Sustav kontrole kvalitete na primjeru odabranog poduzeća

Rušec, Kristijan

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:122:793474

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

University North Digital Repository

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Sveučilište
Sjever

Završni rad br. 274/PS/2018

Sustav kontrole kvalitete na primjeru odabranog poduzeća

Kristijan Rušec, 3357/601

Varaždin, rujan 2018. godine

Sveučilište Sjever

Odjel za Proizvodno Strojarstvo

Završni rad br. 274/PS/2018

Sustav kontrole kvalitete na primjeru odabranog poduzeća

Student

Kristijan Rušec, 3357/601

Mentor

Živko Kondić, prof.dr.dc.

Sveučilište Sjever
Sveučilišni centar Varaždin
104. brigade 3, HR-42000 Varaždin

Prijava završnog rada

Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL: Odjel za strojarstvo

PRISTUPNIK: KRISTIJAN RUŠEC | MATIČNI BROJ: 3357/601

DATUM: 9.6.2018. | KOLEGIJ: Kontrola kvalitete

NASLOV RADA: Sustav kontrole kvalitete na primjeru odabranog poduzeća

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU: QUALITY CONTROL SYSTEM ON EXAMPLE OF SELECTED COMPANY

MENTOR: KONDIĆ ŽIVKO | ZVANJE: Red.profesor

ČLANOVI POVJERENSTVA:

1. Marko Horvat, dipl.ing. predavač, predsjednik povjerenstva
2. Prof.dr.sc. Živko Kondić, mentor
3. Veljko Kondić, mag.mech., predavač,član
4. dr.sc.Zlatko Botak, v.predavač, zamjenski član
5.

Zadatak završnog rada

BROJ: 274/PS/2018

OPIS:

U radu je potrebno:

- Opisati osnovne odrednice upravljanja kvalitetom (temeljni pojmovi vezani uz kvalitetu).
- Opisati suvremena načela (principe) upravljanja kvalitetom.
- Prikazati organizaciju kontrole kvalitete na odabranom poduzeću i odabranom strojarskom dijelu.
- Dati prikaz i način korištenja statističkih metoda i povezati ih sa nesukladnostima.
- Opisati i prikazati osnove analize procesa te njihovog praćenja tijekom strojne obrade.
-Opisati osnovne alate i metode koje se koriste u auti industriji u cilju poboljšavanja.
- U zaključku se kritički osvrnuti na izrađeni završni rad u smislu mogućih ograničenja i prijedloga.

REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE SJEVER
KOPRIVNICA

ZADATAK URUČEN: 20.9.2018. | POTPIS MENTORA

Predgovor

Završni rad „Sustav kontrole kvalitete na primjeru odabranog poduzeća“ izradio sam samostalno koristeći se znanjem stečenim tokom studija, radnim iskustvom te navedenom literaturom.

Zahvaljujem se mentoru dr.sc. Kondić Živku na uloženom vremenu, pruženoj pomoći te trudu pri praćenju čitavog procesa izrade završnog rada te stalnom usmjeravanju prilikom dolaska do određenih zapreka prilikom izrade.
Zahvaljujem se ujedno i poduzeću LTH Alucast na pruženoj pomoći i podršci tokom nastajanja ovog rada, kao i na pristupu svim podacima i dokumentaciji potrebnim za izradu rada.

Također se izrazito zahvaljujem svojoj obitelji, prijateljima i zaručnici na stalnoj i bezrezervnoj podršci, kako za vrijeme izrade završnog rada, tako i tokom svih godina studiranja.

Sažetak

U današnje doba kupci postaju sve zahtjevniji glede očekivanja i zahtjeva koji se stavljaju pred proizvod koji se kupuje. Kvaliteta kupljenog proizvoda je nešto što se očekuje neovisno o cijeni proizvoda te se samo proizvodnjom kvalitetnih i pouzdanih proizvoda može očekivati opstanak na tržištu.

S time na umu, u ovome su radu dane definicije kvalitete te su objašnjene temeljne odrednice upravljanja kvalitetom. Također je napravljen osvrt na suvremene principe upravljanja kvalitetom. U drugom dijelu rada opisan je proces izrade isušivača zraka u tvrtki LTH Alucast Čakovec. Predstavljen je kompletan dijagram toka procesa za određen proizvod te je objašnjen način kontrole i praćenja kvalitete u odjelima tlačnog lijevanja i strojne obrade. Također, na osnovi određenih karakteristika sa odabranog proizvoda objašnjene su statističke metode i pojmovi. Prikazane su realne izmjere na komadima iz proizvodnje te su na osnovi tih mjerenja napravljene procjene sposobnosti i analiza procesa.

U završnom dijelu objašnjeni su temeljni alati koji se koriste u autoindustriji i koji su temelj za implementaciju i održavanje bilo kojeg sustava upravljanja kvalitetom usuglašenog sa zahtjevima norme ISO/TS 16949, a u zadnje vrijeme postaju standard sve više prihvaćen i van autoindustrije.

KLJUČNE RIJEČI: kontrola kvalitete, osiguranje kvalitete, auto industrija, sposobnost procesa

Summary

Nowadays buyers are quite more demanding regarding expectations and demand which are put in front of product they are buying. Quality of buyed product is something expected independent of price and only by producing qualitative and reliable products existenece on market is possible.

With that in mind, in this work we are talking about basic quality definitions and ways of quality management. Also, modern princips of quality management are discussed.
In second part of work, process of making airdryers in company LTH Alucast is described. Than, flowchart of whole process for picked product is presented and also way how the quality control and quality tracking is conducted during die-casting and machining process is shown. Also, on base of few characteristics of product use of statistics in control is shown. Real measurements of parts are presented and on base of them statistical analysis and process capability is made.
In last part, basic tools used in automotive industry are presented and described. Those are tools that are foundation for implementation and maintaining of any quality system based on ISO/TS 16949 standard, but also tools that are getting accepted a lot in other industries this days.

KEYWORDS: quality control, quality assurance, automotive industry, process capability

Popis korištenih kratica

TQM Potpuno upravljanje kvalitetom **(**Total Quality Management)

IATF Međunarodna radna skupina za automobilsku industriju

PDCA Planiraj-Napravi-Kontroliraj-Djeluj (Plan-Do-Check-Act)

ONK Obavijest o nesukladnoj kvaliteti

PPK Prvi proizvedeni komadi

USL Gornja granica tolerancija (Upper specification limit)

LSL Donja granica tolerancija (Lower specification limit)

C_{pL} Donja potencijalna sposobnost (Lower Potential Capablity)

C_{pU} Gornja potencijalna sposobnost (Upper Potential Capability)

C_{pK} Demonstrirana izvrsnost (Demonstrated excellence)

KPC Kritična karakteristika procesa (Key process characteristic)

AIAG Akcijska grupa automobilske industrije (Automotive Industry Action Group)

APQP Napredno planiranje kvalitete proizvoda (Advanced Product Quality Planning)

FMEA Analiza utjecaja i posljedica pogrešaka (Failure and Mode Effect Analysis)

MSA Analiza mjernog sistema (Measuring system analysis)

SPC Statistička kontrola procesa (Statistical Process Control)

PPAP Part Production Process Approval (Proces odobrenja proizvodnje komada)

Sadržaj

1. Uvod....1
2. Temeljne odrednice upravljanja kvalitetom....2

2.1. Definicija kvalitete....2
2.2. Kontrola kvalitete....3
2.3. Osiguranje kvalitete....4
2.4. Potpuno upravljanje kvalitetom (TQM)....4
2.5. Sustav upravljanja kvalitetom prema normi ISO/TS 16949....5

3. Suvremena načela upravljanja kvalitetom....7

3.1. Usmjerenost na kupca....7
3.2. Liderstvo (vođenje)....8
3.3. Uključivanje ljudi....9
3.4. Procesni pristup....10
3.5. Sustavni pristup upravljanju....11
3.6. Stalno poboljšavanje....12
3.7. Donošenje odluka na temelju činjenica....15
3.8. Partnerski odnosi s dobavljačima....16

4. Kontrola kvalitete u poduzeću LTH Alucast na primjeru određenog proizvoda....19

4.1. Proces izrade isušivača zraka u poduzeću LTH Alucast....19
4.2. Kontrola proizvodnje na primjeru tlačnog lijevanja i strojne obrade....23
4.2.1. Odjel tlačnog lijevanja....23
4.2.2. Odjel strojne obrade....25

5. Primjena statističkih metoda na primjeru praćenja „kritičnih“ mjera sukladno zahtjevima kupca....31

5.1. Nacrt proizvoda s odabranim mjerama za praćenje....31
5.2. Aritmetička sredina, mod, medijan te standardna devijacija za odabrane mjere....33
5.3. Koeficijent asimetrije $\alpha 3$, mjera zaobljenosti $\alpha 4$ te varijanca odabranih mjera....34
5.4. x-MR karta za odabrane karateristike....36
5.5. Procjena sposobnosti procesa na primjeru statističke analize odabranih karakteristika....38
5.5.1. Indeksi sposobnosti procesa....38
5.5.2. Procjena sposobnosti procesa za mjeru 9.5....41
5.6. Analiza procesa te praćenje kretanja kritičnih mjera tokom procesa strojne obrade u tvrtki LTH Alucast....42

6. Temeljni alati korišteni u autoindustriji („CORE TOOLS“)....44

6.1. Napredno planiranje kvalitete proizvoda (APQP)....44
6.2. Analiza utjecaja i posljedica pogrešaka (FMEA analiza)....45
6.3. Statistička kontrola procesa (SPC)....51
6.4. Analiza mjernih sistema (MSA)....53
6.5. Postupak odobravanja dobavljačeva proizvoda (PPAP)....56

7. Zaključak....58
8. Literatura....60

1. Uvod

U današnje doba globalizacije, pojavom sve veće konkurencije i kada je borba za opstanak na tržištu sve veća, pitanje stvaranja kvalitetnog i pouzdanog proizvoda postaje nasušna potreba svake tvrtke. Iako svi znamo što je kvaliteta, sam pojam kvalitete teško je jednoznačno definirati. S gledišta kupaca, kvaliteta se povezuje sa zadovoljenjem njihovih zahtjeva i potreba, kao i cijenom proizvoda; dok sa strane proizvođača kvaliteta podrazumijeva stvaranje proizvoda koji zadovoljava zahtjeve kupaca a opet ne uzrokuje povećanje troškova proizvodnje.
No, ono jedinstveno svim pristupima kvaliteti je zadovoljstvo kupca – samo zadovoljan i zahvalan kupac se vraća.

U prvom dijelu ovog rada opisani su osnovni pojmovi kvalitete kao i razlika između različitih pristupa kvaliteti koji su se razvijali zadnjih pedesetak godina. Objašnjena je razlika između kontrole kvalitete i osiguranja kvalitete, te je predstavljen moderan pristup gdje se menadžmentom kvalitete nastoji kvalitetnim planiranjem, te uspostavljanjem određene politike i ciljeva u cjelokupnoj organizaciji osigurati sustavan pristup kvaliteti.
Predstavljena su i moderna načela upravljanja kvalitetom koja su utemeljena na iskustvu i idejama dobivenim u praksi i koji jasno definiraju kojim fazama svaka organizacija mora posvetiti najviše pažnje ukoliko želi biti lider na određenom tržištu.

U drugom dijelu rada je na konkretnom primjeru iz tvrtke LTH Alucast prikazan proces kontrole kvalitete i praćenja procesa, prateći moderne zahtjeve kupaca u automobilskoj industriji. Na primjeru dijagrama toka procesa prikazan je proces izrade odabranog proizvoda te su objašnjene faze kontrole kvalitete za taj proizvod na odjelima tlačnog lijevanja i strojne obrade.
Prikazano je i korištenje statističkih metoda na primjeru obrade rezultata mjerenja takozvanih „kritičnih“ mjera prema zahtjevima kupca, te je dat osvrt na rezultate analize i prikazani načini kontrole mjera tokom procesa proizvodnje i načini reakcije na nesukladnosti u procesu.

U završnom dijelu upoznajemo se sa alatima koji se koriste za praćenje i osiguranje kvalitete, a koji su sastavni dio autoindustrije. Objašnjen je svaki od alata te su prikazani primjeri iz prakse. S obzirom da je autoindustrija jedan od glavnih lidera razvoja metoda kontrole i osiguranja kvalitete te samim time i nositelj razvoja ostalih industrija ovi alati će u budućnosti pronaći sve veću primjenu u raznim proizvodnim djelatnostima.

2. Temeljne odrednice upravljanja kvalitetom

2.1. Definicija kvalitete

Riječ kvaliteta dolazi od latinske riječi „qualitas“ što znači „kakav“, a predstavlja svojstvo, značajku, odliku.

