

# Utjecaj pouzdanosti strojeva na kvalitetu proizvoda

---

**Kukec, Andrea**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2018**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:967188>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-10-19**



*Repository / Repozitorij:*

[University North Digital Repository](#)



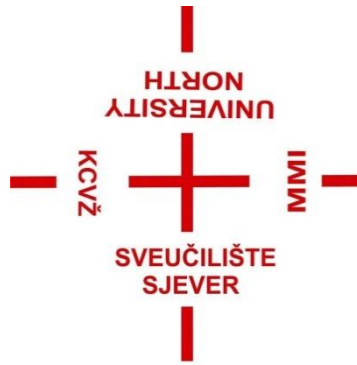


**Završni rad br:392/TGL/2018**

**UTJECAJ POUZDANOSTI STROJEVA NA KVALITETU  
PROIZVODA**

**Andrea Kuvec, 0346/336**

**Varaždin, rujan 2018.godine**



**Odjel za tehničku i gospodarsku logistiku**

# **UTJECAJ POUZDANOSTI STROJEVA NA KVALITETU PROIZVODA**

**Studentica**

Andrea Kukec, 0346/336

**Mentor**

Prof.dr.sc. Živko Kondić

**Varaždin, rujan 2018.godine**

## **PREDGOVOR**

Zahvaljujem se svom mentoru, profesoru Živku Kondiću, kao i svim profesorima i asistentima Sveučilišta Sjever na stečenom znanju i vještinama kroz ove tri godine studiranja.

Najveću zahvalu dugujem svojoj obitelji koji su mi omogućili i bili uz mene cijelo vrijeme mog školovanja, te mi pružali podršku i potporu.

Zahvaljujem se i svojim prijateljima i kolegama na njihovoj pomoći kroz svo ovo vrijeme studiranja s kojima sam stjecala i dijelila znanje na putu do cilja.

# Prijava završnog rada

## Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL	Odjel za tehničku i gospodarsku logistiku		
PRISTUPNIK	ANDREA KUKEC	MATIČNI BROJ	0346/336
DATUM	9.7.2018.	KOLEGIJ	Pouzdanost i održavanje industrijskih postrojenja
NASLOV RADA	UTJECAJ POUZDANOSTI STROJEVA NA KVALITETU PROIZVODA		
NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU	IMPACT OF MACHINE REALIBILITY ON PRODUCT QUALITY		
MENTOR	dr. sc. Živko Kondić	ZVANJE	redoviti profesor
ČLANOVI POVJERENSTVA	1. prof. dr. sc. Vinko Višnjčić, predsjednik		
	2. prof. dr. sc. Živko Kondić, mentor		
	3. Veljko Kondić, mag.ing.mech., član		
	4. Marko Horvat, dipl.ing, zamjenski član		
	5. _____		

## Zadatak završnog rada

BROJ	392/TGL/2018
------	--------------

OPIS

U zadatku je potrebno:

- Dati kratki opis pojma kvalitete proizvoda (kvaliteta kao relativna kategorija, kontrola kvalitete, upravljanje kvalitetom, osiguranje kvalitete)
- Ukratko opisati pojam održavanja strojeva i to kroz uvjete i metode djelovanja te organizaciju održavanja.
- Opisati pojam i značenje pouzdanosti strojeva te ga povezati s održavanjem.
- Opisati i analizirati utjecaj pouzdanosti strojeva na kvalitetu konačnog proizvoda koristeći neki od "aiata-metoda" za analizu.
- U zaključku rada potrebno se kritički osvrnuti na završni rad.



ZADATAK URUČEN

24. 9. 2018.

POTPIS MENTORA  
SVEUČILIŠTE SJEVER

# SAŽETAK

U ovom završnom radu opisane su pouzdanosti strojeva na kvalitetu proizvoda.

Rad počinje sa objašnjenjem što je kvaliteta i kako možemo definirati kvalitetu proizvoda. Opširnije je objašnjeno održavanje strojeva, kako se djeli organizacija održavanja alatnih strojeva i koje su službe održavanja.

Zatim dolazimo do pouzdanosti strojeva. Objašnjavamo tko je dužan redovito obavljati pregled svih strojeva i podjelu kvarova te imamo primjer pokazatelja pouzdanosti.

U zadnjoj cjelini imamo uzroke većine problema koji utječu na kvalitetu proizvoda.

**KLJUČNE RIJEČI:** kvaliteta proizvoda, održavanje alatnih strojeva, pouzdanost strojeva

# SUMMARY

Work begins with an explanation of what quality is and how we can define product quality.

More about maintenance of machines, as well as the organization of maintenance of machine tools and maintenance services

Then we come to the reliability of the machines.

We explain who is required to regularly review all machines and breakdowns, and we have an example of reliability indicators.

Ultimately, we have the cause of most problems that affect product quality.

**KEY WORDS:** product quality, maintenance of machines, reliability of the machines

# SADRŽAJ:

<b>1.UVOD.....</b>	<b>1</b>
<b>2.Definiranje pojma kvalitete proizvoda.....</b>	<b>2</b>
2.1. Kvaliteta kao relativna kategorija.....	3
2.2. Kontrola kvalitete.....	4
2.3. Upravljanje kvalitetom.....	5
2.4.Osiguranje kvalitete.....	6
<b>3.Održavanje strojeva.....</b>	<b>7</b>
3.1.Organizacija službe održavanja.....	8
3.2.Uvjeti rada.....	10
3.3.Načela i metode održavanja.....	10
<b>4.Pouzdanost strojeva.....</b>	<b>12</b>
4.1.Pouzdanost pojedinog stroja.....	13
4.2.Podjela kvarova.....	16
4.3.Pokazatelji pouzdanosti.....	19
<b>5.Analiza utjecaja pouzdanosti strojeva na kvalitetu proizvoda primjenom Ishikawe dijagrama.....</b>	<b>20</b>
5.1.Ishikawa dijagram.....	20
5.2.Analiza dijagrama.....	23
<b>6.Zaključak.....</b>	<b>25</b>
<b>7.Literatura.....</b>	<b>26</b>

## 1.UVOD

U ovom završnom radu upoznat ćemo se sa pouzdanošću alatnih strojeva. Opisana je kvaliteta proizvoda, objašnjeno je održavanje strojeva, pouzdanost strojeva i koji su uzroci koji utječu na kvalitetu proizvoda.

Možemo reći da bi svaki stroj radio neometano, moramo ga održavati. Održavanje možemo definirati da je to skup aktivnosti koje se poduzimaju kako bi se određeni objekti doveli u ispravno stanje kako bi odvijali proizvodni proces. Sposobnost održavanja odnosi se na mogućnost popravka radnih sredstava u slučaju nastanka kvara.

Da je održavanje važno zaključujemo iz toga što preslabo održavanje uzrokuje česte zastoje u proizvodnji i povećava troškove zastoja, a često uzrokuje povećanje troškova održavanja. Tako imamo centralno, pojedinačno, kombinirano te održavanje povjereno vanjskim suradnicima. Održavanje treba voditi računa o sigurnosti koja je najvažnija pa tako i pouzdanost strojeva ima veliku ulogu kod rada na strojevima.

Sama riječ pouzdanost nam govori nam o sigurnosti na radu kao primjerice bez kvara, trajnost, prilagodljivost održavanja i sl. Kvar na stroju znači potpuni otkaz stroja, njegova radna sposobnost je nula. Svaki kupac želi pouzdan stroj koji će mu poslužiti i koji se neće kvariti tijekom upotrebe.



## 2. Definiranje pojma kvalitete proizvoda

Kvaliteta proizvoda s gledišta potrošača često se povezuje s vrijednošću, korisnošću ili čak cijenom. Sa gledišta proizvođača, često se povezuje s oblikovanjem i izradom proizvoda, da bi zadovoljili potrebe potrošača. Kvaliteta proizvoda je danas prošireno tako da uključuje proizvodnju bez pogrešaka, kontinuirano poboljšavanje i usredotočenost na potrošača. Kratka definicija glasi da je kvaliteta zadovoljstvo kupaca. Nitko nije protiv i svi je žele. Svaki proizvod je definiran s mnogo atributa, a jedan od njih je kvaliteta. Definiranje kvalitete proizvoda u svojoj osnovi vezano je za različite vrste proizvoda. To znači ako se pravilno želi definirati kvaliteta proizvoda, potrebno je klasificirati proizvode u odnosu na određene pokazatelje kvalitete. [2]

### OPĆA DEFINICIJA KVALITETE (kakvoća)

- Kvaliteta je mjera ili pokazatelj obujma odnosno izvora uporabne vrijednosti nekog proizvoda ili usluge za zadovoljenje točno određene potrebe na određenom mjestu i u određenom trenutku. [1]
- Kvaliteta (kakvoća) proizvoda apsolutna je pretpostavka njegova društvenog priznavanja i transformacije u robu, pa time istodobno i osnovni uvjet za život i rad bilo kojeg proizvođača i njegova pojavljivanja na tržištu.

