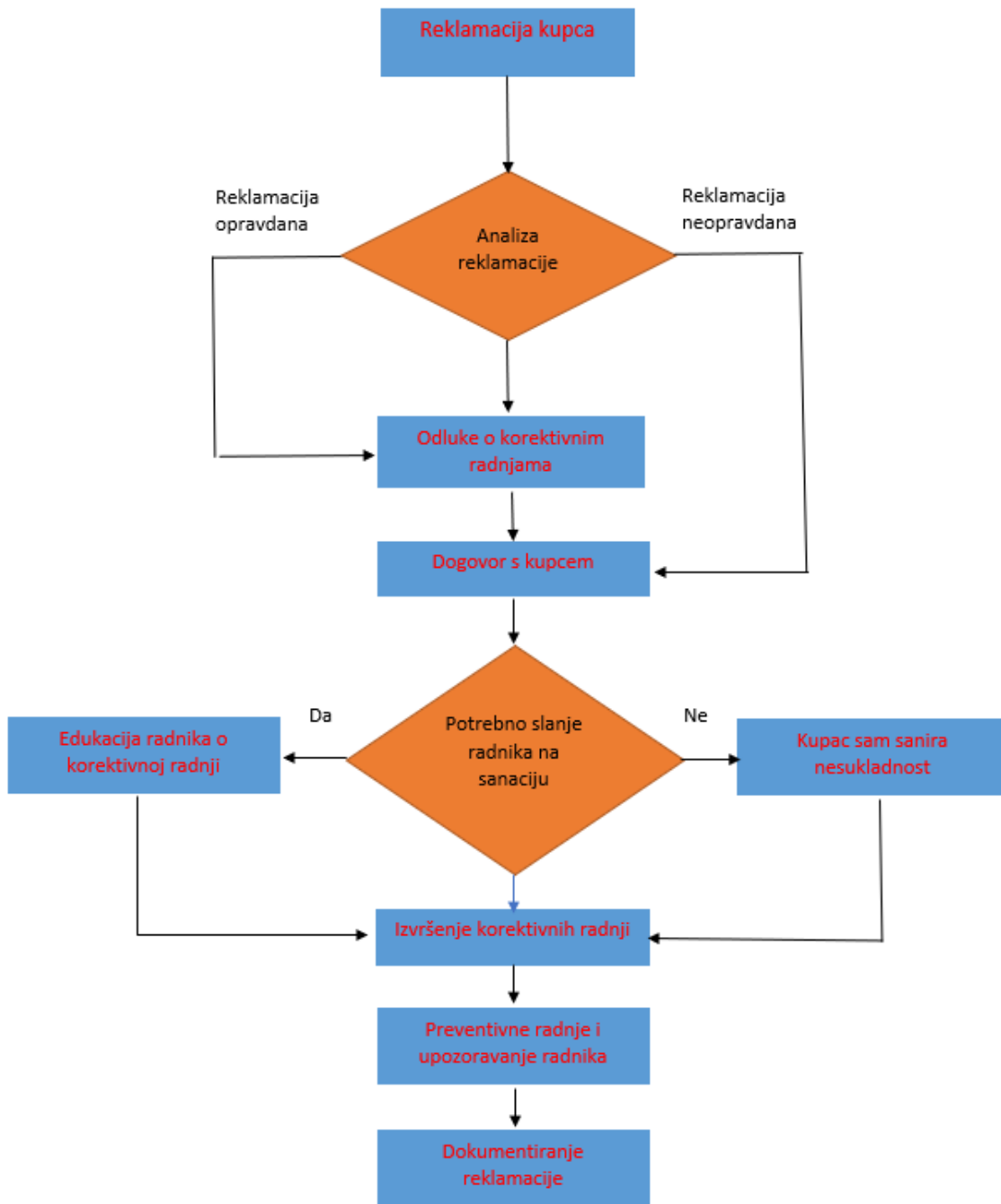
1. Slanje reklamacije kupca – kupac obavještava poduzeće da postoji određene nesukladnost proizvoda. Reklamaciju najprije zaprima direktor koji ju kasnije prosljeđuje rukovodstvu tvrtke te ju tada voditelj odjela kontrole kvalitete prosljeđuje uredu kontrole kvalitete.
2. Utvrđivanje i analiziranje reklamacije – U izvješću kupca o reklamaciji proučavaju se nesukladnosti, a zatim voditelj kontrole šalje određenog kontrolora utvrditi nesukladnost. Kada i ako kontrolor potvrdi da je došlo do nesukladnosti tada se određuje uzrok problema i odgovorne osobe.
3. Određivanje korektivnih radnji vezanih uz reklamaciju i dogovor s kupcem – Na sastancima rukovodstva tvrtke ovlaštene osobe donose odluke o donošenju korektivnih mjera koje bi uklonile posljedice reklamacije. Nakon što rukovodstvo donese odluku, slijedi dogovor s kupcem o sanaciji nesukladnosti. U većini slučajeva kupac sam sanira štetu, no može zatražiti od poduzeća da pošalje vlastiti tehnički tim na terensku sanaciju.
4. Preventivne radnje i upozoravanje radnika na uzrok reklamacije – kada se utvrdi uzrok i odgovorni radnici za reklamaciju, važno ih je upozoriti kako bi izbjegli ponavljanje