Pojam kvalitete se teško može definirati na jedan način. Prema normi ISO 9000 kvaliteta je *"Kvaliteta je stupanj do kojeg skup svojstvenih karakteristika ispunjava zahtjeve"*.

Deming kaže da je kvaliteta predvidljiv omjer standardizacije i prilagođenja uz nisku cijenu i usmjerenost prema tržištu, a Juran kvalitetom smatra prikladnost potrebama (fitness for use) procijenjenu od strane korisnika.

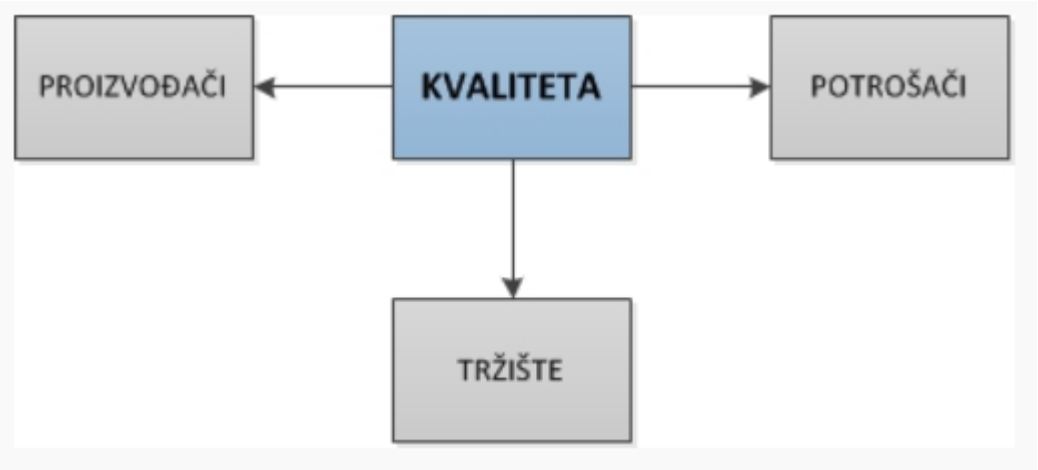
Crosby smatra da je kvalitetu „nužno definirati kao zadovoljenje zadanih specifikacija i zahtjeva“, dok nizozemski stručnjaci za kvalitetu J. Van Ettinger i J. Sitting kažu: „Kvaliteta je stupanj do kojega osobine ili karateristike proizvoda zadovoljavaju očekivanja kupaca ili korisnika tj. njihove objektivne i subjektivne želje“. [4]

Kvaliteta se različito shvaća i interpretira ovisno o tome tko gleda na kvalitetu. Različita shvaćanja kvalitete imaju potrošači, proizvođači i tržište, kao što je prikazano na

slici 2.1. Kvaliteta sa stajališta potrošača je stupanj vrijednosti proizvoda ili usluge koji zadovoljavaju određenu potrebu odnosno roba kojoj je uporabna vrijednost takva da zadovoljava potrebu korisnika.

Kvaliteta sa stajališta proizvođača je mjera koja pokazuje koliko je vlastiti proizvod ili usluga namijenjen tržištu uspio, odnosno koliko se takvog proizvoda ili usluge prodalo. Kvaliteta sa stajališta tržišta je stupanj do kojeg određena roba ili usluga zadovoljava određenog kupca u odnosu na istovrsnu robu ili uslugu konkurencije.

Kvaliteta je stupanj do kojeg su proizvodi i usluge prošli od kupoprodaje i potvrdili se kao kvalitetan proizvod ili usluga i pritom ostvarili veliku dobit.



Slika 2.1 Različiti načini shvaćanja kvalitete ovisno o gledištu [1]

2.2. Kontrola kvalitete

Kontrola kvalitete je skup aktivnosti koje provodimo kako bi osigurali kvalitetu proizvoda. Aktivnosti se odnose na prepoznavanje grešaka u proizvodima koje proizvodimo. Cilj kontrole kvalitete je pronaći potencijalne greške u gotovom proizvodu prije nego ga stavimo na tržište.

Ciljevi kontrole kvalitete su:

- Uspostaviti standarde kvalitete koji su prihvatljivi kupcu/ima
- Otkriti nedostatke ili varijacije u sirovom proizvodu i procesu proizvodnje u smislu da osiguramo nesmetanu proizvodnju
- Kvalitetno procijeniti metode i procese u proizvodnji te iste sustavno poboljšavati
- Pratiti i procijeniti devijacije kvalitete u proizvodu tijekom procesa proizvodnje
- Analizirati u detalje uzroke takvih devijacija
- Poduzimati korake koji nam omogućuju postizanje željene kvalitete proizvoda

Prednosti kontrole kvalitete:

- Poticanje svjesnosti o značaju kvalitete
- Zadovoljstvo kupaca
- Smanjenje troškova proizvodnje
- Učinkovitije iskorištenje dostupnih resursa
- Smanjenje troškova zbog reklamacija
- Povećanje prodaje proizvoda itd.

2.3. Osiguranje kvalitete

Upravljanje kvalitetom je proces koji prepoznaje i upravlja aktivnostima potrebnim da se dostignu ciljevi kvalitete jedne organizacije.

Prema normi ISO 9001 definicija osiguranja kvalitete glasi:
"Osiguranje kvalitete dio je sustava upravljanja kvalitetom fokusiran na stvaranje povjerenja u ispunjavanje osnovnih zahtjeva vezanih za kvalitetu."

Osiguranje kvalitete obuhvaća administrativne i proceduralne aktivnosti koje se provode u sustavu kvalitete kako bi se ispunili zahtjevi i ciljevi za proizvod, uslugu ili djelatnost. To je sustavno mjerenje, usporedba sa standardom, praćenje procesa i povratnih informacija s ciljem prevencije pogrešaka. Planiranje kvalitete provodi se na početku projekta te su obično ishodi aktivnosti planiranja kvalitete planovi kvalitete, planovi pregleda i testiranja, odabir alata za praćenje grešaka i škarta te trening zaposlenika za obavljanje planiranih aktivnosti.

2.4. Potpuno upravljanje kvalitetom (TQM)

Potpuno upravljanje kvalitetom (eng. *Total Quality Management*, ***TQM***) je pristup upravljanju koji podrazumijeva dugoročnu orijentaciju ka trajnom poboljšanju kvalitete koja će zadovoljiti pa i premašiti očekivanja kupaca.

TQM je zapravo jednostavno učinkovito upravljanje koje zahtijeva potpuno sudjelovanje svih zaposlenika na svim organizacijskim razinama i smatra se načinom organizacijskog života. Koristi se razrađena strategija te učinkovita komunikacija s ciljem integracije discipline u kulturu i aktivnosti organizacije.

Osam je osnovnih principa potpunog upravljanja kvalitetom [5]:

1. **Organizacija okrenuta ka kupcu –** organizacije zavise od svojih kupaca te kupac u konačnici određuje kvalitetu. Organizacije moraju težiti da ispune očekivanja kupca, odnosno pruže i više nego što kupac očekuje.

2. **Uključenost svih zaposlenih** – uspješne organizacije uključuju sve zaposlenike u rad organizacije te potiču rad na zajedničkim ciljevima i osiguravaju odgovarajuće okruženje za napredak cjelokupnog kolektiva

3. **Procesni pristup – procesno razmišljanje -** definirani su koraci potrebni za provođenje postupaka, a mjere učinkovitosti kontinuirano se prate kako bi se otkrile neočekivane promjene.

4. **Sustavni pristup menadžmentu -** predstavnici uprave na vodećim pozicijama koji upravljaju sustavom međusobno povezanih procesa doprinose efikasnosti organizacije u ostvarivanju svojih ciljeva.

5. **Kontinuirano poboljšavanje –** glavni pokretač TQM-a je kontinuirano poboljšavanje procesa. Kontinuirano poboljšanje potiče organizaciju da bude analitička i kreativna u pronalaženju načina da postane konkurentnija i učinkovitija u ispunjavanju očekivanja od zainteresiranih strana.

6. **Odlučivanje na osnovu činjenica –** odluke se donose na temelju analize prikupljenih podataka. TQM zahtijeva da organizacija kontinuirano prikuplja i analizira podatke kako bi poboljšala točnost odlučivanja i omogućila predviđanje na temelju rezultata iz prošlosti poslovanja.

7. **Vodstvo uprave -** Za svaku organizaciju važno je dobro vodstvo jer predstavnici uprave na vodećim pozicijama uspostavljaju jedinstvo ciljeva organizacije. Svatko mora razumjeti viziju, misiju i načela vođenja, kao i politiku kvalitete, ciljeve i kritične procese organizacije. Poslovanje se mora kontinuirano pratiti i komunicirati.

8. **Odnos s dobavljačima -** Organizacije trebaju njegovati obostrano iskren i uvažavajući odnos sa svojim dobavljačima jer se na taj način stvara uspješno poslovanje na zadovoljstvo obiju strana.

2.5. Sustav upravljanja kvalitetom prema normi ISO/TS 16949

ISO/TS 16949 je ISO tehnički standard, nastao u okviru IATF (International Automotive Task Force). IATF okuplja svjetske proizvođače iz auto industrije i nacionalnih udruženja. Specifikacija sadrži zahtjeve višenacionalnih standarda za automobilsku industriju, npr. QS-9000 (SAD), VDA 6 (Njemačka), EAQF (Francuska), AVSQ (Italija), te ih na taj način jednakomjerno nadomješta.

Standard ISO/TS 16949:2016 je nadgradnja standarda ISO 9001:2015. Određuje zahtjeve za sistem vođenja kvalitete u razvoju i proizvodnji te, gdje je to zahtjevano, također kod ugradnje i servisiranja proizvoda, namijenjenih automobilskoj industriji.

U automobilskoj industriji su zahtjeve za visokim stupnjem kvalitete i sigurnosti od iznimne važnosti. Međunarodni standard ISO/TS 16949 se je razvio iz potrebe za usklađivanjem više standarda, koji su uređivali to područje. Osnovna struktura specifikacije se oslanja na standard ISO 9001 te je nadograđena s specifičnim zahtjevima automobilske industrije.

Sustav upravljanja kvalitetom temeljen na ISO 16949 je sustav koji:

- definira na koji način organizacija može zadovoljiti zahtjeve svojih kupaca i drugih zainteresiranih strana
- potiče stalno poboljšavanje
- zahtijeva od organizacija da definiraju ciljeve te kontinuirano unapređuju svoje procese kako bi ih postigli
- naglašava prevenciju nedostatka
- uključuje posebne zahtjeve i osnovne alate iz automobilske industrije: APQP, FMEA, SPC, MSA, PPAP
- promiče smanjenje varijacija i otpada u opskrbnom lancu
- zahtijeva dokumentiranu i provedenu politiku korporativne odgovornosti

3. Suvremena načela upravljanja kvalitetom

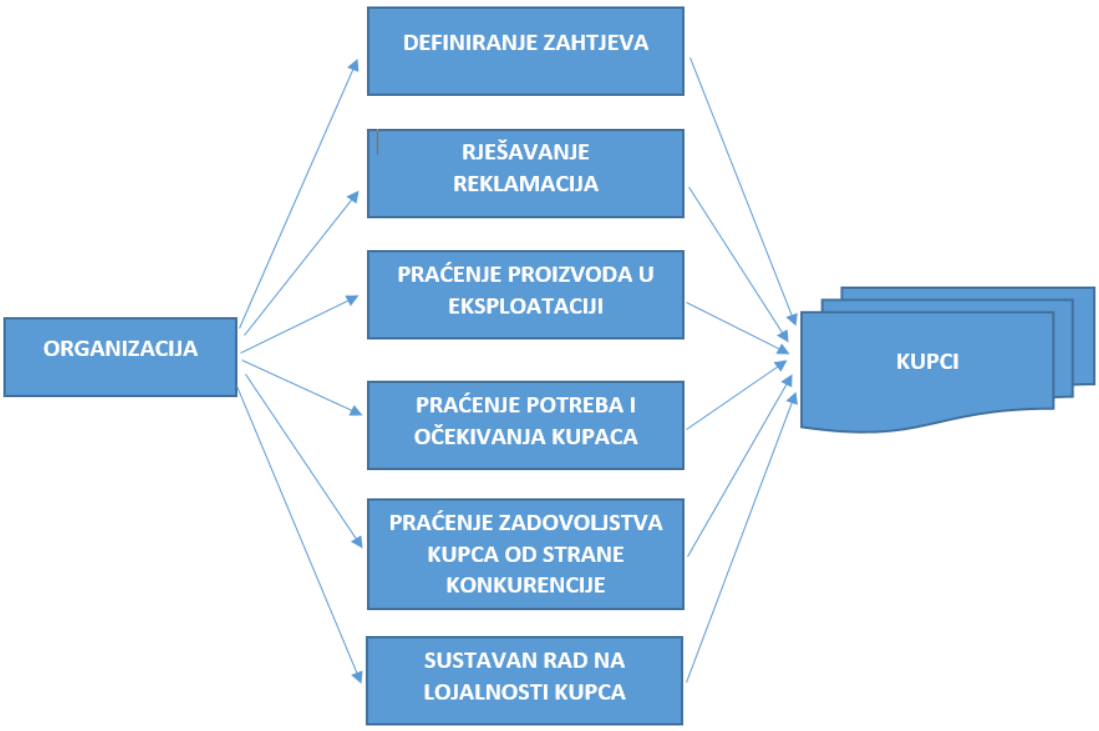
3.1. Usmjerenost na kupca

Organizacija ovisi o svojim kupcima te stoga mora razumjeti njihove sadašnje i buduće potrebe, ispuniti njihove zahtjeve te nastojati nadmašiti njihova očekivanja. Također je važno osigurati da su svi u organizaciji svjesni potreba, zahtjeva i očekivanja kupaca, kao što je prikazano na slici 3.1. [1]

Usmjerenost na kupca se može promatrati kroz aktivnosti vezne uz kupca prije prodaje proizvoda ili pružanja usluge te aktivnosti poslije prodaje.