### SLUŽBENA DEFINICIJA KVALITETE (kakvoća)

- Kvaliteta je ukupnost svojstava stanovitog entiteta koji ga čine sposobnim zadovoljiti izražene ili pretpostavljene potrebe (uporabna vrijednost proizvoda). [1]
- To je stupanj do kojeg skup karakteristika ispunjava zahtjeve. Kvaliteta proizvoda pridonosi kvaliteti kako je percipira potrošač.
- Značajke kvalitete svrstavamo u tri skupine a to su:
  1. Značajke koje određuju pouzdanost i trajnost proizvoda.
  2. Značajke koje određuju funkcionalnost proizvoda.
  3. Značajke koje čine dodatak proizvodu.

Funkcionalnu osnovu objašnjavamo putem različitih tehničkih svojstava proizvoda kojima se zadovoljavaju osnove potrebe potrošača, a značajke koje čine dodatak proizvodu kao želju da se potreba zadovolji na ugodan način. S gledišta proizvođača, on mora odrediti kvalitetu što je konkretnije moguće i treba težiti zadovoljenju tih specifikacija, poboljšavajući proizvode tijekom vremena.

Proizvođači bi trebali konstantno težiti poboljšanju kvalitete, što znači trebali bi bolje raditi na zadovoljavanju potreba potrošača kroz smanjenje varijabilnosti u svim procesima. Ono što je zajedničko svim definicijama kvalitete jest da se u središtu uvijek nalazi kupac i zadovoljenje njegovih potreba i želja na što potpuniji način, zato što krajnji sud o kvaliteti a samim time i tržišnom uspjehu ili neuspjehu nekog proizvoda ili usluge, uvijek donosi kupac.

## 2.1. Kvaliteta kao relativna kategorija

Kvaliteta proizvoda različito se shvaća i interpretira jer, osim što je vezana za robu koja je po svojoj prirodi jedinstvo suprotnosti i društveno-povijesna kategorija, još je dodatno i pod neposrednim utjecajem triju parametara poznatih pod nazivom: [1]

1. Učinak stajališta,
2. Učinak zamjene,
3. Učinak transformacije.

### UČINAK STAJALIŠTA (točka promatranja)

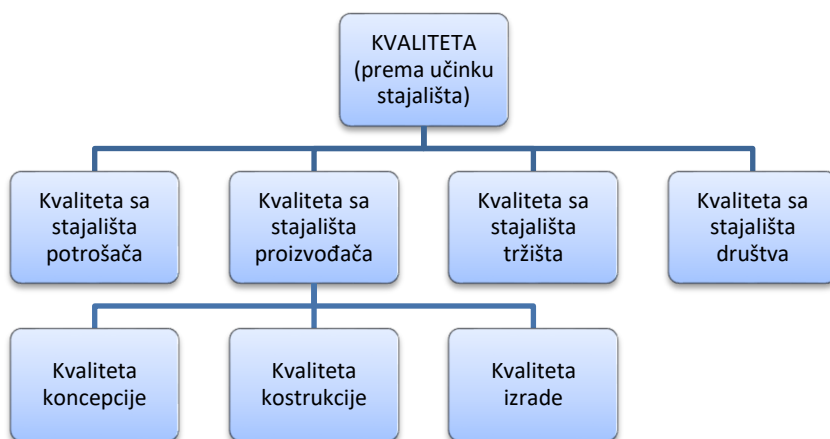
Učinak stajališta govori o tome da sudionici u procesu nastanka, korištenja i razmjene neke određene robe imaju drugačija stajališta u pogledu kvalitete te iste robe. (proizvođač, potrošač, tržište i društvo).

### UČINAK ZAMJENE

Učinak zamjene je pojava kod koje se uočava izravna ovisnost plasmana robe na određenom tržištu u ovisnosti o platežnoj moći prosječnog kupca. (niskokvalitetna, kvalitetna i luksuzna roba). Pokazuje se da svi korisnici proizvoda dobro znaju razlikovati kvalitetu robe, ali kupuju samo one proizvode koje mogu platiti.

### UČINAK TRANSFORMACIJE

Učinak transformacije pokazuje kako se na određenom tržištu u nekom vremenskom intervalu tijekom nekog vremena mijenjaju pojedini parametri kvalitete.



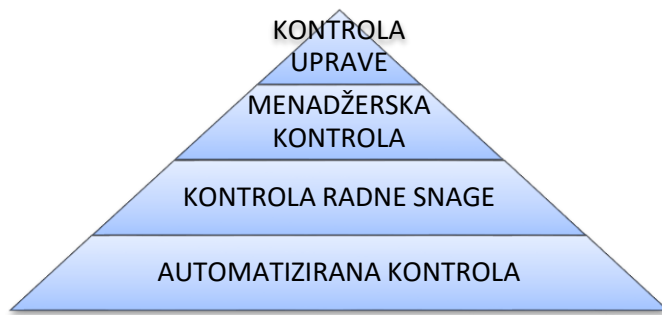
Slika 1: Kvaliteta prema učinku stajališta [1]

- **Kvaliteta s gledišta potrošača (kupca)** je razina uporabne vrijednosti nekog proizvoda ili usluge do koje ona zadovoljava određenu potrebu. Ako je uporabna vrijednost jednaka željenoj ili traženoj vrijednosti, radi se o kvaliteti proizvoda te ako je uporabna vrijednost manja od željene ili tražene vrijednosti, radi se o niskokvalitetnom proizvodu.
  
- **Kvaliteta s gledišta proizvođača** to je mjera koja nam pokazuje koliko je namjenjen proizvod tržištu uspio:
  - Konceptijski (kolika mu je kvaliteta koncepcije) – to je parametar koji nam pokazuje koliko je projekt pogodno želje i potrebe kupaca za zadovoljenjem neke potrebe u odnosu na druge proizvode konkurenata. Kod definiranja kvalitete koncepcije, važno je poznavati potrebe, želje, ukuse ciljanje skupine korisnika u budućem proizvodu.
  - Konstrukcijski (kolika mu je kvaliteta konstrukcije) – to je odnos uporabnih vrijednosti dvaju konceptijski jednako kvalitetnih proizvoda.
  - Izvedbeno (kolika mu je kvaliteta izrade) - razina do koje je proizvođač kadar realizirati kvalitete koncepcije i konstrukcije u redovnoj proizvodnji na svakom pojedinačnom dobivenom proizvodu.
- **Kvaliteta s gledišta tržišta** to je stupanj do kojeg određeni proizvod ili više proizvoda, više (ne) zadovoljava (ju) određenog kupca u odnosu na istovrsnu robu konkurenata.
- **Kvaliteta s gledišta društva** to je stupanj do kojeg su određeni proizvodi i usluge prošli kupoprodajni akt i potvrdili se kao proizvodi ostvarivši protom profit.

## 2.2. Kontrola kvalitete

Kontrola kvalitete definiramo kao dio sustava upravljanja kvalitetom fokusiran na ispunjavanje osnovnih zahtjeva vezanih za kvalitetu. Proces kontrole kvalitete ocjenjuje stvarne performanse, uspoređuje ih sa ciljnim performansama i djeluje ukoliko postoji razlika. To je jedan od tri osnovna procesa kojima ostvarujemo upravljanje kvalitetom dok su druga dva planiranje i poboljšanje kvalitete. Kontrola kvalitete je bliže proizvodnoj traci odnosno ona se brine isključivo za nadzor nad proizvodnim procesom tijekom njegovog odvijanja tako da se i rezultati ovog procesa ustvari koriste na proizvodnoj razini.

Rezultati procesa osiguravanja kvalitete nastaju nakon operativne faze proizvodnje i namjenjeni su širom aspektu osoba: vrhovni menadžeri, regulatorna tijela, kupci itd. Kako znamo da proces kontrole ne predstavlja jednostavan zadatak, potrebno nam je da razvijemo detaljni plan kontrole pri čemu je barem kvantitativni naglasak na automatiziranoj kontroli.



**Slika 2: Hijerarhija provođenja kontrole kvalitete [1]**

### 2.3. Upravljanje kvalitetom

Službena definicija upravljanja kvalitetom jest da predstavlja primjenu formaliziranih sustava s ciljem postizanja maksimalnog zadovoljstva kupaca uz minimalne ukupne troškove i postizanje konstantnog napretka. Formaliziran sustav upravljanja kvalitetom zahtjeva dokumentirane: strukturu organizacije, odgovornost djelatnika, procedure potrebne za postizanje učinkovitog napretka u pogledu kvalitete. [1]

Određeni pristupi upravljanju kvalitetom još se uvijek razvijaju, ali je ipak nekoliko elemenata temeljno:

1. Usredotočenost na potrebe kupca, a to podrazumijeva prednosti, slabosti, prilike i prijetnje (SWOT analiza),
2. Upravljanje višeg menadžmenta da bi razvili ciljeve kvalitete i strategije,
3. Provođenje strategije u godišnje poslovne planove,
4. Djelovanje linijskih odjela umjesto oslanjanja na Odjel za kvalitetu.