iste nesukladnosti, a ukoliko se i nakon toga reklamacije ponavlja, tada direktor ili voditelj proizvodnje mogu na određeni način kazniti radnike.

5. Dokumentiranje reklamacije – reklamacija se dokumentira, te se nakon određenog vremena analiziraju reklamacije i utvrđuje ukupni trošak.

### **5.6.3. Korištenje dijagrama tijekom procesa prilikom reklamacije**

Na slici 6.10 možemo vidjeti dijagram tijekom procesa primjenjenog u slučaju upravljanja reklamacijama. Dijagram tijekom procesa jedan je od sedam alata kvalitete i pomaže nam kako bi lakše i vizualno uočili neke radnje.



Slika 5.10. Primjena dijagrama tijekom procesa ko reklamacija[19]

## 6. Zaključak

Svijet u kojem danas živimo teži stalnom napretku i poboljšanjem, pa tako postavlja visoke kriterije i u sferi kvalitete. Pošto se tehnologija stalno razvija, proizvodnost raste, a samim time i konkurencija tržišta. Da bi se ostvarila konkurentnost na tržištu kvaliteta je jedan od ključnih faktora. Od kada postoji čovjek on teži nekoj kvaliteti, a kako je vrijeme prolazilo ljudsko znanje je raslo, a s njime i očekivanja za boljim i kvalitetnijim životom. Japanska definicija kvalitete koja se razvijala nakon drugog svjetskog rata bazira se na tome da kvalitetu ne određuju proizvođač, već kupac krajnjeg proizvoda.

Porastom kvalitete u poduzeću raste i zadovoljstvo kupaca, što utječe i na zadovoljstvo zaposlenih unutar poduzeća što bitno utječe na produktivnost tvrtke, a s produktivnošću raste i profit, koji je glavni cilj svakog poduzeća.

Kako bi cijeli sustav upravljanja kvalitetom u nekom poduzeću bio funkcionalan, važno je da svaki dio tog poduzeća sudjeluju u poboljšanju i kontinuiranom napretku. Odjel kontrole kvalitete dužan je provoditi kontrolu nad proizvodima, a da bi to mogao obavljati kvalitetno bitno je pažnju posvetiti i mjernoj opremi koju je potrebno umjeravati ili mijenjati ako je zastarjela. Proces kontrole kvalitete možemo podijeliti u tri faze, a to su : ulazna kontrola, međufazna kontrola i završna kontrola.

Poduzeća kod kojih je jasno vidljiv implementirani sustav upravljanja kvalitetom daleko su konkurentnija na tržištu od onih kod kojih to nije slučaj. Kvaliteta pridonosi poboljšanju mnogih segmenata poslovanja, a znatno utječe i na povjerenje kupaca i to dugoročno donosi profit. Tako možemo zaključiti da svako ulaganje u kvalitetu i odjel upravljanja kvalitetom nije bespotrebno ulaganje, već se ono dugoročno itekako isplati.