Usmjerenost na kupce obuhvaća sljedeće aktivnosti:

- Utvrđivanje kupčevih zahtjeva te njihova distribucija unutar svih službi u organizaciji
- Uspostava sistema za rješavanje reklamacija kupaca
- Praćenje proizvoda u ekspolataciji i uspostava povratnih informacija povezanih sa unapređenjem karakteristika proizvoda i procesa
- Predviđanje budućih potreba i zahtjeva kupaca
- Praćenje zadovoljenja kupaca od strane konkurencije i učenje na osnovi tih iskustava



Slika 3.1. Aktivnosti usmjerene prema kupcu [1]

Svaka tvrtka koja ozbiljno pristupa kvaliteti mora razviti vlastiti sustavni pristup odnosu prema kupcima, a za što su osnovni preduvjeti motivirano i obrazovano osoblje te primjereni alati koji će pomoći djelovanju tog sustava. Neki od alata su: sustavan način obrade i rješavanja reklamacija, mjerenje zadovoljstva kupaca uz pokretanje korektivnih akcija, analiza podataka o greškama proizvoda, usporedba s najboljima, komunikacija s kupcima itd.

3.2. Liderstvo (vođenje)

Liderstvo ili vođenje predstavlja način djelovanja najvišeg rukovodstva tvrtke kojim se osigurava ostvarivanje svih načela kvalitete ali i uspješno zadovoljavanje svih intersnih skupina. Vođenje unutar neke tvrtke/organizacije uspostavlja način komunikacije koji težište aktivnosti prebacuje na procese i uspostavu klime povjerenja, poštenosti i odgovornosti te uključivanje svih zaposlenih u proces donošenja odluka.

Lideri bi prema određenim istraživanjima morali biti: pošteni, sposobni, dalekovidni, inspirativni, fleksibilni, odgovorni.

Kako se često miješa pojam liderstva i menadžmenta važno je shvatiti razliku između njih (slika 3.2.). Lider je taj koji postavlja viziju i pravac grupi (koji ona slijedi), dok menadžer kontrolira tj. usmjerava ljude u skladu sa usvojenim pravilima i principima. [3]

UPRAVLJANJE	LIDERSTVO
Uvijek sebe stavlja u prvi plan i kaže **"JA"**	Dio je tima i kaže **"MI"**
Kratkoročno i srednjeročno planiranje	Strateško planiranje i stvaranje vizije
Upravljanje i kontroliranje budžetom	Pridobivanje ljudi za ostvarenje vizije
Bavi se efikasnošću	Bavi se efektivnošću
Povezanost kompleksnošću	Povezanost sa promjenama
Rješavaju rutinske probleme	Otkrivaju probleme i uočavaju mogućnosti koje drugi ne vide
Zna tko je kriv za nastali problem	Zna kako da riješi problem
Posjeduje znanja o raznim problemima i zna kako nešto treba da se uradi	Pokazuje kako da se problem riješi
Izgradnja i održavanje organizacijskih struktura i pravila	Motiviranje ljudi i razvoj organizacijskih struktura
Prisiljava ljude	Vodi ljude
Upravljanje osobljem	Inspiriranje zaposlenih
Planiranje i predviđanje rezultata	Inovacije, značajna i neočekivana rješenja
U upravljanju se oslanja na vlast	U upravljanju se oslanja na dobru volju
Kaže: "Idite i napravite."	Kaže: "Idemo to uradimo."
Brine da ljudi RADE STVARI NA PRAVI NAČIN	Briga da ljudi RADE PRAVE STVARI

Slika 3.2. Razlika između autorativnog upravljanja i liderstva [3]

Nekoliko je stilova liderstva, a to su:

- AUTOKRATSKI STIL – usmjeren prema strogoj realizaciji ciljeva postavljenih pred organizaciju. Lider vodi strogu kontrolu planiranog i ostvarenog, sklon je kažnjavanju a komunikacija sa podređenima je jednosmjerna. Samostalno odlučuje i rukovodi organizacijom te koristi poziciju vođe da sam donosi odluke i upravlja organizacijom.

- DEMOKRATSKI ILI PARTICIPATIVAN STIL – karakterizira ga okrenutost ka ljudima, fleksibilnost u radu, donošenje odluka zajedno sa grupom, a sama komunikacija u timu je dvosmjerna. Za ovaj stil se smatra da pozitivno utječe na zalaganje radnika te da dovodi do povećanja produktivnosti.

- SLOBODNI STIL – lider nije usmjeren ni na ljude ni na ciljeve/zadatke već samo brine da se stvari odvijaju. Ovakav prsitup može funkcionirati u organizacijama koje imaju dovoljno iskusne i obrazovane ljude sposobne da sami upravljaju svojim radom.

Primjena načela vodstva obično vodi do:

- Poštivanja zahtjeva svih zainteresiranih strana (klijenti, vlasnici, zaposlenici, dobavljači, lokalna zajednica,...)
- Uspostavljanja jasne vizije budućnosti tvrtke
- Postavljanja izazovnih ciljeva i planova
- Stvaranja i održavanja zajedničkih vrijednosti, pravednosti i etičnosti na svim razinama organizacije
- Ulijevanja povjerenja i uklanjanja strahova zaposlenika
- Inspiriranja i poticanja doprinosa zaposlenika

3.3. Uključivanje ljudi

Ljudi na svim razinama su osnovna vrijednost čije potpuno uključivanje omogućava iskorištavanje njihovih sposobnosti na dobrobit organizacije.
Uključivanje što većeg broja zaposlenika koji se ovlašćuju i potiču od strane rukovoditelja da rješavaju probleme te donose odluke koje su na nivou njihove pozicije u organizaciji uvelike doprinosi stvaranju pozitivne klime u cjelokupnoj organizaciji.

Uključivanjem ljudi ostvaruju se razne prednosti kao:

- Razumijevanje uloge i važnosti svakog pojedinca za ukupni uspjeh organizacije
- Procjena aktivnosti pojedinaca s njihovim vlastitim ciljevima
- Nastojane zaposlenika da iskažu svoje sposobnosti, znanja i iskustvo
- Uspješnije rješavanje problema na svim razinama
- Predlaganje poboljšanja, inovacija ili unapređenja u okviru procesa gdje ljudi rade

Pozitivna klima za uključivanje što većeg broja ljudi može se stvoriti realizacijom sljedećih aktivnosti: edukacijom što većeg broja ljudi u organizaciji, efikasnom uspostavom interne komunikacije, propisivanjem odgovornosti i ovlaštenja za sva radna mjesta, adekvatnom plaćom, sigurnošću radnih mjesta, stvaranjem prostora za slobodno izražavanje svojih ideja i prijedloga, mogućnošću napredovanja, itd. [1]

Jedan od najboljih načina za uključivanje ljudi u procese prema iskustvima iz prakse je rad u timovima. Na taj način se osigurava da radnici slobodno iznose svoje ideje i mišljenja te komuniciraju sa drugim zaposlenicima koji gledaju na probleme iz drugačijeg kuta te zajedničkim naporima stvaraju poboljšanja u procesima.

Također, važan uvjet za efikasno uključivanje ljudi jest uspostava kvalitetne interne komunikacije gdje su jasno definirani načini komunikacije kao i struktura prijenosa informacija, posebno odozgo prema dolje i obrnuto. Jako bitna stavka komunikacije je i neposredna komunikacija sa zaposlenicima na njihovim radnim mjestima s obzirom da je to idealan način da se rukovodeći kadar upozna sa konkretnim problemima i razmišljanjima svojih zaposlenika. [1]

3.4. Procesni pristup

Procesni pristup omogućava bolje razumijevanje potreba i očekivanja kupaca i ispunjavanje njihovih zahtjeva; zahtijeva da se u cijeloj organizaciji brzo reagira na zahtjeve kupaca, da se uspostave interne relacije kupac-organizacija te da se proces držu pod kontrolom u cjelini. Svaka djelanost ima svoj početak i kraj, tj. ulaz i izlaz. Jednom kad se definiraju ulazi, mogu se odrediti neophodne radnje i resursi potrebni za proces, kako bi se postigli željeni rezultati. Procese treba dokumentirati u mjeri potrebnoj da se osigura i podrži učinkovit i djelotvoran rad. Uprava treba prepoznati procese potrebne za realizaciju proizvoda koji će zadovoljiti zahtjeve kupaca i drugih zainteresiranih strana i primjenjivati procesni pristup. Uprava također treba osigurati da organizacija utvrdi uzajamno prihvatljive procese za učinkovito i djelotvorno komuniciranje s kupcima i drugim zainteresiranim stranama. [1]

Neke od prednosti koji se postižu procesnim pristupom su:

- Postavlja zahtjeve kupaca u prvi plan
- Uspostavlja se međufunkcionalno upravljanje
- Definiraju se vlasnici procesa
- Aktivnosti se odvijaju logično
- Zaposlenici su rasterećeni suvišnih aktivnosti
- Uspostavljaju se interne relacije kupac-organizacija

Ipak, postoje određeni preduvjeti za koje je poželjno da su ispunjeni kako bi procesni pristup funkcionirao:

- Dobra stručna educiranost ljudi uključenih u procese te njihovo stalno usavršavanje za aktivnosti koje se izvode u procesu
- Korištenje visoko razvijene tehnologije
- Stalne narudžbe, što se u pravilu ostvaruje visokom kvalitetom proizvoda ili usluge



Slika 3.3. Procesni pristup upravljanju [8]

3.5. Sustavni pristup upravljanju

Pristup upravljanja koji za cilj ima povećanje efikasnosti, što znači da se treba prepoznati, razumjeti i upravljati procesima kao sustavom.

Primarna prednost sustavnog pristupa upravljanju kvalitetom očitava se na kratkoročnoj i dugoročnoj razini. Prednosti uključuju sljedeće:

- Uvođenje i konfiguracija procesa koji će najbolje osigurati povrat ulaganja.
- Osiguranje kapaciteta koji omogućuju fokusiranje na primarne procese
- Stvaranje povjerenja kod relevantnih stranaka u pogledu pouzdanosti, uspjeha i učinkovitosti organizacije

Postoji pet koraka koji sačinjavaju sustavni pristup, pri čemu svaki korak pomaže organizacijama da postignu učinkovitije sustave unutar svojih poslova i ciljeva.