#### ELEMENTI UPRAVLJAČKOG CIKLUSA:

- Politika kvalitete,
- Ciljeve kvalitete,
- Razvijanje ciljeva,
- Planovi za zadovoljenje ciljeva,
- Organizacijska struktura,
- Izvori,
- Povratna informacija o mjerenju,
- Kritička analiza napredovanja,
- Nagrađivanje temeljno na ispunjavanju funkcije u odnosu na ciljeve i
- Podučavanje.

Upravljanje kvalitetom predstavlja vrh piramide u priči o kvaliteti. Imamo nekoliko razloga. Prvi razlog je da se upravljanje kvalitetom nadograđuje na pojmove osiguranja kvalitete i kontrole kvalitete. Drugi razlog je da se upravljanje kvalitetom zauzima važno mjesto u strateškom planiranju, tj. ono počiva na strateškim odlukama koje donosi sama uprava tvrtke, a koje se zatim raznim metodama i alatima nastoje realizirati kroz cijelu tvrtku.

Upravljanje kvalitetom ustvari možemo reći da je to dio strateškog planiranja. Strateško planiranje se definira kao sustavni pristup definiranju dugoročnih ciljeva tvrtke kao i sredstava za ostvarenje tih ciljeva. [1]

Strateško planiranje započinje kreiranjem misije i vizije tvrtke. Nakon definiranja misije i vizije prelazimo na postavljanje ključnih poslovnih ciljeva kroz koje će se oni nastojati ostvariti. Viziju možemo definirati kao poželjno buduće stanje tvrtke. Ona se promatra kao ultimativni cilj tvrtke koji se odnosi na razdoblje od 5 do 10 godina.

Misiju definiramo kao svrha postojanja organizacije, ona navodi što radimo i kome služimo.

#### CILJEVI KVALITETE:

- Ciljevi moraju biti mjerljivi, realni, opravdani, razumljivi, isplativi, kao i optimalni kod ukupnog rezultata.
- Kod dugoročnih ciljeva unapređenje kvalitete trebaju se utvrditi srednjoročni i kratkoročni ciljevi, posebno vodeći računa kod realnosti njihova ostvarenja u zadanom roku. Također treba nastojati da utvrđeni ciljevi budu prvenstveno izraženi kao kvantitativni, jer ih to čini točnijima, a time i jasnijom i čvršćom obvezom za ostvarenje.

#### **2.4. Osiguranje kvalitete**

Definicija kvalitete proizvoda i usluga više se orijentira na podobnost u upotrebi, odnosno na sposobnost udovoljavanja zahtjevima kupca. To je bitna promjena u definiranju kvalitete, a ona je usredotočena na tržište i kupca, a uključuje:

- Istraživanje zahtjeva kupca,
- Razvoj proizvoda i usluga u odnosu na zahtjeve tržišta,
- Optimalizaciju kvalitete,
- Stalno praćenje kvalitete nabave, proizvodnje i upotrebe, te neprekidno poboljšavanje na osnovi kontinuiranih povratnih informacija.

**Osiguranje kvalitete** je dio sustava upravljanja kvalitetom fokusiran na stvaranje povjerenja u ispunjavanje osnovnih zahtjeva vezanih za kvalitetu. (norma ISO 9000:2000). Osiguranje kvalitete označava planirane i sistematične aktivnosti implementirane u sustav kvalitete kako bi zahtjevi u pogledu kvalitete proizvoda i usluga bili ispunjeni.

„kontrola kvalitete“ → „osiguranje kvalitete“

### 3.Održavanje strojeva

Alatni strojevi su strojevi za oblikovanje izrađevina od različitih materijala.

Proces održavanja obuhvaća sve aktivnosti kojima se stanje radnih sredstava održava na proizvodnoj razini.

Organizacija održavanja alatnih strojeva se dijeli na:

1. **Proizvodni proces**-on obuhvaća sve aktivnosti i djelovanja koje rezultiraju transformacijom ulaznih materijala u gotov proizvod, odnosno on obuhvaća sve događaje koji su vezani za proizvod, od skladištenja ulaznih materijala do skladištenja gotovog proizvoda. Proizvodni proces se sastoji od:
  - Rada na proizvodnim mjestima,
  - Kontrole na radnim mjestima,
  - Unutarnjeg transporta i međuskladištenja.
2. **Tehnološki proces** je dio proizvodnog procesa u kojemu se obavljaju kvalitativne promijene oblika, dimenzija, svojstava nad proizvodom s ciljem dobivanja kvalitetnog proizvoda. Za proizvodnju nekih proizvoda potrebno je obaviti više drugih proizvodnih procesa kojima se osigurava neometan tijek proizvodnje. Ti procesi se nazivaju pomoćni procesi, a mogu biti u sklopu glavnih proizvodnih procesa ili mogu biti čak samostalni procesi.
3. **Glavni procesi**-oni izravno djeluju u pretvorbi ulaznih materijala u gotovi proizvod. Pomoćni procesi omogućavaju ispravno odvijanje glavnih procesa.
4. **Terotehnologija** je postupak ili disciplina koja se bavi organizacijom održavanja radnih sredstava na način zamišljanja i izrade radnih sredstava i preko njihove uporabe do izdvajanja sredstava iz procesa proizvodnje.
5. **Održavanje** označava skup aktivnosti koje poduzimamo kako bi se određeni objekti održavanja doveli u ispravno stanje ili kako bi ih što duže omogućili držati u ispravnom stanju, zbog toga da možemo nesmetano odvijati proizvodni proces.
6. **Sposobnost održavanja** je mogućnost popravka radnog stroja u slučaju nastanka kvara.
7. **Troškovi održavanja** ovise o veličini održavanja. Što imamo česta održavanja to su troškovi viši.
8. **Troškovi zastoja** ovise o veličini zastoja. Što su zastoji viši i troškovi su viši.
9. **Zastoj** gledamo kao vrijeme u kojem je stroj izdvojen iz proizvodnje eadi pregleda ili zbog otklanjanja kvara.
10. **Pouzdanost** je vjerojatnost da će neki tehnički sustav obaviti zadatak u određenim uvjetima.
11. **Kritična mjesta** su pozicije, sklopovi ili komponente čija je mogućnost ili učestalost kvarova veća od drugih uobičajenih kvarova.
12. **Oštećenje** definiramo kao promijenu stanja stroja ili njegovih dijelova, koje su još u funkciji, ali se mogu razviti u kvar.
13. **Kvar** definiramo kao promijenu stanja stroja ili njegovih dijelova, koje onemogućavaju funkcioniranje stroja.

### **3.1.Organizacija službe održavanja**

Zadatak službe održavanja radnih sredstava je održavanje sredstava u proizvodnom stanju. Ona može biti organizirana ovisno o vrsti i veličini poduzeća kao i o vrsti strojeva i postrojenja koje treba održavati ,a dijeli se na:

1. Centralno održavanje,
2. Pojedinačno održavanje,
3. Kombinirano održavanje i
4. Kooperativno održavanje.

**1.CENTRALNO ODRŽAVANJE**-to je organizacijski oblik kod kojeg je u poduzeću samo jedna radna jedinica službe održavanja. Kod tog održavanja koncentrirani su svi stručnjaci pa je vrijeme rješavanja kvarova vrlo brzo i kvalitetno. Radna sredstva su dobro iskorištena kod uklanjanja kvarova pa se kvarovi brzo i kvalitetno uklone, ali zbog loše povezanosti s proizvodnim odjeljenjima i slabog praćenja sredstva za rad centralno održavanje loše reagira na kvarove koji se iznenadno dogode što uzrokuje zastoje u proizvodnji koji su nepotrebni.

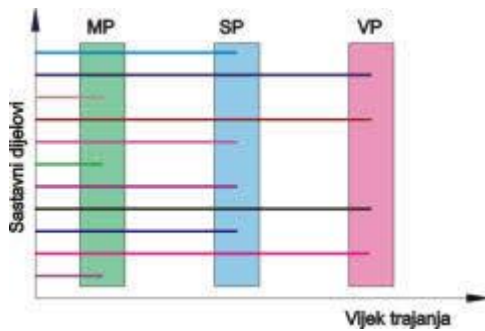
Prednosti centralnog održavanja su:

- Bolje iskorištenje sredstava za rad,
- Bolje upravljanje zalihama,
- Lakša modernizacija,
- Bolja opremljenost radionica,
- Provodnja tipizacije i standardizacije,
- Novi tehnološki postupci,
- Mogućnost koncentracije stručnjaka.