## 7. Literatura

- [1] <https://www.svijet-kvalitete.com/index.php/kvaliteta> , dostupno 8.4.2022.
- [2] I. Vuković : Kvaliteta i održivi razvoj na primjeru komunalnog društva „Vodovod i kanalizacija d.d.“, specijalistički završni rad, Veleučilište u Rijeci, Rijeka, 2018.
- [3] <http://www.svijet-kvalitete.com/index.php/upravljanje-kvalitetom/472-upravljanje-kvalitetom>, dostupno 9.4.2022.
- [4] I. Andrić : Kontrola kvalitete u odabranim poduzećima, završni rad, UNIN, Varaždin, 2019.
- [5] <https://hr.about-meaning.com/11035395-meaning-of-quality-control> , dostupno 12.4.2022.
- [6] [https://www.fsb.unizg.hr/ndt/2003\\_qc\\_uvod.pdf](https://www.fsb.unizg.hr/ndt/2003_qc_uvod.pdf) , dostupno 12.4.2022.
- [7] <https://www.svijet-kvalitete.com/index.php/upravljanje-kvalitetom/948-pdca-krug> , dostupno 12.4.2022.
- [8] L. Ivče : Primjena norme ISO 9001 na primjeru hotelskog lanca „Valamar Rivijera d.d.“, završni rad, Veleučilište u Rijeci, Rijeka 2018.
- [9] N. Jolić : Kvaliteta i normizacija, Predavanje, Fakultet prometnih znanosti Zagreb, dostupno 20.4.2022.
- [10] Kondić, Ž., Maglić, L., Pavletić, D., Samardić I., Kvaliteta 3, Varaždin , 2018.
- [11] Kondić, Ž., Maglić, L., Pavletić, D., Samardić I., Kvaliteta 2, Varaždin , 2018.
- [12] S. Klarić, S. Pobrić : Značaj alata i metoda u poboljšanju kvaliteta, Mašinski fakultet Mostar, Neum 2009
- [13] [https://wikihhr.top/wiki/Seven\\_basic\\_tools\\_of\\_quality](https://wikihhr.top/wiki/Seven_basic_tools_of_quality) , dostupno 25.4. 2022.
- [14] <http://struna.ihjj.hr/naziv/tehnoloski-proces/10751>, dostupno 20.6.2022.
- [15] <https://hr.economy-pedia.com/11032916-technological-process> , dostupno 20.6.2022.
- [16] A. Arih : Kontrola kvalitete antikorozivne zaštite strojarskih konstrukcija, završni rad, UNIN, Varaždin 2021.
- [17] <https://www.google.hr/maps/@45.840196,15.9643316,11z?hl=hr> , dostupno 31.8.2022.
- [18] <https://www.metal-dekor.hr/proizvodi.html> , dostupno 31.8.2022.
- [19] K. Jalušić, osobne fotografije
- [20] <https://institutzainternekontrola.wordpress.com/2015/01/19/%EF%BB%BFsedam-alata-za-kontrolu-kvalitete-qc-3-dio>, dostupno 31.8.2022.
- [21] <https://wiki.ecdc.europa.eu/fem/Pages/Histograms.aspx> , dostupno 31.8.2022.
- [22] [https://en.wikipedia.org/wiki/Ishikawa\\_diagram](https://en.wikipedia.org/wiki/Ishikawa_diagram) , dostupno 31.8.2022.
- [23] <https://hr.myservername.com/pareto-analysis-explained-with-pareto-chart> , dostupno 31.8.2022.