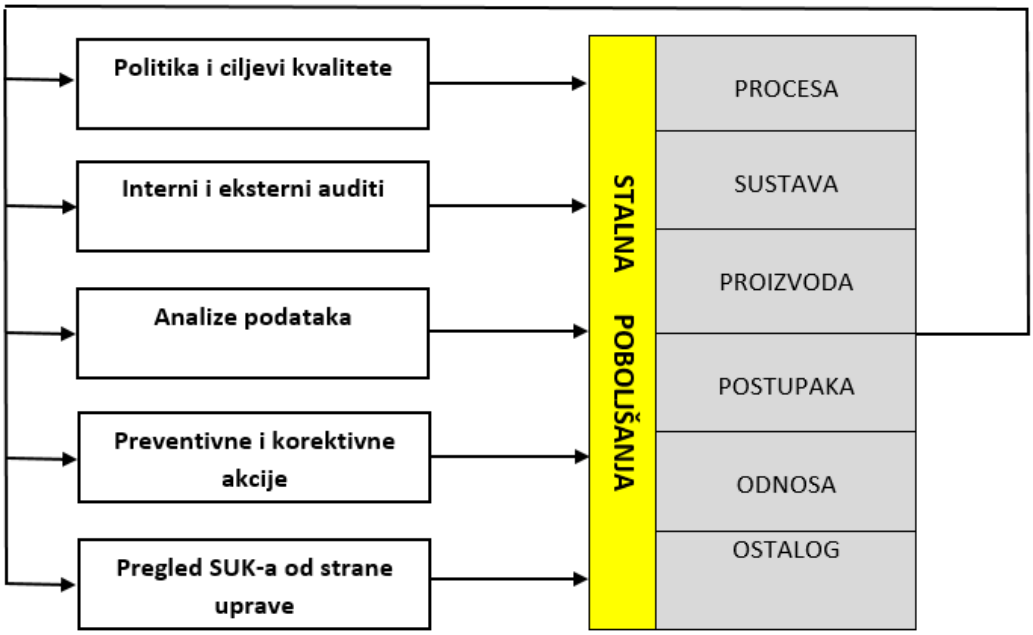
Ti koraci uključuju sljedeće:

- Definiranje sustava identifikacijom ili razvojem specifičnih procesa koji mogu osigurati postizanje određenih ciljeva
- Organizacija sustava kako bi se ciljevi postigli na najučinkovitiji mogući način, uz jasan plan realizacije ciljeva
- Razumijevanje odnosa između svakog od zasebnih procesa sustava te njihove međusobne povezanosti kako bi oblikovali kompletan sustav
- Kontinuirano širanje sustava putem izvješćivanja, mjerenja ciljeva i redovitog vrednovanja sustava
- Procjenom resursa koji će biti potrebni za provedbu procesa, kako bi se utvrdilo ograničenja prije implementacije svakog procesa unutar sustava

3.6. Stalno poboljšavanje

Ovo načelo zahtjeva od organizacije da uspostavi proces stalnog poboljšavanja – načelo jasno daje do znanja da se trenutnim stanjem, ma kako dobro bilo, nikako ne smije zadovoljiti te da uvijek treba težiti napretku.

Načine na koje bi organizacija trebala poboljšavati svoj sustav upravljanja kvalitetom je upotreba kvalitetne politike kvalitete, ciljeva kvalitete, rezultata audita, analize podataka, korektivnih i preventivnih akcija te procjene sustava od strane top menadžmenta, shematski prikazano na slici 3.4.



Slika 3.4. Prikaz strukture stalnog poboljšavanja [1]

Stalnom poboljšavanju moramo težiti kako zbog kupaca tako i zbog konkurencije. Kupci danas od dobavljača traže sve više i njihova očekivanja su velika, a tržišne se zakonitosti svakodnevno mijenjaju. Zbog toga je jako bitno biti u toku sa razvojem tržišta i kupaca te se nastojati što brže prilagođavati zahtjevima koji se stavljaju pred organizaciju.
Prisutnost konkurencije pak je jedan od razloga koji nas moraju tjerati da stalno napredujemo, poboljšavamo proces i proizvode te ulažemo u razvoj.
Odluke o poboljšanjima donose se na osnovi informacija koje se dobivaju:

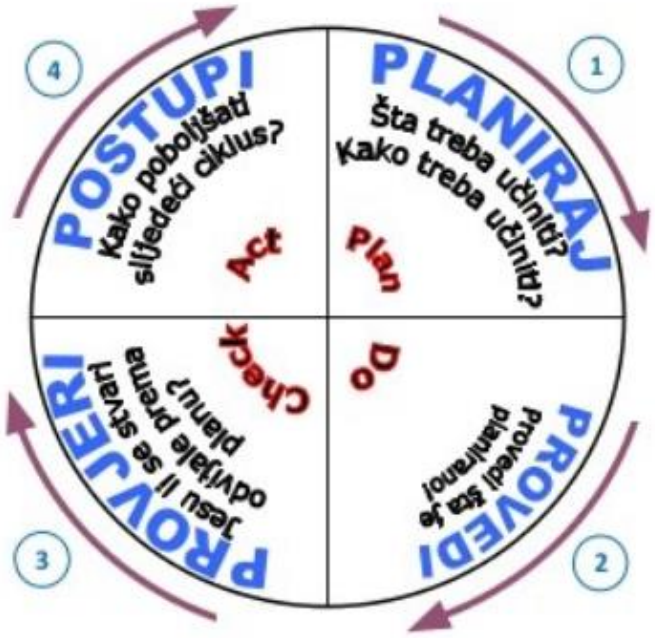
- Prilikom validacije procesa i proizvoda
- Prilikom ispitivanja i mjerenja
- Tokom internih audita
- Na osnovi zahtjeva od strane zainteresiranih strana
- Sa strane informacija od zaposlnika
- Iz financijskih analiza
- Iz podataka o servisima i reklamacijama itd.

Proces kontinuiranog poboljšavanja temelji se na konceptu kojeg je razvio američki stručnjak za kvalitetu Edward Deming.
Demingov koncept se najčešće prikazuje tzv. Demingovim ili PDCA krugom (slika 3.5).

Demingov krug opisuje četiri aktivnosti koje se odvijaju u beskonačnom procesu, potičući time kontinuirano poboljšanje. Pojednostavljeno rečeno, upravljati sigurnosnim rizicima u organizaciji prema Demingovu upravljačkom krugu znači:

1. identificirati izvore mogućih rizika, procijeniti potencijalne učinke tih ugrožavanja te planirati adekvatne mjere i aktivnosti za njihovo smanjivanje
2. planove primijeniti u praksi i dokumentirati
3. kontrolirati učinkovitost i primjerenost planova, vizualizirati rezultate poduzetih mjera
4. poboljšavati praksu i postojeća planska rješenja, tj. još otvorene ili novonastale probleme identificirati i opisati, po potrebi definirati standarde za stabilizaciju procesa. Osim toga ovaj korak rezultira predmetima koji počinju s prvim korakom (planom).

Upravljanje je prema Demingovu krugu trajna aktivnost koja rezultira stalnim poboljšanjima tj. suzbija i sprječava izvore rizika koja izravno i neizravno djeluju na kvalitetu proizvoda i usluga, odnosno poslovnih procesa u kojima se oni stvaraju. [7]



3.5. Demingov krug (PDCA dijagram) [6]

3.7. Donošenje odluka na temelju činjenica

Prema ovom načelu se od organizacije očekuje da svoje odluke donosi na temelju vjerodostojnih podataka i informacija, tj. očekuje se da postoje objektivni dokazi učinkovitosti sustava kvalitete.

Odluke i djelovanje se temelje na analizama širokog spektra podataka. Tržišne ankete i studije praćenja se također koriste u prikupljanju činjenica, posebno za osiguranje razumijevanja kupčevih potreba i zahtjeva. No pouzdane informacije se dobivaju pomoću analize podataka, a same analize doprinose povećanju produktivnosti, povećanju tržišne vrijednosti proizvoda te smanjenju količina škarta i dorada.

Također, podaci iz analiza podataka se koriste i za poboljšanje zadovoljstva kupaca te učinkovitosti cijelog sustava upravljanja kvalitetom.

Proces donošenja rješenja konkretnih problema u organizaciji ili donošenja odluka o razvojnoj politici ili politici kvalitete odvija se kroz dvije faze koje obuhvaćaju pripremu odluke i donošenje odluke, prema slici 3.6.

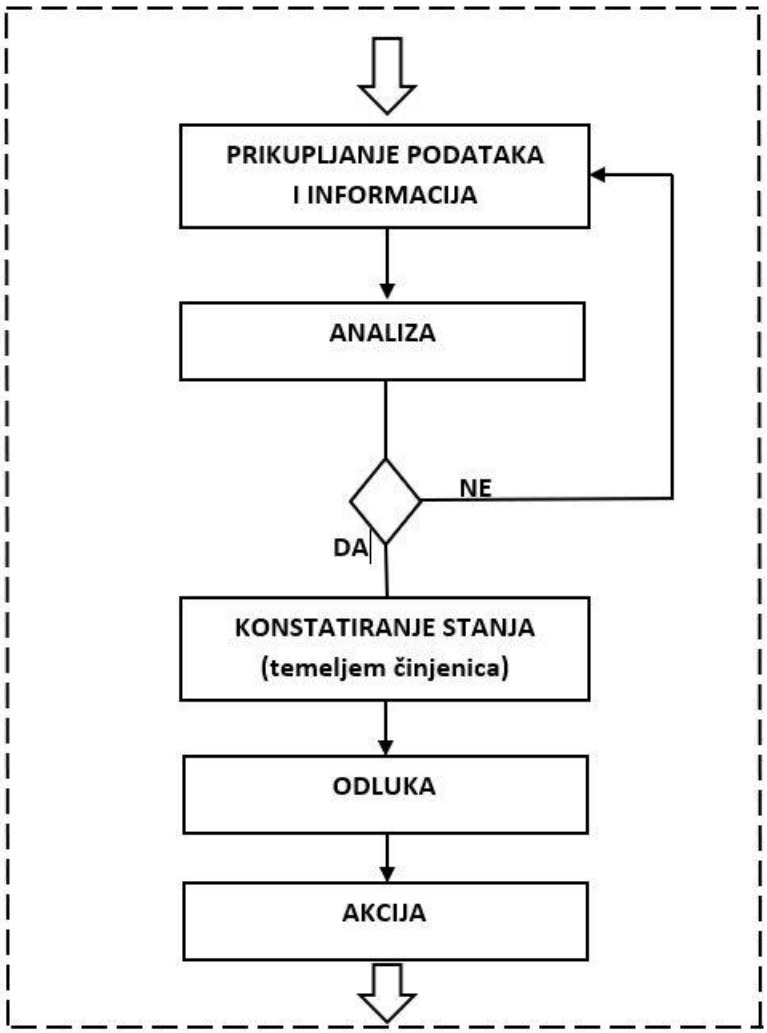
Pripremanje odluke ovisi da li se radi o odlukama koje se donose stalno i ponavljaju ili o povremenim odlukama. Odluke koje se redovito donose ne bi smjele stvarati teškoće kod dobivanja potrebnih informacija te bi sistem donošenja takvih odluka trebao biti jasno definiran.

Odluke koje se donose povremeno zahtijevaju prikupljanje relevantnih informacija i podataka prije nego se donese odluka. S obzirom da kvaliteta odluke ovisi o kvaliteti njene pripreme priprema mora biti odrađena oprezno i kvalitetno da se spriječi donošenje krive odluke. Donošenje odluke se moraju provjeriti ciljevi koji se nastoje postići odlukom, jer samo ako se zna što se želi postići je moguće donijeti kvalitetnu odluku i postići željeno. [1]

U fazi donošenje odluka razlikuje se nekoliko aktivnosti, a to su:

- Utvrđivanje ciljeva
- Grupiranje ciljeva prema prioritetima
- Vrednovanje alternativa u odnosu na ciljeve
- Izbor najbolje alternative
- Procjena najpovoljnijih učinaka prethodne odluke
- Sprječavanje negativnih posljedica posljednje odluke

Nakon odluke slijedi akcija koja bi morala generirati određen rezultat, koji pokazuje koliko smo kvalitetno pripremili i donijeli odluku.



Slika 3.6. Proces odlučivanja kroz dvije faze [1]

3.8. Partnerski odnosi s dobavljačima

Upravljanje odnosima s dobavljačima predstavlja važan organizacijski proces.

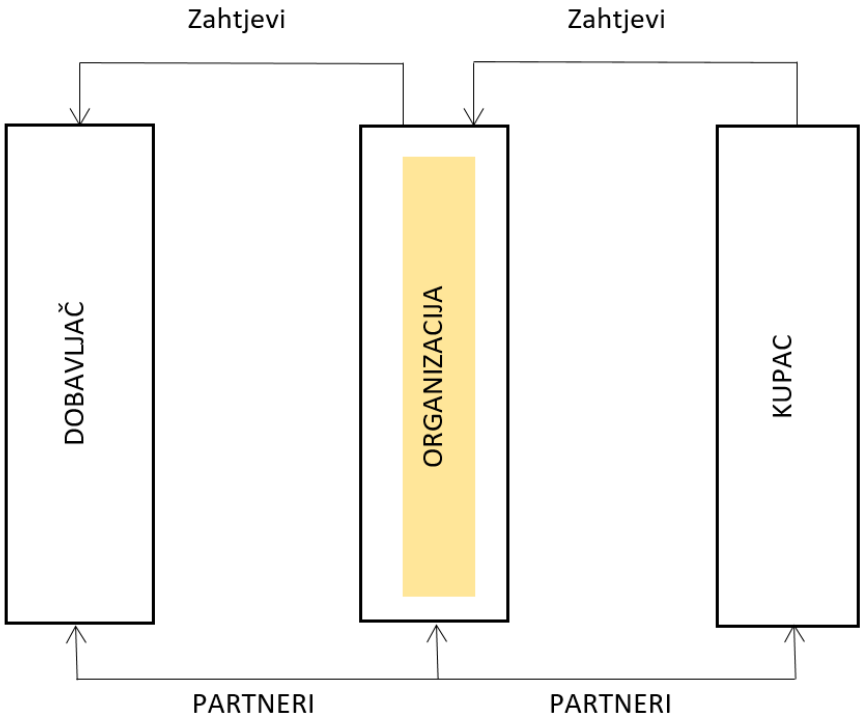
Za uspješnost poslovanja nisu dovoljni samo kvalitetni odnosi sa kupcima već i sa dobavljačima (slika 3.7.) te poduzeća svakako moraju identificirati u kolikoj mjeri pojedini dobavljač doprinosi stvaranju vrijednosti kroz proces nabave.