Nedostaci centralnog održavanja:

- Konfliktne situacije između neposredne proizvodnje i održavanja,
- Loše praćenje cijelog proizvodnog stanja sredstava za rad,
- Inertnost u odnosu prema iznenadnim zastojima.

**2.POJEDINAČNO ODRŽAVANJE**-to je organizacijski oblik službe održavanja gdje svaki proizvodni odjel ima svoju jedinicu održavanja i praćenje sredstava za rad je dobro, kao i za reagiranje na iznenadne kvarove. Kod ovakvih jedinica održavanja zbog nedostatka dovoljnog broja stručnjaka nisu u stanju riješiti sve kvarove koji se dogode pa je ponekad potrebno angažirati vanjske stručnjake.



**Slika 3: Dijagram vijeka trajanja pojedinih dijelova (MP-mali popravci, SP-srednji popravci, VP- veliki popravci). [3]**

Prednosti pojedinačnog održavanja su:

- Bolje poznavanje tehnološkog procesa,
- Bolje poznavanje strojeva u tom procesu,
- Brže reagiranje na iznenadne kvarove,
- Bolja harmonija između neposredne proizvodnje i službe održavanja,
- Nakon nekog vremena se radnici specijaliziraju u održavanju za pojedine strojeve.

**3.KOMBINIRANO ODRŽAVANJE**-to je održavanje koje ujedinjuje prednosti centralnog i pojedinačnog održavanja. Odjeli proizvodnje imaju svoje posebne radionice održavanja s minimalnim brojem zaposlenika koji vrlo dobro i brzo reagiraju na iznenadne kvarove i dobro poznaju stanje strojeva. Zaposlenici se istovremeno brinu i za strojnu dokumentaciju. U slučaju nastanka kvara koji zaposlenici ne mogu riješiti pozivaju stručnjake iz centralnog održavanja, a isto tako ako se radi o velikom opsegu poslova. Uređaj se može i odnositi u radionice centralnog održavanja.

**4.KOOPERATIVNO ODRŽAVANJE**-to je oblik održavanja u kojem se radna sredstva provjeravaju specijaliziranim radnim organizacijama i to je moguće u potpunosti ili djelomično.

Ovakvom organiziranju održavanja možemo pristupiti uvijek kad:

- U radnoj organizaciji nema potrebnih kadrova,
- Kad je cijena vanjskih suradnika niža,
- Kad imamo veću učinkovitost održavanja,
- Kad je poduzeće premalo za organiziranje službe održavanja.



Kod održavanja alatnih strojeva koristimo metale i nemetale:

1. U skupinu metala se koriste:
  - Čelik,
  - Obojeni metali i njihove legure i
  - Ljevovi na bazi željeza.
  
2. U skupinu nemetala se koriste:
  - Guma,
  - Plastika,
  - Koža,
  - Staklo,
  - Ulja,
  - Masti,
  - Goriva,
  - Boje,
  - Lakovi itd.

### **3.2.Uvjeti rada**

Oni su definirani prostorom u kojem se rad obavlja, položajem tijela i ritmom rada pri radu i izvorima opasnosti pri radu. U održavanju alatnih strojeva uvijete rada djelimo na:

- ❖ Prostor: zatvoreni, poluotvoreni i otvoreni,
- ❖ Ritam: periodični,
- ❖ Položaj tijela: stojeći, pognut, čučajući,
- ❖ Izvori opasnosti kod rada: mehanički, opasnosti kod kretanja i pri kretanju, kemijski izvori, električni, djelovanje okoline(buka, temperatura, vibracije itd.).

Kod održavanja alatnih strojeva potrebno je poznavanje poslova i radnih zadataka kao i kod održavanja industrijske opreme koji obavljaju svoj rad na strojevima, uređajima i opremi. To je potrebno zbog podešavanja i ispitivanja strojeva i opreme.

Odgovornost na radu je važna i ovisi o redovnom odvijanju proizvodnje bez nepotrebnih zastoja.

### **3.3.Načela i metode održavanja**

Svako poduzeće ima težnju poslovati sa što manjim zastojima proizvodnje i sa što nižim troškovima. U tom smislu održavanje radnih sredstava mora biti ekonomično i u isto vrijeme mora biti kvalitetno pa će poduzeće biti konkurentno na tržištu. [4]

Ekonomičnost i kvalitete održavanja ovise o izboru metoda održavanja koje se temelje na pet načela:

1. Načelo „čekaj i vidi“ – podrazumijeva popravljavanje sredstava rada nakon nastanka kvara.
2. Načelo „oportunističkog održavanja“ – uvode se periodični pregledi pojedinih dijelova nakon početnih kvarova.
3. Načelo „preventivnog održavanja“ – „bolje spriječiti nego liječiti“, redovitim pregledima i popravcima ima cilj spriječavanja nastanka kvara.
4. Načelo „predskazivnog održavanja“ - ono predviđa vrijeme nastanka kvara i reagira prije kritičnog stanja.
5. Načelo „održavanja prema stanju“ – stalno praćenje stroja i reagiranje prema potrebi.

Kod ovih načela nastale su različite metode održavanja u različitim granama industrije i u različitim organiziranim poduzećima. Te metode možemo podijeliti na više kriterija, a jedan od najznačajnijih kriterija za održavanje prema vremenu popravka u odnosu na napredovanje kvara.

Prema izvoru financijskih sredstava	Prema tehnološkoj namjeni	Prema vremenu u odnosu na nastanak kvara
Tekuće održavanje	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Popravak iznenadnih kvarova,</li> <li>2. Preventivni pregledi,</li> <li>3. Traženje i otklanjanje slabih mjesta,</li> <li>4. Kontrolni pregledi</li> </ol>	Korektivno održavanje
Investicijsko održavanje	Planski popravci (mali, srednji i veliki).	Preventivno održavanje

**Tablica 1: Jedan od načina svrstavanja metode održavanja [3]**

Psihofizičke sposobnosti su: [3]

- ❖ Sposobnost koncentracije,
- ❖ Sposobnost komunikacije,
- ❖ Sposobnost povezivanja uzroka i posljedica,
- ❖ Psihofizička stabilnost,
- ❖ Smisao za urednost,
- ❖ Kondicija,
- ❖ Dobar sluh,
- ❖ Dobar vid,
- ❖ Otpornost na alergijska djelovanja tvari s kojima se dolazi u dodir prilikom obavljanja nekih poslova i radnih zadataka i
- ❖ Spretnost.

Potrebna znanja: [3]

- Očuvanje okoliša i zaštita na radu,
- Održavanje alatnih strojeva i postrojenja,
- Ispitivanje radnih točnosti strojeva,
- Izrada tehnološkog procesa izrade novih dijelova,
- Ispitivanje parametri stanja strojeva,
- Čitanje i izrada dokumentacije,
- Izrada tehnološkog procesa popravka,
- Izrada novih dijelova,
- Rastavljanje strojeva i uređaja prema tehnološkom postupku,
- Sastavljanje strojeva i uređaja,
- Izrada novih dijelova prema radioničkom crtežu,
- Popravak oštećenih dijelova,
- Ispitivanje i stavljanje u pogon,
- Predavanje strojeva proizvodnji,
- Tekuće održavanje strojeva,
- Održavanje prema stanju,
- Nadziranje procesa održavanja,
- Kalkulacija vremena i materijala.

## 4. Pouzdanost strojeva

Pouzdanost definiramo kao vjerojatnost da će tehnički sistem izvršiti zahtjevnu funkciju u zadanim uvjetima i tijekom zadanog vremenskog perioda. Iz navedene definicije pouzdanosti možemo uočiti tri osnovna elementa definicije, a to su: [4]

- „izvršenje zahtjevne funkcije“,
- „u zadanom vremenu“ i
- „uz zadane radne uvjete“

Kad se izvrši funkcija to znači da tehnički sistem ostvari namjenu za koju je proizveden i kupljen.

Zadani uvjeti predstavljaju uvjete okoline koje mogu biti temperatura, vlažnost, i dr. Zatim zadano vrijeme predstavlja neki vremenski period za koji se zahtjeva zadovoljavajući rad. Kod tehničkih sistema zadano vrijeme u kojem se traži funkcioniranje bez kvara je različito. Ovisno o vrsti i namjeni sistema, to vrijeme može biti veoma kratko ili veoma dugo.

Možemo reći da pouzdanost predstavlja karakteristiku svojstvenu svakom tehničkom sistemu čija vrijednost ovisi o nizu čimbenika definiranih još u fazi razvoja, a to su:

- Izbor materijala,
- Tolerancije i dosjedi,
- Kinematičke veze,
- Režimi opterećenja,
- Uvjeti podmazivanja i dr.

### 4.1. Pouzdanost pojedinog stroja

Kod pouzdanosti elemenata sustava se podrazumijeva da će element obavljati zadaću koja mu je namijenjena u planiranom određenom vremenu i u očekivanim uvjetima okruženja sustava. Možemo još reći da element sustava može biti podsustav za sebe.