- [24] [https://edutorij.e-skole.hr/share/proxy/alfresco-noauth/edutorij/api/proxy-guest/ddf3a758-f841-42b6-aab2-0da7678e22ce/html/24712\\_Modeliranje\\_linearnom\\_funkcijom.html](https://edutorij.e-skole.hr/share/proxy/alfresco-noauth/edutorij/api/proxy-guest/ddf3a758-f841-42b6-aab2-0da7678e22ce/html/24712_Modeliranje_linearnom_funkcijom.html) , dostupno 2.9.2022.
- [25] D. Čelar, V. Valečić, D. Željezić, Ž.Kondić : Alati za poboljšavanje kvalitete, stručni članak
- [26] M. Rašić : Primjena kontrolnih karata za podatke s trendom, diplomski rad, FSB, Zagreb 2015.
- [27]<https://www.sigmat.hr/zavarivanje/clanci/penetranti-ispitivanje-zavarenih-spojeva-metodama-bez-razaranja>, dostupno 4.9.2022.
- [28] A. Brzoja : Utjecaj upravljanja troškovima na uspješnost poslovanja, diplomski rad, Sveučilište u Splitu, Ekonomski fakultet, Split 2016.
- [29]<https://www.elcometer.com/elcometer-112-3236-hexagonal-wet-film-combs-stainless-steel.html>, dostupno 5.9.2022.
- [30] L. Lončarević : Uloga i važnost reklamacija i prigovora potrošača u maloprodaji, završni rad, Veleučilište u Požegi, Požega 2020.



## Popis slika

Slika 1. 1 Makrolokacija METAL DEKOR d.o.o [17] .....	1
Slika 1. 2 Mikrolokacija METAL DEKOR d.o.o.[17] .....	1
Slika 1. 3 Prikaz poduzeća METAL DEKOR d.o.o [18] .....	2
Slika 1. 4 Tlocrt poduzeća METAL DEKOR d.o.o[18] .....	2
Slika 1. 5 Organizacijska struktura poduzeća METAL DEKOR d.o.o [19].....	3
Slika 2.1. Povezanost kvalitete sa potrošačima, proizvođačima i tržištem [1].....	4
Slika 2.2. Demingov krug [7] .....	5
Slika 2.3. Kontrola lima prije savijanja [19] .....	6
Slika 2.4. Kontrola nanosa antikorozivne zaštite [19].....	7
Slika 2.5. Završni proizvod SBG transformatorski kotao [ 19].....	7
Slika 2.6. Četiri kategorije troškova kvalitete [19].....	9
Slika 2.7. Ukupni troškovi kvalitete[19] .....	11
Slika 3.1. Primjena sedam alata kvalitete [19] .....	13
Slika 3.2.Primjer kontrolnog lista[20] .....	15
Slika 3.3. Primjer histograma [21].....	16
Slika 3.4. Ishikawa dijagram[22].....	18
Slika 3.5. Pareto dijagram[23] .....	19
Slika 3.6.Dijagram zavisnosti na prosječne plaće[24].....	20
Slika 3.7. Četiri osnovna simbola kod crtanja dijagrama tijekom procesa[19] .....	22
Slika 3.8. Dijagram tijekom procesa zavarivanja cijevi[25].....	22
Slika 4.1. Tehnološki proces proizvodnje kotla[19].....	25
Slika 4.2 Rezanje na pili[19] .....	26
Slika 4.3 Plazma rezanje[19].....	26
Slika 4.4 Autogeno rezanje[19] .....	27
Slika 5.1. Ulazna kontrola ravnosti i dimenzija pristiglog lima[19] .....	29
Slika 5.2. Dimenzijska kontrola pozicija rezanih laserom[19].....	30
Slika 5.3. Dimenzijska kontrola postavljene pozicije[19].....	31
Slika 5.4. Ispitivanje penetrantom [19] .....	32
Slika 5.5. Probna montaža kotla D&ST[19].....	33
Slika 5.6. Češalj za mjerenje mokrog filma [29].....	34
Slika 5.7. „Elcometer“ uređaj za mjerenje debljine suhog filma[19].....	34
Slika 5.8 Nesukladnost na SBG Siemens poklopcu [19].....	37
Slika 5.9 Ishikawa dijagram na konkretnom primjeru [19].....	39

Slika 5.10. Primjena dijagrama tijekom procesa ko reklamacija [19] .....42

## **Popis tablica**

Tablica 1 Troškovi reklamacija za 2022. godinu [19].....	46
--	----

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, Karlo Jelencić (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom Kontrola kvalitete u procesu proizvodnje dimenzioniranih dijelova (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Karlo Jelencić

(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, Karlo Jelencić (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom Kontrola kvalitete u procesu proizvodnje dimenzioniranih dijelova (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Karlo Jelencić

(vlastoručni potpis)