Prema ovome principu obostrano koristan odnos sa dobavljačem povećeva mogućnosti i jednoj i drugoj organizaciji za stvaranje vrijednosti.

Stvaranjem sustava povjerenja te partnerskih odnosa olakšava se dugoročno i kratkoročno planiranje, dolazi do optimizacije troškova i resursa te se uzročno poboljšava i kvaliteta proizvoda.

Prema istraživanjma, oko 60% prodajne cijene proizvoda se sastoji od kupljene robe. Stoga, kvaliteta dobavljača može znatno utjecati na ukupni trošak proizvoda ili usluge. Zbog toga organizacija mora biti sigurna u kvalitetu ulaznih elemenata u svoj proces te zbog toga pristup dobavljačima mora biti sustavan, kvalitetno ispitan i nadziran.

Zbog toga je i jedan od načina za dobivanje visoko kvalitetnih proizvoda i usluga taj da kupac radi s dobavljačima u partnerskom ozračju kako bi postigao istu razinu kvalitete kakva je i unutar organizacije.



Slika 3.7. Partnerski odnos sa dobavljačima i kupcima [1]

Naravno, svi ovi zahtjevi vode do pitanja kako naći i ocijeniti kvalitetnog i pouzdanog dobavljača. Prema dr. Kaoru Ishikawi postoji deset principa za osiguranje kvalitete proizvoda i usluga te sprječavanje nezadovoljavajućih uvjeta između kupca i dobavljača, a to su:

1. I kupac i dobavljač su u potpunosti odgovorni za kontrolu kvalitete
2. I kupac i dobavljač moraju biti međusobno neovisni te poštivati neovisnost jedni drugima
3. Kupac je odgovoran za pružanje jasnih zahtjeva dobavljaču kako bi on mogao točno znati što da proizvede i dostavi
4. I kupac i dobavljač trebaju sklopiti ugovor koji nije kontradiktoran s obzirom na traženu kvalitetu, količinu, cijenu, način isporuke i isplate
5. Dobavljač je odgovoran za pružanje kvalitete koja će zadovoljiti kupca i podnošenje potrebnih podataka na zahtjev kupca

6. I kupac i dobavljač trebaju odlučiti o načinu ocjenjivanja kvalitete proizvoda ili usluge na zadovoljstvo obiju strana
7. I kupac i dobavljač trebaju utvrditi u ugovoru način na koji mogu postići prijateljsko rješenje bilo kakvih sporova koji mogu nastati
8. I kupac i dobavljač trebaju kontinuirano razmjenjivati informacije kako bi poboljšali kvalitetu proizvoda ili usluge.
9. I kupac i dobavljač trebali bi obavljati poslovne aktivnosti kao što su nabava, proizvodnja, planiranje inventara, činovnički poslovi kako bi se zadržao prijateljski i zadovoljavajući odnos.
10. Kada se bave poslovnim transakcijama, kupac i dobavljač uvijek bi trebali imati na umu najbolji interes krajnjeg korisnika.

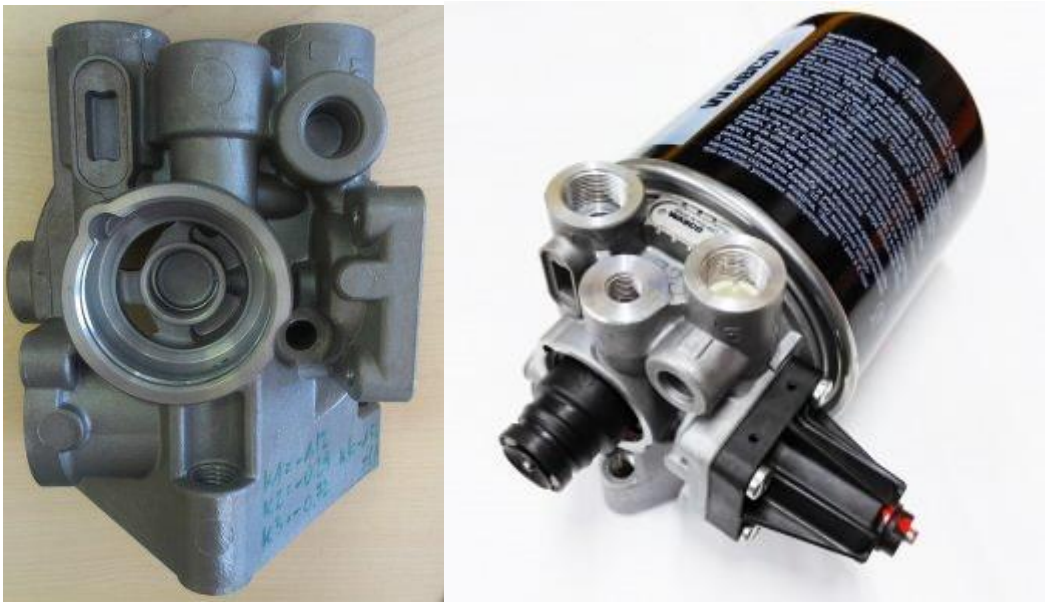
Glede izbora dobavljača, za izbor adekvatnih kriterija i mjerila organizacija mora točno znati što očekuje od dobavljača. Mora se znati njegova veličina, tehnološke mogućnosti, financijska sposobnost, osposobljenost zaposlenika, asortiman proizvoda i usluga, reference, kvaliteta proizvoda te možda i najbitnije – sa kakvim ljudima se surađuje.
Organizacija mora dobavljača učiniti svjesnim svih pojedinosti koje se odnose na zahtjeve za kvalitetom te cilj mora biti postizanje obostranog razumijevanja svih potreba i zahtjeva. Cilj je imati dobavljača koji će brzo reagirati na zahtjeve organizacije te održavati zahtjevanu razinu kvalitete svojih proizvoda i zajednički raditi na stalnom poboljšanju svoj procesa i učinaka.

Organizacija bi po pitanju odnosa sa dobavljačima trebala:

- Sve svoje aktivnosti po pitanju nabave i odnosa sa dobavljačima organizirati procesno
- Organizirati timski pristup rješavanju problema nabave
- Precizirati točne specifikacije i norme glede pitanja kvalitete materijala ili proizvoda koji se nabavljaju
- Postaviti prioritete
- Vrednovati dobavljače
- Verificirati nabavljene proizvode
- Planirati i provoditi audit kod dobavljača

4. Kontrola kvalitete u poduzeću LTH Alucast na primjeru određenog proizvoda

U ovome poglavlju će se objasniti proces proizvodnje na primjeru jednog od proizvoda tvrtke LTH Alucast, te će se također objasniti proces kontrole kvalitete tog proizvoda kroz određene proizvodne faze.



Slika 4.1. Primjer nekih od proizvoda koji se proizvode u tvrtki LTH Alucast [7]

4.1. Proces izrade isušivača zraka u poduzeću LTH Alucast

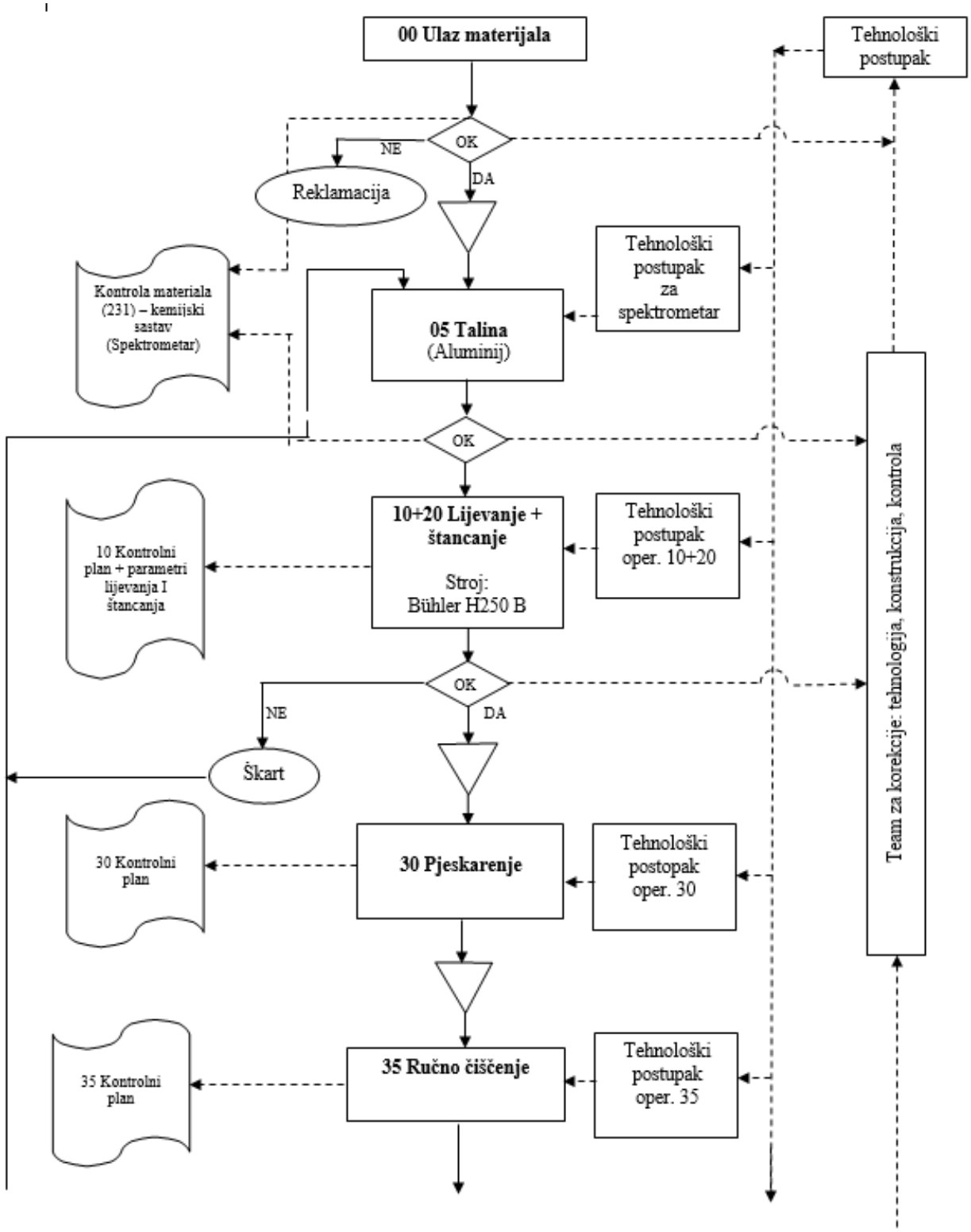
Proces izrade pumpi počinje ulazom materijala. U LTH Alucastu se lijeva isključivo aluminij, a vrste aluminijskih legura koje se koriste su Al 226, Al 230 i Al 231. Materijal prilikom ulaska prolazi kroz ulaznu kontrolu gdje se provjerava certifikat i izgled materijala te se uzorak materijala analizira na spektrometru kako bi se potvrdilo da je dostavljena zadovoljavajuća sirovina. Materijal odobren od strane kontrole se može koristiti za daljnje operacije.