Pojedinačni sklopovi kao tehnički sustavi za sebe imaju većim dijelom rednu strukturu sklopova i ostalih dijelova pa kvar jednog od njih onemogućava rad čitavog stroja. Zato možemo pretpostaviti da stroj može biti u samo dva stanja, a to su da je stroj ili u radu ili u kvaru.

Kad je stroj u kvaru to znači da se dogodio potpuni otkaz stroja odnosno njegova radna sposobnost je nula čime je u potpunosti nemoguće njegovo djelovanje. Posljedica je kvar ili otkaz dijelova ili njegovih sklopova. Zato trebamo istaknuti da je svaki stroj tehnički popravljiv do njegove izvjesne mjere za razliku od onih nepopravljivih sustava koji se još smatraju neodržavnim sustavima.

Utjecaji ili čimbenici koji dovode do pojave strojeva kao tehničkih sustava za sebe i njihovih dijelova mogu biti:

- a) Sustavni- to su npr. Greške izrade, montaže i probnog rada strojeva ili neprimjereno postupanje sa strojem.
- b) Slučajni i iznenadni uzrokovani promijenjivošću uvjeta rada stroja ili neprimjereno postupanje sa strojem.
- c) Postupni, vremenski neprekidni i dugotrajni, kao što su trošenje dijelova strojeva, nereguliranost dijelova strojeva itd.

Za razliku od neispravnog stanja ili slučaja neispravnog stanja stroja pojam da je stroj u ispravnom stanju odnosno ispravan „u radu“ se podrazumijeva:

- a) Ako je stroj ispravan a ne radi iz nekog razloga.
- b) Kada stroj radi sa smanjenim učinkom zbog tehničke neispravnosti koja ne utječe na mogućnost njegovog djelovanja.

Češći kvarovi ili neispravnost stanja stroja je glavni i općenito najrašireniji pokazatelj pouzdanosti rada strojeva. Učestalost kvarova pojednostavljeno se utvrđuje kao očekivani broj kvarova stroja u određenom razdoblju.

Pouzdanost tehničkih ili tehnoloških sustava:

- Stroj može biti ispravan ili u kvaru,
- Stroj se sastoji od dijelova koji mogu biti ispravni ili u kvaru pri čemu kod strojeva sa potpunim kvarom nekog bitnog dijela uglavnom znači kvar stroja kao cjeline,
- Stroj je tehnički sustav koji se održava odnosno koji se popravljiva kao što vrijedi i za njegove djelove odnosno sklopove,
- Do kvara stroja može doći u bilo kojem trenutku.

Pouzdanost nekog dijela stroja ili njegovog sklopa, a time i pouzdanost cjeloukupnog stroja bila bi vjerojatnost da će taj stroj u nekom trenutku vremena  $t$  djelovati odnosno da će biti ispravan. Pouzdanost stroja igra sve veću ulogu, pogotovo kod tehničkih proizvoda kao što su to vozila, ručni alati ili elektronika gdje se zbog velikih broja funkcija kao i složenosti njihovog izvršavanja vrlo brzo utvrđuje stupanj pouzdanosti.

Kod pouzdanosti je potreban dugi niz godina i velik broj proizvoda koji izvršavaju svoje funkcije bez kvarova da bi kupci kod pojedinog proizvođača počeli smatrati pouzdanim. Zato kažemo da je ugled vrlo teško steći, ali ga zato možemo jako lako izgubiti.

Potrebna je jedna loša serija, blago povećanje reklamacija kupaca i povjerenje kupaca je izgubljeno. Stoga se pouzdanost proizvoda ne može prepustiti slučaju ili u nadi da će svi zaposleni na razvoju proizvoda imati dovoljno inspiracije da usavršavaju proizvod čak i kad se čini gotov.

Kupac želi proizvod koji je pouzdan i koji će mu poslužiti, odnosno takav proizvod koji se tijekom uporabe neće kvariti. Proizvođačima je cilj da pruže kupcima kvalitetne proizvode, da postignu ugled na području kojim se bave, da omoguće korisnicima da svoje poslove odrade što je bolje moguće, ali uz minimalne ili nikakve posljedice kod ugrožavanje zdravlja ljudi, zaštitu okoliša itd.

Cilj svake poslovne organizacije je maksimalni profit bez obzira na druge ciljeve koje ima svaka pojedina tvrtka. Što imamo nižu pouzdanost proizvoda, to imamo veće troškove popravka, zamjene i povlačenje proizvoda iz prodaje.

A kad imamo veće troškove automatski su nam manji profiti. Troškovi koji su uzrokovani kvarovima i greškama u proizvodnji čine najznačajniju stavku u ukupnim troškovima neke proizvodne tvrtke, traženje načina da se poveća pouzdanost proizvoda dat će nam najveće smanjenje troškova.

Povjerenje kupaca u kvalitetu ima lančani efekt i on uzrokuje povećanje prodaje. Greške na proizvodu počinju kod grešaka u izradi dijelova i njihovom sklapanju te se greške nastavljaju preko lošeg pakiranja i transporta sve do problema s reciklažom.

Iako te greške mogu imati uzrok na samom mjestu gdje su se i dogodile, ali najveći dio grešaka se dogodila prilikom procesa konstruiranja. Nepogodnost je još i da se pojedine greške neće otkriti prije konačnog ispitivanja. Zbog tih kasno otkrivenih grešaka uzrokuju se veliki troškovi.

Praksom smo utvrdili da je moguće provođenje određenih mjera uz minimalna ili nikakva dodatna ulaganja. Kod većih ulaganja postiže se i veća kvaliteta. Ulaganje u povećanje kvalitete neće se isplatiti u onom trenutku kada se potrebna sredstva za povećanje pouzdanosti premašuju troškove i gubitke uzrokovane nezadovoljstvom korisnika.

Pouzdanost uređaja se rijetko kvvari, ali nemoramo imati kvalitetan uređaj, jer kvalitetan osim pouzdanosti obuhvaća sigurnost, ekonomičnost i funkcionalnost. Radni uvjeti sustava su važan faktor kod procjene pouzdanosti, funkcionalnosti i ekonomičnosti.

Kod radnih uvjeta podrazumijevamo vanjske i unutarnje uvjete rada te posebno radni uvjeti sustava. Kod radnih uvjeta ubrajamo uvjete okoline u kojima sustav radi kao što su temperatura, vlaga, prašina i vibracije. Ti sustavi su od posebnog značenja kod analize ekonomičnosti i pouzdanosti.

Ekonomičnost dvaju sustava se ne može uspoređivati, ako je jedan od njih za teške okolišne uvjete, a drugi za rad u kontroliranim i kondicioniranim uvjetima. Isto tako ne možemo uspoređivati procjenu pouzdanosti dvaju sustava od kojih je jedan projektiran za teške uvjete rada i pouzdanosti sustava koji nije projektiran za teške uvjete rada, a u njima radi.

## 4.2. Podjela kvarova

Da bi lakše analizirali i na osnovu toga poduzimali preventivne i korektivne akcije, kvarove klasificiramo. Postoji više kriterija na osnovu kojih možemo klasificirati kvarove. Jedan od najčešćih podjela kvarova je na: [4]

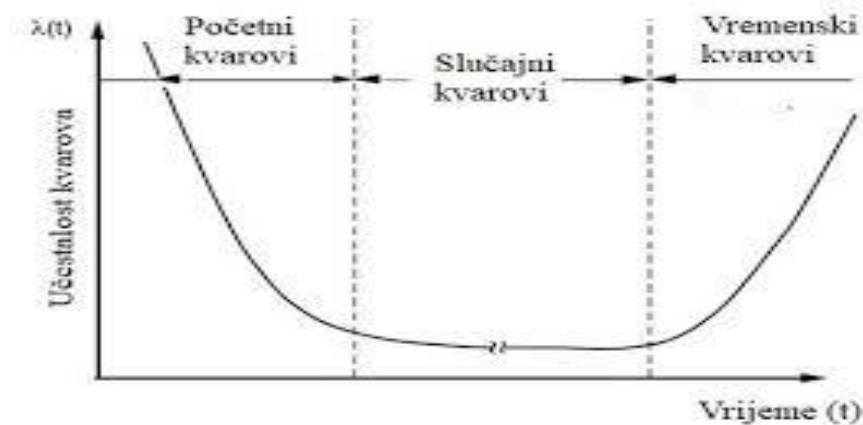
- Početne,
- Slučajne,
- Vremenske i
- Prouzročene.

**Početni kvarovi** su kvarovi koji nastaju u početnom periodu eksploatacije sistema, i to zbog grešaka u konstrukciji, tehnologiji, proizvodnji, u materijalu ili grešaka kod montaže i puštanju u rad.

**Slučajni kvarovi** su kvarovi koji nastaju iz nepoznatih razloga ili koji imaju mnogo uzroka koje ne možemo prepoznati. Uzroci mogu imati skrivene mane, nepoznata opterećenja i slično.

**Vremenski kvarovi** nastaju zbog trošenja, korozije, zamora, starenja i slični procesa s vremenom.

**Prouzročeni kvarovi** su kvarovi koji svojim radom uzrokuju ljudi koji rade s tehničkim sistemom ili radnici zaduženi za njihovo servisiranje svojom nepažnjom ili neznanjem.



Slika 4: Kvarovi na većem broju istovrsnih elemenata nekog tehničkog sistema [3]

Zapisi o kvarovima su dobri podaci za praćenje i izračun pouzdanosti tijekom eksploatacije. Od korisnika ovisi u kojem će se obliku voditi ovi zapisi. Servisne službe su uglavnom te koje prilagođavaju sebi takve obrasce. Bez obzira o kakvom je obliku ili zapisu riječ, dobro je o svakom kvaru znati sljedeće: kako se kvar manifestira, mjesto ili lokacija nastanka kvara, kad se kvar pojavio, režimi rada kada se kvar pojavio, tko je kvar primjetio, uzorak kvara i kako ga popraviti.

Najčešći kvarovi kod tehničkih sustava mogu biti:

- Nemogućnost pokretanja uređaja,
- Nemogućnost promjene brzine ili režima rada,
- Zastoji u procesu,
- Nenormalni šumovi i lupanja,
- Prekid rada stroja,
- Opasnost po radnike,
- Opasnost za okolinu,
- Povećanje škarta i dr.

Kvar se može dogoditi na različitim mjestima, što ovisi o kakvoj vrsti stroja je riječ, kao na primjer: hidraulički sklopovi ili elementi, pneumatski sklopovi ili elementi, zupčasti ili remenski prijenos, relejna automatika, stezni elementi, elementi za oslanjanje i neki izvori energije kao što su akumulatori, kompresori, agregati i ostalo.

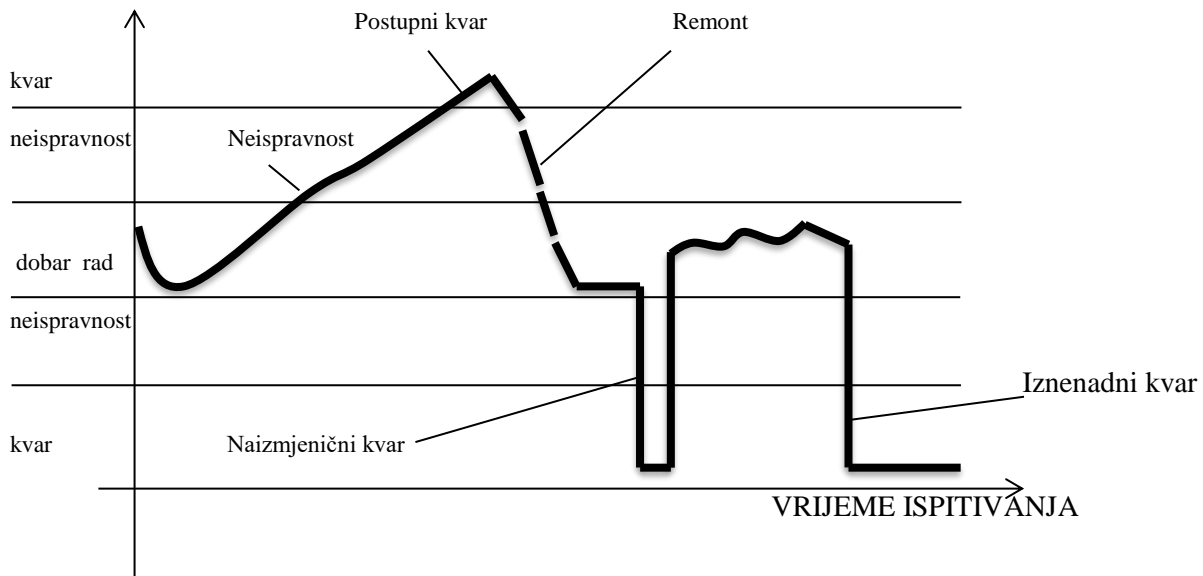
Tako možemo reći da i uzroci kvara mogu biti različiti kao što su preopterećenje, zamor materijala, korozija, loše čišćenje strojeva, nepodmazivanje strojeva, nepoštivanja uputa proizvođača, loše rukovanje radnika kao i izvanredna oštećenja i slično.

Kvar možemo popraviti na više načina, a to su popravak stroja uz zamjenu oštećenog elementa ili sklopa, podešavanjem, doradom elementa koji je u kvaru, čišćenjem i podmazivanjem stroja i ostalo.

Podatke o kvarovima najčešće prikupljamo iz obrazaca koji se različito nazivaju pa u praksi nailazimo na: <<Zapis o kvarovima>>, <<Zapis o popravkama>>, <<Radni nalog za popravak>>, <<Radna lista održavanja>> itd. Bez obzira kako se zove, preporuka je da nosi ove sve podatke, te da inzistira na njihovoj točnosti.



## VRIJEDNOST PARAMETRA



**Slika 5: Dijagram prikazuje moguća stanja elemenata i strukture tehničkog sistema, koji određuju radnu sposobnost ili nesposobnost sistema kao cjeline, ilustrirana pomoću pojma postupnog, iznenadnog i periodičnog kvara. [4]**

**Iznenadni kvar** to je kvar koji nastaje iznenadno, zbog čega nije moguće prognozirati kada će nastati.

**Postupni kvar** se razvija uz neprekidnu promjenu parametra, koja dovodi do pogoršanja karakteristika tehničkog sistema, a zatim i do kvara. Trenutak nastanka potpunog kvara možemo prognozirati s dovoljnom točnošću i možemo ga pravovremeno spriječiti zamjenom oštećenih dijelova.

**Naizmjenični kvar** je kratkotrajno narušavanje normalnih funkcija tehničkog sistema nakon čega dolazi do popravka, bez vanjskog utjecaja.

### 4.3. Pokazatelji pouzdanosti

*Primjer !* [4]

Praćenjem rada uređaja za hlađenje i točenje bezalkoholnih napitaka zabilježena su sljedeća vremena: [4]

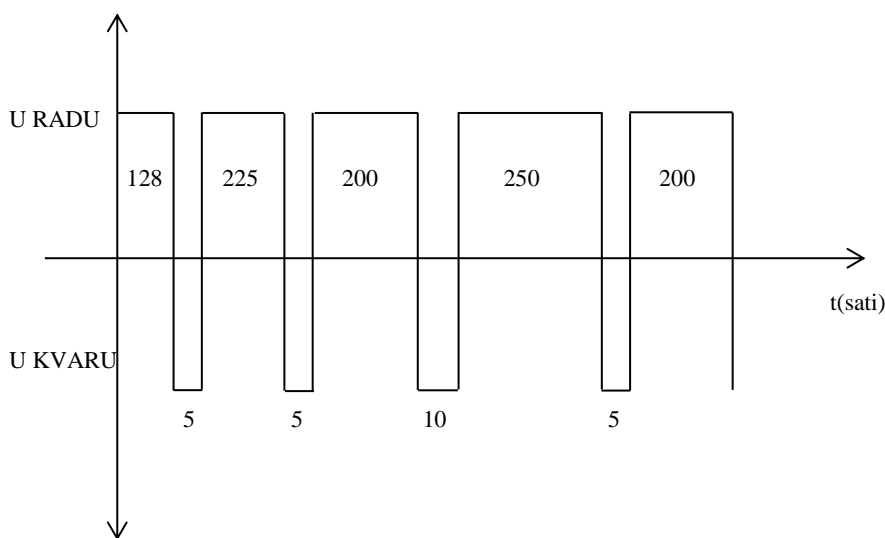
$$t_{ur} = 128, 225, 200, 250, 200 \text{ sati}$$

$$t_{uk} = 5, 5, 10, 5 \text{ sati}$$

Potrebno je nacrtati vremensku sliku stanja „u radu“ i „u kvaru“, te izračunati srednje vrijeme u radu i srednje vrijeme u kvaru.

*Riješenje!*

Vremensku sliku stanja možemo nacrtati ako odaberemo pogodno mjerilo i nakon toga nanesimo vremena „u radu“ i „u kvaru“.