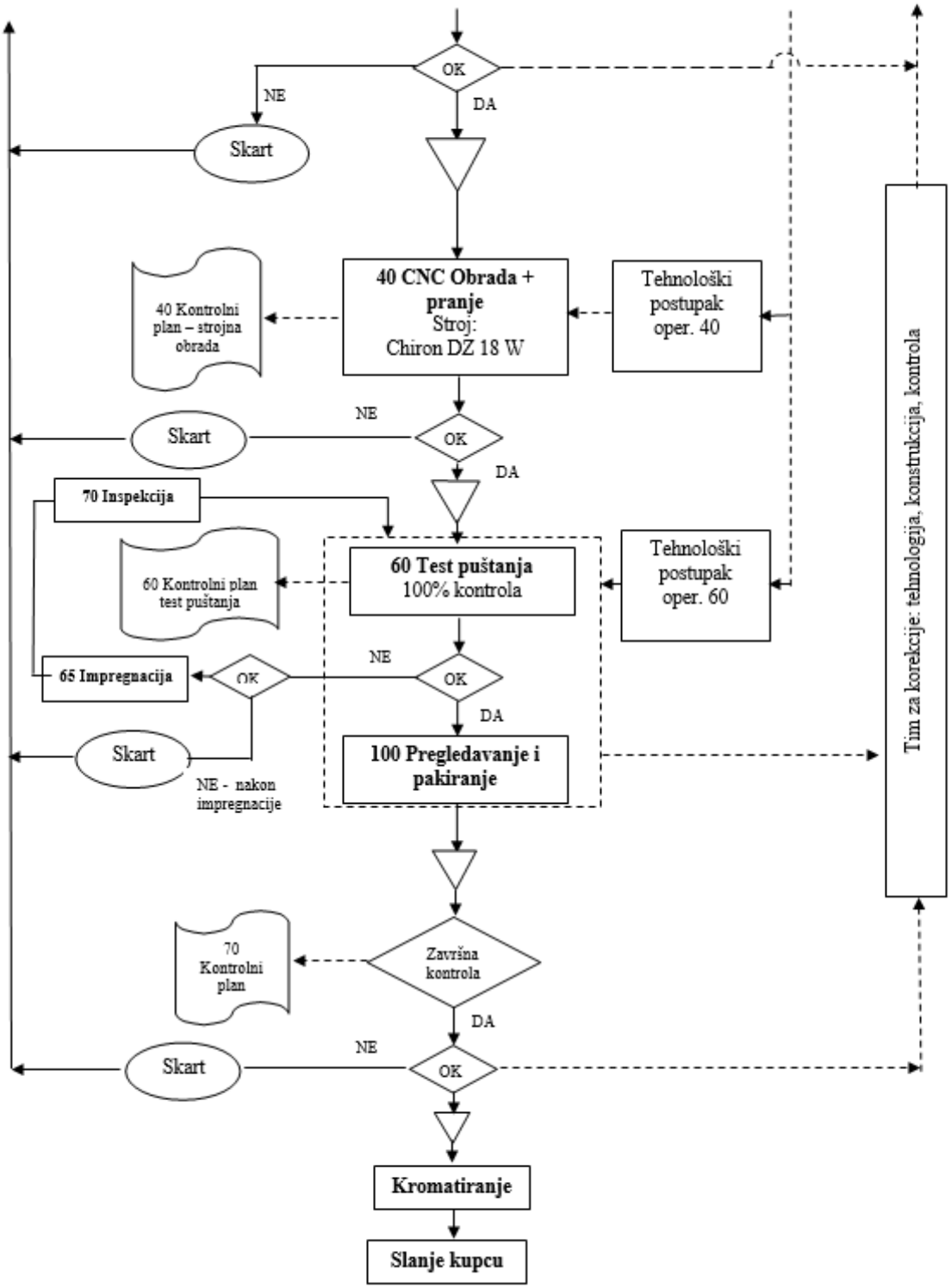
Sljedeća operacija je taljenje sirovog aluminija u talioničkim pećima, te se zatim on u posebnim kotlovima transportira do ljevačkih strojeva. U poduzeću se koriste visokotlačni ljevački strojevi kod kojih se rastaljeni metal ubrizgava pod velikim tlakom i velikom brzinom u metalni kalup. Pošto su svi procesi lijevanja u tvrtki LTH Alucast automatizirani, nakon lijevanja komadi se vade robotskom rukom iz ljevačkog stroja, hlade u vodi te štancaju nakon čega ih operater na stroju dodatno provjerava i sortira u palete u koje odlaze na daljnje operacije.

Pumpe nakon lijevanja odlaze na operaciju pjeskarenja kojom se komadi dodatno očiste od procesa lijevanja. Nakon toga slijedi operacija ručnog čišćenja na kojoj radnici skidaju oštrije srhove te pripremaju komade za proces strojne obrade.

Strojna obrada se izvodi na specifičnim strojevima za svaki proizvod. Komadi na strojnoj obradi se dimenzijski provjeravaju na početku serije te operater dodatno mjeri komade ovisno od frekvencije zadane kontrolnim planovima.
Nakon obrade komadi se dodatno čiste i peru u posebnim perilicama te se odvoze na test puštanja. Kod testa puštanja se provjerava da nema puštanja zraka u određenim komorama i priključcima pumpi kod određenog pritiska zraka, a koji se znaju pojavljivati zbog specifičnosti ponašanja aluminija kod lijevanja (pojava poroznosti, zračnih uključaka, i sl...).
Komadi koji ne prolaze test puštanja se dodatno šalju na impregnaciju i po povratku dodatno provjeravaju na testu puštanja.
Zatim se komadi još jednom pregledavaju na ostatke srha, nečistoće i ostale greške na operaciji pregledavanja te se isti pakiraju i šalju na završnu kontrolu. Po potvrdi završne kontrole da su komadi sukladni za slanje kupcu komadi se dodatno pakiraju i označuju te se šalju na kromatiranje i zatim kupcu.

Dijagram toka procesa izrade pumpi prikazan je slikom 4.2.:





Slika 4.2. Dijagram toka procesa izrade pumpi [7]

4.2. Kontrola proizvodnje na primjeru tlačnog lijevanja i strojne obrade

4.2.1. Odjel tlačnog lijevanja

U odjelu tlačnog lijevanja za kontrolu proizvoda zaduženi su operateri na tlačnom stroju te tekući kontrolori.

Sva se kontrola vrši i prati prema kontrolnome planu, koji je priložen u nastavku:

	Dokument	**KONTROLNI PLAN**												
	Kupac		Alat		Index/dat promj.			Autor			Datum originalni		Uzorak	
	BUYER		TL - 0001		**M**	**16.1.2015**		Rušec			05.06.2017.			
	Naziv odljevka		Šifra/koda		Broj nacrta			Potvrdio			Datum		Nulta serija	
	LOW BODY		**111.22**		**123 456 789 0**						**22.11.2017.**			
Napomena:	Materijal		Br. KP	Team:	Rušec			Druge potvrde/datum			Kupčeva potrda teh.		Proizvodnja	
	AL - 231		2	Kont. osoba / tel.:	00385 98 123 22 33								X	
Legenda:	K - kontrolor, AK - autokontrola, MS - mjerna stanica, T/S - tehnologija/smjenski, A - atributivno, V - varijabilno, X - karta, X - R - karta, KPC - key product characteristic, KCC - key control characteristic													

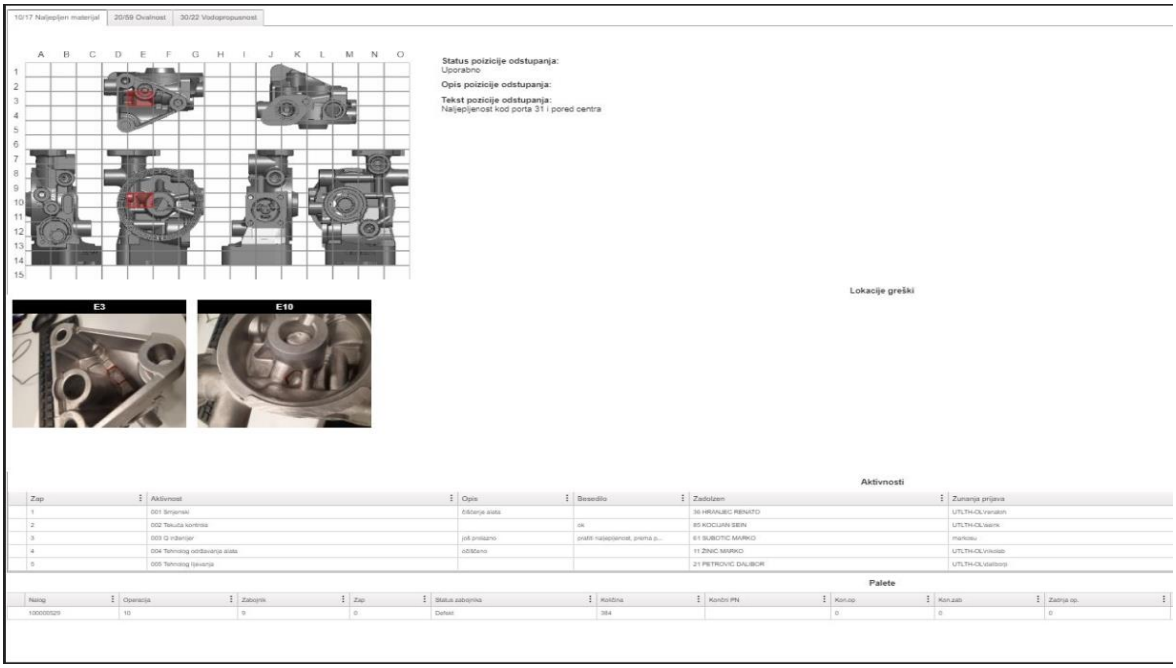
Obradak / broj procesa	Naziv proc./ opis operac	Stroj, alat, naprava	Karakteristike: Broj	Obradak	Proces	Posebne karakteristike	Metode: Obradak / proces / specifikacije / tolerance	Vrednovanje/ mjerni postupak	Izvodač mjernog postupk	Uzorak: Veličina	Uzorak: Frekvencija	Kontrolni zapis	Reakcijski plan
10+20	tlačno lijevanje-otok	po teh.postupku	1	X			Probijene sve rupe	Očno	AK-K		100%	A	Reakcijski plan br.2
			2	"			Bez nalijepljenosti i odtrgnuća/ribanja u rupama koje se obrađuju (pogledaj neobrađena mjesta nakon strojne obrade)	"	"		"	"	"
			3	"			Bez nezalitosti	"	"	1 udarac	1x/2h	"	"
			4	"			Srh dozvoljen do 2 mm oko fi 9,5	"	"	"	"	"	"
			5	"			Bez oštećenja na naležnim/nasjednim točkama za str. obradu.	"	"	"	"	"	"
			6	"			Bez utisnuća i udarenosti.	"	"	"	"	"	"
			7	"			Bez srhova na izmetačima	"	"	"	"	"	"
			8	"			Pogledaj datum lijevanja i oznake - **mora biti dobro vidljivo**	Očno	K	1 udarac	1x/smjena	"	"
			9	"			Izmetači u toleranciji -0.1 do +0.3	"	"	"	"	"	"
			10	"			Odlijan centrirni pozicioner za rupu fi2,5-CENTER→**Bez**	"	"	"	"	"	"
			11	"			Odlijana faza -naslon za vrtanje fi2,5 - UNLOADER→**Bez**	"	"	"	"	"	"
			12	"			Ispražnjenje/upuštenje za bušenje zamaknuto za 30° - PORT21	"	"	"	"	"	"
			13	"			fi4,65-0,1 (2x)(kontroliramo fi4,55 mora iti kroz) - GRIJAČ	MT	"	"	"	"	"
			14	"			fi4,8-0,1 (2x)(mjera je na prvi stepenici) - GRIJAČ	"	"	"	"	"	"
			15	"			fi42,1 +0,1 (koristimo trn s skošenjem) - GRIJAČ	"	"	"	"	"	"
			16	"			9.5/8.7/dub.52±0.2 MP - GRIJAČ						
			17	"			fi16+0.2 (dolje/na dnu fi16 do dna) - GRIJAČ	"	"	"	PPK	"	"
			18	"			fi10,4 ±0,1(teh. mjera) - 10,00 - na vrhu - **P4 in P22**	"	"	"	"	"	"
			19	"			fi12,40±0,1(teh.mjera) - 12,3 do dna(18,5) /12,5 na vrhu - **P5**	"	"	"	"	"	"
			20	"			fi10,3+0,15 (teh. mjera 10,5 ne smije ići skoz) - 3X NOGICE	"	"	"	"	"	"
			21	"			32,8 +0,3 - tehnološka mjera (mjera na nacrtu 33±0,2) (G,6)	visinomjer	"	1 udarac	1x/dan	V	"
			22	"			visina 3,5±0,2 - od vrha do vrha reber - UNLOADER	"	"	"	"	"	"
			23	"			visina 16,5±0,2 - od vrha do dna - UNLOADER	"	"	"	"	"	"
			24	"			64,5-0,2 (dubina rupe fi9+0,2)	"	"	"	"	"	"
			25	"			Poroznost - pogledaj katalog poroznosti	RTG	"	2 udarca	2x/smjena	A	"
			26	"			Uzorčno pjeskarenje-otkrivanje dvoplastnosti	pjesk.stroj	"	"	"	"	"
			27	"			Uzorčna obrada	HELLER	"	"	"	"	"
			28	"			Testiranje pod tlakom (test puštanja) dozvoljeno puštanje po mjestima mjerenja: MM1,2,3 max 30ml/min ; MM4 max 1ml/min	test puštanja / Tlačno ispitivanje	"	"	"	"	"
			29	"			Kontrola debljine vakumskog srha (smrekice) na prvim dvijema rebrin	KM	"	1 udarac	početak serije	V	"
			30		X		Temperatura taline po teh. postupku ili korekcijskom listu.	termoelement	AK		1x/dan	"	"
			31		"		Postavljanje debljine tablete i podešavanje tolerancije	stroj	"		2x/smjena	A	"
			32		"		Kontrola parametara po tehnološkom postupku i dokumentaciji za pokretanje serije (SMED)		T/S		početak serije		

Slika 4.3. Kontrolni plan za odjel lijevanja [7]

Operater na stroju kontrolira vizualno sve komade koji izlaze iz stroja te je dužan prema točkama 1. i 2. kontrolnog plana i stopostotno kontrolirati da su sve rupe probijene te da komadi nisu naljepljeni i zalomljeni u rupama koje se kasnije obrađuju. Operateri se o načinu kontrole dodatno educiraju na internim edukacijama za pojedine proizvode, a također su sa kontrolnim planom na stroju dostupne i upute za kontrolu sa vizualnim prikazom mjesta koja se kontroliraju. Točke 3. do 7. kontrolnog plana operater kontrolira svaka dva sata kako je zadano kontrolnim planom.