Ukupno vrijeme „u radu“ računamo:

$$T_{ur} = \sum_{i=1}^5 t_{uri} = 128 + 225 + 200 + 250 + 200 = 1003(\text{sat})$$

Srednje vrijeme „u radu“ računamo:

$$\overline{T}_{ur} = \frac{\sum_{i=1}^5 t_{uri}}{n} = \frac{1003}{5} = 200,6(\text{sat})$$

Ukupno vrijeme „u kvaru“ računamo:

$$T_{uk} = \sum_{i=1}^{n-1} t_{uki} = \sum_{i=1}^4 t_{uki} = 5 + 5 + 10 + 5 = 25(\text{sat})$$

Srednje vrijeme „u kvaru“ računamo:

$$\overline{T_{uk}} = \frac{\sum_{i=1}^4 t_{uki}}{4} = \frac{25}{4} = 6,25(\text{sat})$$

## 5. Analiza utjecaja pouzdanosti strojeva na kvalitetu proizvoda primjenom Ishikawe dijagrama

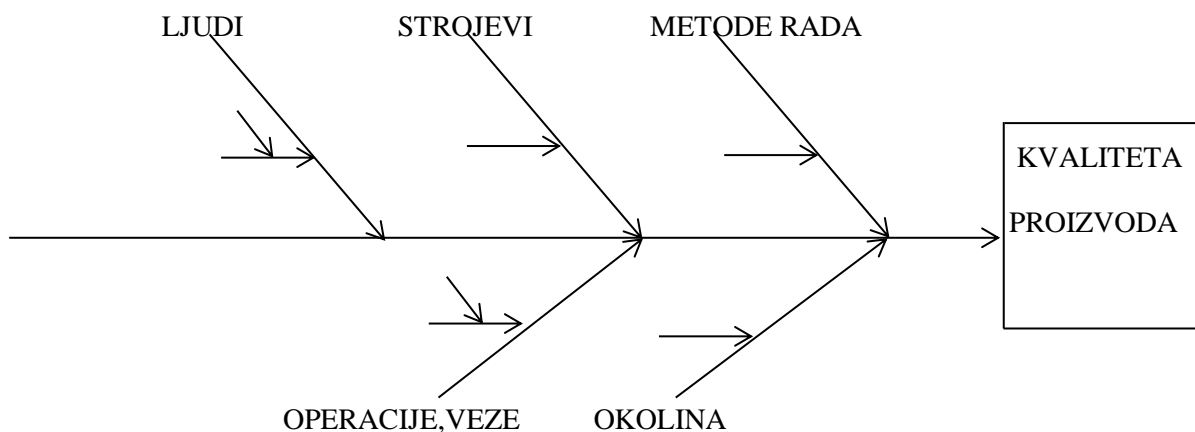
### 5.1. Ishikawa dijagram

Dijagram uzrok/posljedica ili Ishikawa dijagram („riblja kost“) počeo je razvijati prof. Kaoru Ishikawa na Sveučilištu u Tokiju 1943.godine. Taj dijagram predstavlja jednostavnu i vrlo korisnu metodu za sagledavanje što više mogućih uzroka koji dovode do posljedice/problema koji se analizira, a sve u cilju poboljšanja i unapređenja poslovnih procesa u nekoj organizaciji.

Vizualni prikaz uzroka ova metoda pruža, olakšava analizu njihovog međusobnog odnosa i značaja. On grafički ilustrira odnos između datog izlaza i svih faktora koji utječu na izlaz.

Ishikawa dijagram, u pravilu, izrađuje grupa stručnjaka (djelatnika) koji imaju dostatna saznanja o razmatranom problemu, a poželjno je i da su u grupi pojedinci različitih kvalifikacija i raznih stručnih područja.

Alat se može koristiti za istraživanje postojećih problema i za preventivno prepoznavanje čimbenika koji mogu doprinijeti kvalitativnim problemima prije nego se razvijuju. Koristi se u svrhu popisivanja svih čimbenika koji doprinose željenom rezultatu. [5]



Slika 6: Utvrđivanje glavnih uzroka posljedica (Ishikawa dijagram)

U proizvodnim organizacijama uzroci većine problema koji utječu na kvalitetu proizvoda su: [5]

- Ljudi,
- Strojevi,
- Metode rada,
- Operacije, veze i
- Okolina.

**Ljudi** su zacjelo na prvom mjestu u svakom procesu. Bez njih ne bi se mogao pokrenuti nijedan proces. Ljudi projektiraju, implementiraju, nadziru i poboljšavaju proces ili su pak neposredno uključeni u njegovu provedbu. Zato proces mora biti prilagođen ljudima koji djeluju u određenim okolnostima. Budući da nema potpuno jednakih procesa, nemoguće je preslikavati ih na bilo kakav način. Proces mora biti prilagođen fizičkim i psihičkim osobinama ljudi, stupnju naobrazbe te društvenim uvjetima.

**Strojevi** su sve ono što ljudi koriste tijekom procesa kao što su alati, naprave, pomagala, materijali, energija, programska podrška i drugo. Nakon ljudi, strojevi su svakako broj dva koji utječe na kvalitetu proizvoda bilo kojeg procesa.

Vrlo često proizvođači tehničkih sistema kvalitetu svojih proizvoda izražavaju preko pouzdanosti. To je i razumljivo ako gledamo u kojem vremenu živimo. Svjedoci smo brzog tehnološkog razvoja znanosti kao i suvremenih tehničkih rješenja koja svakim danom mijenjaju kvalitetu našeg života. Ekspanzija razvoja ide u sve veću minijaturizaciju proizvoda, inovacijama, porastu preciznosti i produktivnosti kao i drugim okolnostima specifičnim za pojedine grane industrije.

I upravo ova sve veća složenost tehničkih sistema i sve veći troškovi njihovog razvoja, proizvodnje i eksploatacije u prvi plan ističu značaj pouzdanosti kao bitnog čimbenika kvalitete.

Ovo je vrlo važna činjenica ne samo za profesionalne proizvode, već i za proizvode s kojima se svakodnevno susrećemo, odnosno koristimo. Vrlo je važno da pouzdanost stroja služi čovjeku bez zastoja i sa što manje kvarova, odnosno da stroj bude pouzdan.

Kada sve sagledamo povećanje pouzdanosti tehničkih sistema je imperativ za sve sudionike u procesu razvoja, tehnologije, proizvodnje, kontrole i servisiranja. To se ne odnosi samo na tehničke sisteme kao cjeline već i na njihove sastavne dijelove (sklopove i podsklopove). Poboljšanje parametra svakog od njih doprinosi ukupnoj pouzdanosti. Vjerojatnost rada bez kvara svake komponente i modularne cjeline multiplaktivno utječe na krajnju pouzdanost sistema kao cjeline. [4] Pouzdan tehnički sistem kod svakog korisnika ulijeva određeno povjerenje i sigurnost. Na taj način se preko kvalitete i pouzdanosti uređaja najbolje realizira povjerenje i poslovni kontak između kupca i proizvođača tog uređaja. Najbolji pokazatelji kvalitete i pouzdanosti uređaja bilo kojem proizvođaču je kad mu se kupac obrati s novim narudžbama i zahtjevima. Kad kupac jednom odluči da je nešto kvalitetni i pouzdano, rijetko mijenja svoje mišljenje. Ljudi su prirodno odani kvaliteti.

Moguće su nejasnoće i nedoumice, ali kad se donesu odluke o kvaliteti nekog sistema, nerado se mijenjaju mišljenja. U takvim slučajevima, proizvod mora biti dugo vremena loš prije nego što će odani kupac odustati od njega.

**Metode** to su tehnologije rada u procesu. One su posve odrađene ako imamo jasne odgovore na ova pitanja:

- Što se radi?
- Tko radi?
- Kako se radi?
- Gdje se radi?
- Kada se radi?

**Okruženje** je sva otvoreni i zatvoreni (uređeni) prostor koji je potreban za odvijanje procesa.

**Operacije** se smatraju aktivnostima koje su zaokružene kao cjeline, a najčešće ih izvodi čovjek ili neka skupina ljudi. Svaka operacija kao i proces, u cjelini, ima svoj ulaz i izlaz. Operacije možemo odrediti sljedećim parametrima:

- Sažetim opisom načina izvođenja operacije,
- Određivanjem potrebne opreme,
- Određivanje potrebnih znanja,
- Odgovornosti i ovlaštenja,
- Određivanje prostora,
- Definiranje potrebnih informacija.

Operacije moraju imati logički redosljed izvođenja, pri čemu prethodno izvršena operacija služi kao preduvjet za početak sljedeće. Kod odvijanja procesa treba prepoznati i operacije koje se odvijaju paralelno, u istom vremenskom intervalu. Tako moramo prepoznati kritične operacije i kritične putove u procesu. To su mjesta gdje se javlja najviše problema i poremećaja.

**Veze** među ljudima, informacijama, energijom, materijalom i ostalim elementima moraju biti tehnološke, odnosno organizacijski logičke.