Operater sve greške prijavljuje putem elektronskog sistema koji nam omogućuju praćenje proizvodnje u realnom vremenu, te također na osnovi tih prijava analiziramo kvalitetu proizvoda te radimo akcije za poboljšanja.
Tekući kontrolori kontroliraju točke 1. do 31. kontrolnog plana, a frekvencija kontrole zadana je kontrolnim planom.
Važno je napomenuti da se na lijevanju najčešće kontroliraju točke koje se određuju kao kritične za daljnje procese, kako bi odljevci u što boljem stanju stigli na sljedeće operacije, posebice na strojnu obradu, a time se sprječava pojava dodatnih dorada koje utječu na tok procesa.
Također, već se i odljevci od samog početka serije lijevanja odnose na strojnu obradu i test puštanja kako bi se tamo obradili i provjerili (točke 27. i 28. u kontrolnom planu). Razlog tome je da se nastoji spriječiti da napravimo cijelu lošu seriju odljevaka koji kasnije nisu iskoristivi na strojnoj obradi tj. daljnjim operacijama. Strojnom obradom se potvrđuje da je tlačni alat u dobrom stanju te da su parametri lijevanja sukladni zahtjevanima. Ukoliko se obradom uzoraka uoči da komadi imaju određene nedostatke odmah se pristupa analizi lijevanja te se vrše korekcije u procesu.
Također, sami odljevci se kontroliraju na RTG uređaju da se provjeri da odljevci nisu porozni ili da nema određenih uključaka koji bi narušili integritet proizvoda.
S obzirom da su serije na lijevanju prilično velike (do nekoliko desetaka tisuća komada po radnom nalogu) ovakve su kontrole izuzetno bitne jer nam omogućuju pravovremenu reakciju i sprječavanje velikih količina škarta.

Jedan od glavnih alata koje koristimo za praćenje tekuće kvalitete je sustav razvijen u LTH grupaciji koji nazivamo ONK („Obavijest o nesukladnoj kvaliteti“) pomoću kojeg tekući kontrolori prijavljuju sve uočene nesukladnosti. Te se prijave automatski šalju svim odgovornim tehnolozima, bilo lijevanja, bilo strojne obrade, inženjerima kvalitete te poslovođama. Na taj način tehnolozi i poslovođe odmah dobiju informaciju o određenim problemima te je moguće što prje reagirati na probleme u proizvodnji, kao što je vidljivo na primjeru pokazanom slikom 4.4. Ukoliko su greške do problema sa alatom koje se ne mogu rješavati na stroju i sa podešavanjem parametara onda se na razini tehnologa i inženjera kvalitete odlučuje o potencijalnoj prolaznosti komada za daljnju obradu te se komadi nastavljaju raditi ili se radi odluka da se alat skida sa stroja te mijenja.



Slika 4.4. Primjer tzv. ONK izvještaja izdanog za određenu nesukladnost [7]

4.2.2. Odjel strojne obrade

U odjelu strojne obrade kontrola se također vrši prema kontrolnom planu, prikazanome na slici 4.5. U strojnoj obradi za kontrolu proizvoda zaduženi su operateri na stroju te radnici koji nastavljaju stroj tzv. nastavljači stroja.

KONTROLNI PLAN

dokument							
kupac: BUYER	Alat: TL - 0001	index/dat promj.: M 16.1.2015	autor: Rušec	datum originalni: 07.06.2017.	Uzorak		
naziv obradka: LOW BODY	kods: 111.22	Br.nacrta: 123 456 789 1	potvrdio	datum: 05.12.2017.	Nulta serija		
Napomena	materijal: AL - 231	Br. KP: 2	Team: Rušec	Druge potvrde/datum	Kupčeva potrditev teh.	Proizvodnja: X	

Legenda: K - kontrolor, AK - autokontrola, T/S - tehnologija/smjenski, A - atributivno, V - variabilno, X - karta, X - R - karta, KPC - key product characteristic, KCC - key control characteristic

Obrada k / br. procesa	Naziv proc./ opis operac	Stroj alat, naprava	Karakteristike: Broj	Obradak	Proces	Posebne karakteristike	Metode: Obradak / proces / specifikacije / tolerance	Vrednovanje/ mjerni postupak	Iz vodič mjernog pribora	Uzorak: Veličina	Uzorak: Frekvencija	Kontrolni zapis	Reakcijski plan
40	CNC obrada + bušenje	Po tehn. postopku	1	X			bez mehaničkih oštećenja i otrgnuća	očno	AK	100%		A	STOP&GO
			2	"			bez ostataka neobrađenih površina nakon strojne obrade	"	"	"		"	"
			3	"			bez ostataka špene/strugotina i srhova	"	"	"		"	"
			4	"			poroznost - vidi skicu poroznosti	"	"	"		"	"
			5	"			provjeri prijašnje/do sad sve izvrtane rupe - uputstvo za 100% kontrolu	svjetiljka / trn	"	"		"	"
			6	"			GRIJAČ - faza/kosina/upuštenje na rupi fi10,1 ne smije imati "stepenice"	Očno	"	"		"	"
			7	"			NOGICE - navoji M12x1,5(3x)	NMT	"	1kom/stezanju	zadnji u ambalaži ili na kraju smjene	"	Reakcijski plan br.2
			13	"			PORT22 - navoj M16x1,5JED dubina 11,5+1	"	"	"		"	"
			15	"			PORT21 - navoj M22x1,5JED dubina (24,5+1)	"	"	"		"	"
			17	"			PORT1 - navoj M22x1,5JED dubina 11,5 +1mm	"	"	"		"	"
			19	"			PORT4 - navoj M16x1,5JED dubina 11,5+1	"	"	"		"	"
			20	"			PRIRUBNICA - navoj M24x1,5 / 6H (D1)	MT	"	"		"	"
			21	"			PRIROBNICA - navoj M24x1,5 dubina 12,5+0,5mm	NMT	"	"		"	"
			23	"			PORT22 - fi2,8+0,1 rupa ide iz centra u PORT22	MT	"	"		"	"
			31	"			GRIJAČ - fi2,6 H13 (+0,140), dubina 8 ±0,3mm	"	"	"		"	"
			32	"			GRIJAČ - fi10,1+0,05, dubina 50±0,2	"	"	"		"	"
			33	"			PURGE VALVE - fi1+0,1	"	"	"		"	"
			34	"			PURGE VALVE - fi47 +0,2	"	"	"		"	"
			35	"			PURGE VALVE - fi40 -0,2	"	"	"		"	"
			36	"			PURGE VALVE - fi20 H9 (+0,052)	"	"	"		"	"
			37	"			PURGE VALVE - 1,85 H13 (+0,140) širina utora	"	K-AK	1kom./stezanje	PPK	"	-
			38	"			PURGE VALVE - 20,5 +0,1 (visina)	MT	AK	"	zadnji u amb.	A	-
			39	"			PURGE VALVE - visina 1,6+0,1	visinomjer	"	"	"	V	-
			40	"			PURGE VALVE - 17,25±0,1 (visina)	MT	"	"	"	A	"
			41	"			CENTER - fi8,5+0,3 - dubina max 48	"	"	"	"	"	"
			42	"			PORT21 - fi10+0,1 (donji promjer)	"	"	"	"	"	"
			43	"			PORT21 - fi17,3+0,1(promjer iznad kosine)	"	"	"	"	"	"
			44	"			PORT21 - dubina 37,2+0,2 (od vrha do dna skošenja)	visinomjer (PM-8143)	"	"	"	V	"
			45	"			PORT4 - fi2,5±0,05 (iz P4 v PURGE - fi1)	MT	"	"	"	A	"
			47	"			PORT21 - fi23,2+0,15-0,25 (JED priključak/vrh skošenja)	"	"	"	"	"	"
			48	"			PORT1 - fi23,2+0,15-0,25 (JED priključak/vrh skošenja)	"	"	"	"	"	"
			49	"			PORT1 - fi20,5+0,15, dubina 16±0,3 (JED priključak)	"	"	"	"	"	"

Redni brojevi kod mjerenja predstavljaju poziciju trnova

40	CNC obrada + bušenje	Po tehn. postopku	50	X			PORT1 - fi15+0,15, dubina 6,6+0,1 (JED priključak)	MT	AK	1kom./stezanje	zadnji u ambalaži ili na kraju smjene	A	Reakcijski plan br.2
			51	"			PORT22 - fi17,2+0,15-0,25 (JED priključak/vrh skošenja)	"	"	"		"	"
			52	"			PORT22 - fi14,5+0,15, dubina 16±0,3(JED priključak)	"	"	"		"	"
			53	"			PORT22 - fi9,5+0,15, dubina 6,6+0,1(JED priključak)	"	"	"		"	"
			54	"			PORT4 - fi17,2+0,15-0,25 (JED priključak/vrh skošenja)	"	"	"	"	"	"
			55	"			PORT4 - fi14,5+0,15, dubina 16±0,3(JED priključak)	"	"	"	"	"	"
			56	"			PORT4 - fi9,5+0,15, dubina 6,6+0,1(JED priključak)	"	"	"	"	"	"
			57	"			PORT1 - dubina 2+0,6 (dubina JED faze pri M22)	PM-1748	"	"	"	"	"
			58	"			PORT21 - dubina 2+0,6 (dubina JED faze pri M22)	PM-1748	"	"	"	"	"
			59	"			PORT22 - dubina 2+0,6 (dubina JED faze pri M16)	MT	"	"	"	"	"
			60	"			PORT4 - dubina 2+0,6 (dubina JED faze pri M16)	"	"	"	"	"	"
			61	"			PORT22 - teh.visina 9±0,15 (razlika visina P21/P1 - P22)	visinomjer	"	"	"	V	"
			62	"			visina 32±0,1 - vidi uputstva	"	"	"	"	"	"
			64	"			PURGE VALVE - visina 4±0,1- vidi uputstva	"	"	"	"	"	"
			65	"			PURGE VALVE - fi49,5+12 (+0,25)- fi utora	KM	"	"	"	"	"
			66	"			hrapavost Ra6,3 **(PURGE VALVE fi47)**	mjerač hrapavosti	K-AK	1kom / vreteno	1x/dan	"	"
			67	"			hrapavost Ra3,2C **(PURGE VALVE fi20H9)**	"	"	"	"	"	"
			69	"			hrapavost Ra0,8C **(PORT21-posnetje do fi14)**-rezati komad	"	"	"	"	"	"
			70	"			hrapavost Ra3,2C / Rmax25 **(FITING ČELNO M24X1,5)**	"	"	"	"	"	"
			71	"			hrapavost Ra3,2 **(FITING KONUS M24X1,5)**	"	"	"	"	"	"
			72	"			mjerenje po programu za PPK - POGLEDAJ I PROVJERI REZULTATE MJERENJA	ZEISS	K-AK	1kom./stezanju	PPK	"	"
			73	"			22±0,1 - vidi pogled 11	"	"	"	"	"	"
			74	"			28±0,1 - vidi pogled 11	"	"	"	"	"	"
			75	"			56±0,2 - vidi pogled 11	"	"	"	"	"	"
			76	"			20±0,1 - vidi pogled 11	"	"	"	"	"	"
			77	"			105±0,15 - vidi pogled 09	"	"	"	"	"	"
			78	"			72±0,15 - vidi pogled 09	"	"	"	"	"	"
			79	"			18±0,2 - vidi pogled 09	"	"	"	"	"	"
			80	"			8±0,2 - vidi pogled 05	"	"	"	"	"	"
			81				kontrola parametara po tehn. postupku i dokumentaciji za pokretanje serije (SMED)		T/S		početak serije		