## **5.2. Analiza dijagrama**

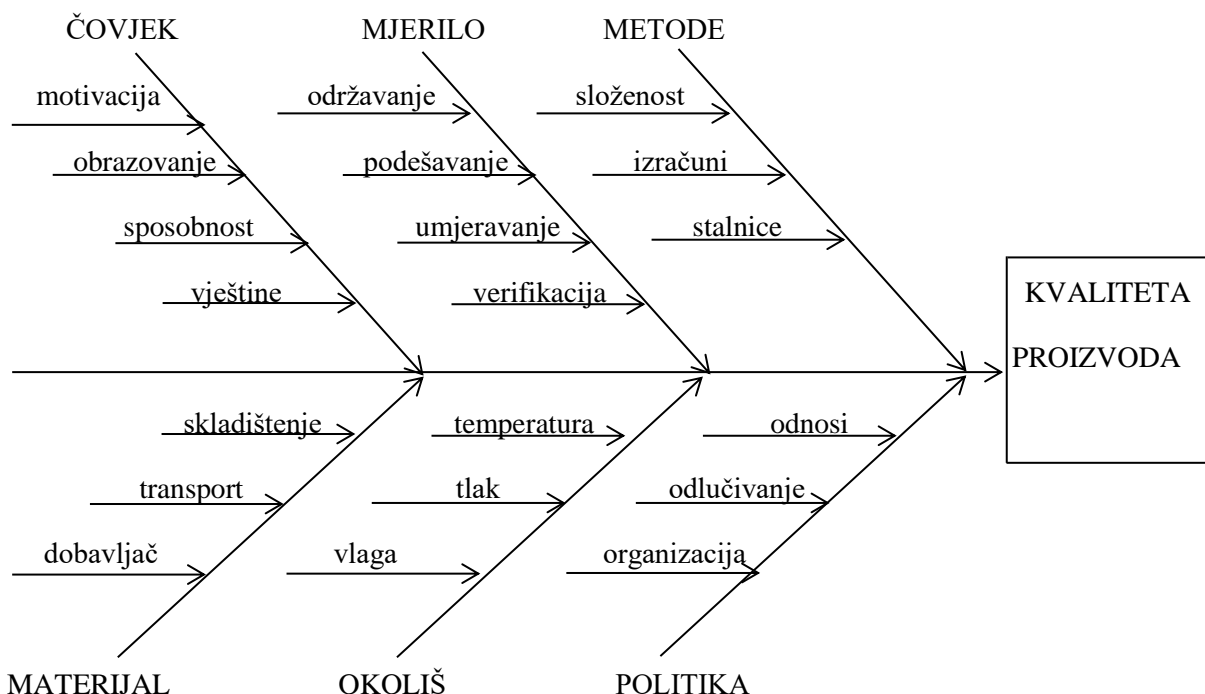
Kad napravimo dijagram uzroka i posljedica, onda se tim ili pojedinac može upustiti u njegovu analizu. Na mjestu riblje glave upisuje se posljedica koja se analizira. Ovaj je dijagram zorni i prikladan alat za pronalaženje vrlo vjerojatnih korijenskih uzroka za nastanak analiziranog problema.

Na glavnim rebrastim kostima unose se glavni izvori koji izazivaju navedenu posljedicu kao što su npr: ljudi, strojevi, materijali, metoda, mjerenje, zamisao, okoliš, organizacija. Na svakoj glavnoj rebrastoj kosti mogu se unositi uzroci kojima je zajednički naziv (kategorija glavnog izvora) dan na vrhu glavne rebraste kosti. Smatra se da je za svaku kategoriju dovoljno unijeti do pet uzroka.

Analiza dijagrama sadrži:

- Promatranje međusobnih veza uzroka,
- Utvrđivanje najvažnijih uzroka,
- Utvrđivanje uzroka koji se ponavljaju,
- Korištenje uzroka kao pokretača za dodatno prikupljanje podataka.

Kod primjene dijagrama glavna svrha mu je otkriti uzroke za posljedice koja se istražuje. Analizirana posljedica može biti ili problem s kojim smo se susreli u prošlosti ili se je trenutno pojavio, kao i za predviđanje problema koji bi se mogao pojaviti u budućnosti. Postupak crtanja Ishikawinog dijagrama sastoji se od odabiranja najpogodnijeg formata dijagrama (dva glavna oblika): analiziranje rasipanja i analiziranje procesa. Generiranje uzroke primjenom: oluje mozgova i zbirne liste grešaka. Crtanje dijagrama uzroka i posljedice: posljedica(kičma ribe), izvori-kategorije glavnih izvora(rebra), primarni, sekundarni i tercijarni uzroci.



**Slika 7: Dijagram uzroka koji djeluju na kvalitetu proizvoda**

Na dijagramu se nalaze uzroci koji teoretski, po mišljenju tima, mogu utjecati na nastanak analiziranog problema/posljedice. Logično je da neće djelovati na sve uzroke. Zato procjenjujemo značaj pojedinih navedenih uzroka na nastanak posljedice. Metodom oluje mozgova, svaki član tima dodjeljuje svakom uzroku određenu težinu, recimo od 1 do 5 (1 najmanja, a 5 najveća težina). Nakon izjašnjavanja, voditelj tima zbroji težine za pojedine uroke i to upiše u dijagramu.

Uzrok s najvećom težinom najvjerojatnije su korijenski. To su obično tri do pet uzroka s najvećom težinom. Kako bi se riješio problem definiraju se popravne radnje kojima će se djelovati na korijenske uzroke.



## 6.Zaključak

Ovaj završni rad govori o pouzdanosti strojeva na kvalitetu proizvoda. Kvalitetu proizvoda možemo definirati kao apsolutnu pretpostavku njegova društvenog priznanja i transformacije u robu, pa time i istodobno i osnovni uvijet za život i rad bilo kojeg proizvođača i njegovog pojavljivanja na tržištu. Proizvod se dobija preradom izrađevina od različitih materijala na alatnom stroju.

Da bi stroj bio pouzdan mora biti ispravan i u dobrom stanju, mora biti prilagodljiv i sposoban za svaku prepreku. Da bi alatni stroj bio u dobrom stanju moramo ga održavati.

Održavanje znači skup aktivnosti koje se poduzimaju kako bi se određeni objekti održavanja doveli u ispravno stanje da bi mogli nesmetano odvijati proizvodni proces. Služba održavanja ima zadatak održavati sredstva u proizvodnom stanju. U to ubrajamo: centralno, kombinirano, pojedinačno i kooperativno održavanje.

Pouzdanost stroja ovisi o funkcioniranju njihovih sklopova, pod sklopova i dijelova kao i o određenosti njihova međudjelovanja te odnosa i veza među njima. Možemo reći da pouzdanost stroja igra sve veću ulogu, pogotovo kod tehničkih proizvoda kao što su vozila, ručni alati ili elektronika.

Ozljedama na radu koje nastaju zbog neispravnih strojeva svjedočimo svakodnevno. Poslovođa je dužan redovito obavljati pregled svih strojeva i uređaja i osigurati da su svi strojevi u svakom trenutku ispravni. Možemo napomenuti da su rokovi za ispitivanje pojedinih strojeva kraći, ako je tako regulirano posebnim propisima. One strojeve koji se ubrajaju u strojeve s povećanim opasnostima mogu pregledavati samo ovlaštene organizacije.

Kod dokumentacije pri ispitivanju uređaja važno je iščitati upute o sigurnom načinu rukovanja. Ta dokumentacija mora biti na hrvatskom jeziku. Najveći problem sa tom dokumentacijom je prilikom pregleda starijih strojeva i postrojenja. Kod starijih strojeva teško je očekivati da će se za njih naći dokumentacija. Ispitivanje strojeva i uređaja vrši se u dvije faze: ispitivanje stroja u mirovanju i ispitivanje stroja u pogonu.



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, Andrea Kukec pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog rada pod naslovom Utjecaj pouzdanosti strojeva na kvalitetu proizvoda te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:  
Andrea Kukec

Kukec

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, Andrea Kukec ncopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog rada pod naslovom Utjecaj pouzdanosti strojeva na kvalitetu proizvoda čiji sam autor/ica.

Student/ica:  
Andrea Kukec

Kukec

## 7.Literatura

[1] Upravljanje kvalitetom 2010.pdf

[2] Održavanje alatnih strojeva

[http://repositorij.fsb.hr/320/1/01\\_09\\_2008\\_Baburic\\_ZAVRSNI\\_RAD.pdf](http://repositorij.fsb.hr/320/1/01_09_2008_Baburic_ZAVRSNI_RAD.pdf) (14.09.2018)

[3] Kalinić Zoran: Održavanje alatnih strojeva

<http://www.kalinic.info/udzbenici/oas/oas%20-%20prirucnik%20za%20nastavnike.pdf>  
(16.09.2018)

[4] Mr.sc. Živko Kondić, dipl.inž. Kvaliteta i pouzdanost tehničkih sistema

[5] Doc.dr.sc. Živko Kondić, Doc.dr.sc. Ante Čikić. Upravljanje kvalitetom u mehatronici