Slika 4.5. Kontrolni plan na operaciji strojne obrade [7]

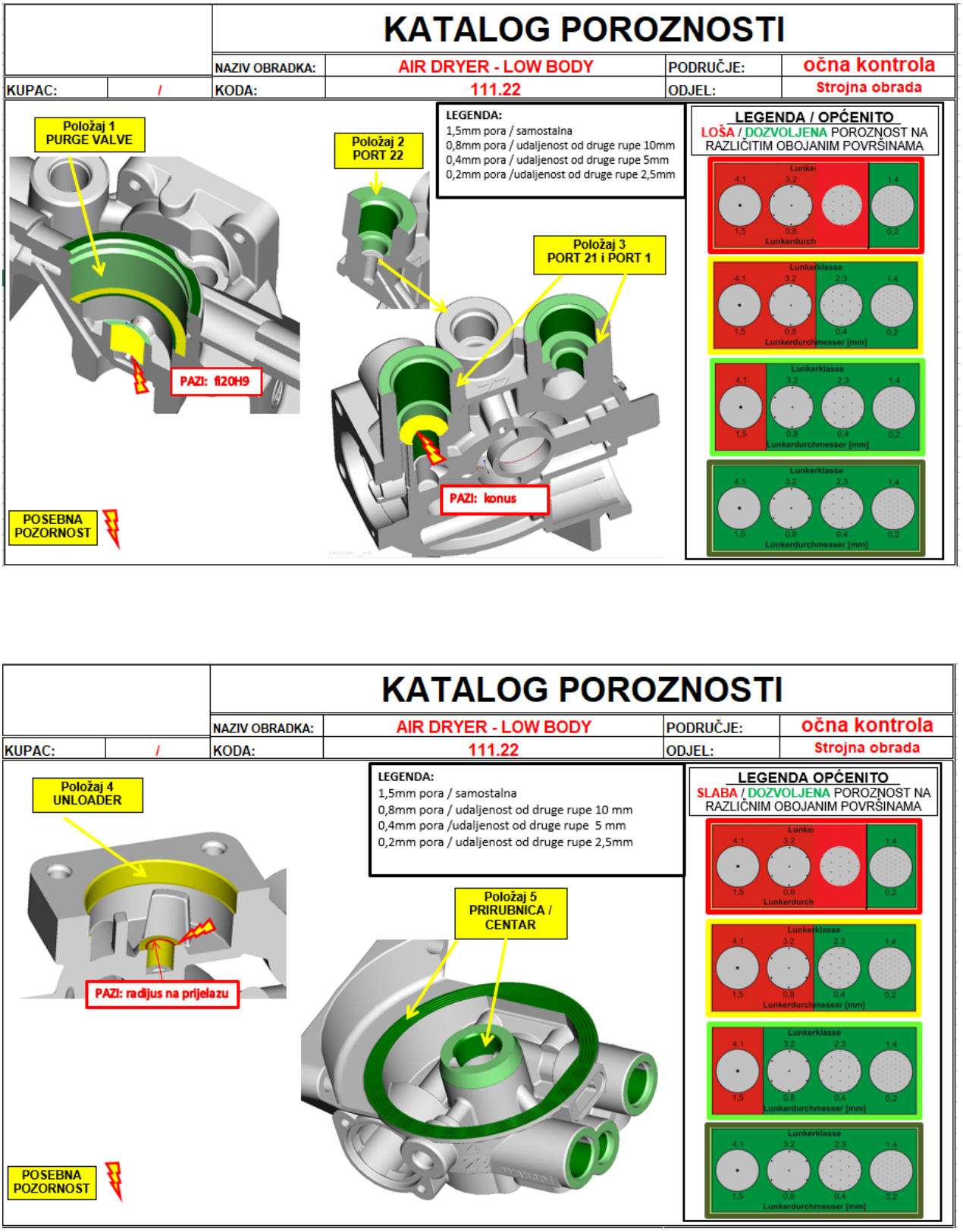
Operateri su dužni određene stvari kontrolirati sto posto i tu se najčešće radi o vizualnoj kontroli, dok se određene točke kontroliraju svakih nekoliko sati ili primjerice jednom na smjenu/paletu i sl.

Kao što je vidljivo na gore navedenom kontrolnom planu, kod proizvoda koji proučavamo vizualno se na svim komadima provjerava da nema mehaničkih oštećenja, zatim da nema neobrađenih mjesta te ono što je poprilično bitno zbog kasnije funkcije komada – da nema ostataka špene i otpadajućih srhova nakon obrade.

S obzirom da su u konačnici ovi proizvodi dio modernih kamiona, autobusa i sličnih motornih vozila te služe kao važan dio kočionih sistema tih vozila, zbog velikih pritiska zraka koji se javljaju unutar sistema tih elemenata, srhovi i špena su izuzetno nepoželjni zbog mogućnosti da kod tih velikih pritisaka uzrokuju oštećenja brtvenih dijelova i elektronike te uzrokuju potencijalan kvar u cjelokupnom sistemu.

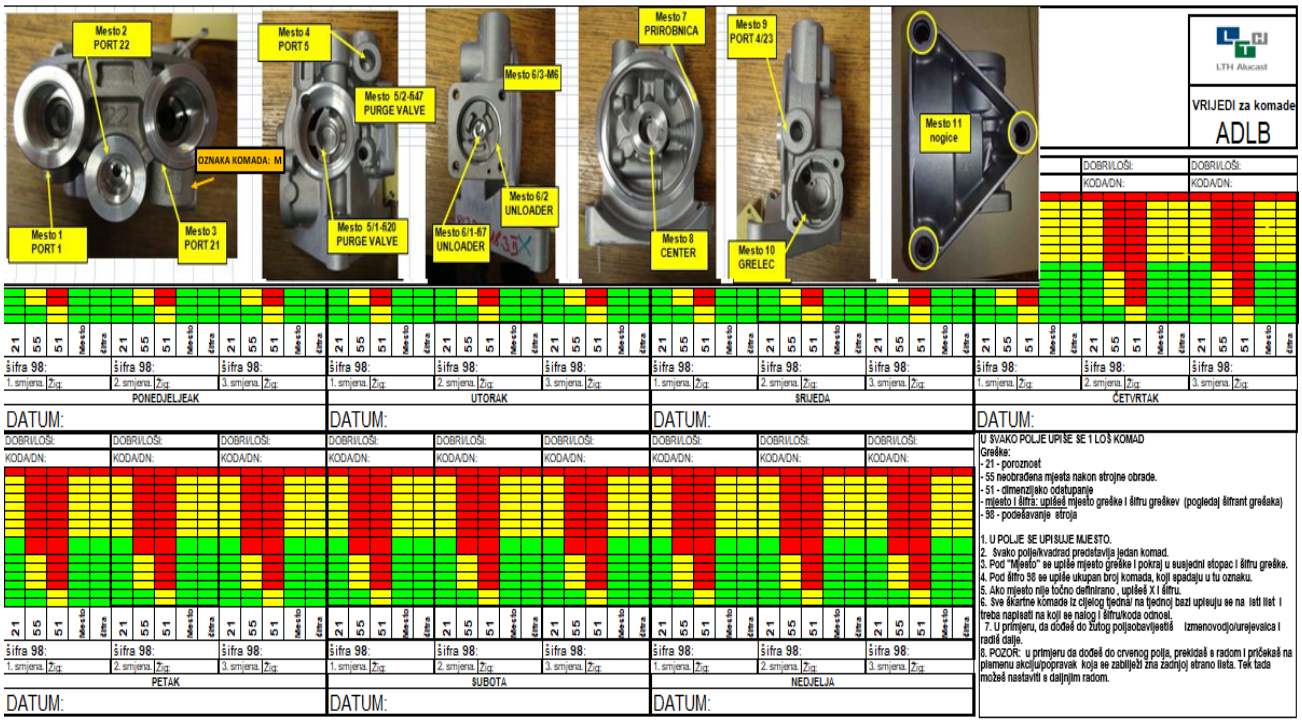
Bitna stvar koja se također kontrolira na svim komadima je poroznost. Pošto poroznost utječe na kasnije puštanje zraka kroz stijenke proizvoda i padove tlaka u sistemu cilj je odmah na obradi izdvojiti čim više poroznih komada dok se ostatak kasnije izdvaja na testu puštanja.

Primjer kataloga poroznosti prikazan u nastavku, slika 4.6:



Slika 4.6. Primjer kataloga poroznosti [7]

Također, na odjelu strojne obrade se evidentiraju i sve 100% kontrole i to pomoću tzv. STOP&GO karti, prikazanih na slici 4.7.



Slika 4.7. STOP&GO karta [7]

Komadi se osim vizualno provjeravaju i mjernim trnovima i kalibrima, te visinomjerom i pomičnim mjerkama. Također unutar tvrtke za određene mjere izrađujemo posebne naprave za kontrolu određenih točaka koje su bitne za proces a nisu pogodne za izmjeru standardnim mjernim alatima. Takve naprave omogućuju bržu i jednostavniju kontrolu. Primjer jedne takve naprave je prikazan na slici 4.8.



Slika 4.8. Primjer mjerne naprave [7]

Kao što je vidljivo iz kontrolnog plana, kod odabranog proizvoda kontrola se radi na zadnjim komadima u paleti ili na kraju smjene. Kontrolira se po jedan komad po svakom stezanju, odnosno kako se kod nas taj komad radi na stroju Heller koji ima dva stola sa po četiri stege, kontrolira se osam komada.

Svaki komad mora biti prekontroliran prema svim točkama kontrolnog plana te sva mjerenja moraju biti zadovoljavajuća.

Rezultati mjerenja se upisuju u kontrolne karte (slika 4.9.) i „ovjeravaju“ potpisom radnika. Također, jednom dnevno se provjeravaju i hrapavosti na određenim točkama proizvoda koje se također evaluiraju i upisuju u kontrolne karte.

KONTROLNA KARTA ZA ATRIBUTIVNE KARAKTERISTIKE

	OBRADAK LOW BODY	KONTR. INTERVAL zadnji u ambalaži ili na kraju smjene	AUTOR Rušec			
	KODA OBRADKA 111.22	OPERACIJA CNC obrada+ bušenje	POTVRDIO	*A*DEL		
	KODA KUPCA 12345	BR. NACRTA 123 456 789 1	INDEX f			
SEKTOR QM	BR.ALATA TL - 0001	MATERIJAL AL - 231	DATUM 20.11.2017.			

BR.	KONTROLIRATI	Veličina uzorka	Datum: SAT: AMBALAŽNA JEDINICA 1.vreteno	2.vreteno	Datum: SAT: AMBALAŽNA JEDINICA 1.vreteno	2.vreteno	Datum: SAT: AMBALAŽNA JEDINICA 1.vreteno	2.vreteno	Datum: SAT: AMBALAŽNA JEDINICA 1.vreteno	2.vreteno	Datum: SAT: AMBALAŽNA JEDINICA 1.vreteno	2.vreteno	Datum: SAT: AMBALAŽNA JEDINICA 1.vreteno	2.vreteno
7	NOGICE - navoji M12x1,5(3x)	1kom. / stezanju												
9	UNLOADER - navoji M6 (2x) ide kroz rupu	"												
10	UNLOADER - navoj M6 (2x) dubina12,5±0,3 - pri PORT21	"												
11	PORT22 - navoj M16x1.5JED dubina 11,5+1	"												
13	PORT21 - navoj M22x1.5JED dubina (24,5+1)	"												
15	PORT1 - navoj M22x1.5JED dubina 11,5 +1mm	"												
17	PRIRUBNICA - navoj M24x1.5 / 6H (D1)	"												
21	PRIRUBNICA - navoj M24x1.5 dubina 12,5+0,5mm	"												
UČESTALOST GREŠKE														
KONTROLIRAO														
BROJ ŠARŽE-SPREMNICE-PPK														

* U slučaju da stroj ne radi upiši "NE RADI"

Slika 4.9. Primjer kontrolne karte [7]

Bitna stavka kod svakog pokretanja serije na stroju je izrada tzv. PPK komada. To su prvi komadi koje uz operatera izrađuje nastavljač stroja. Ti komadi prolaze kroz kompletnu kontrolu po kontrolnom planu te dodatno provjeru svih mjera po mjernom programu na Zeiss mjernom uređaju u mjernoj stanici. Kada se potvrdi da su sve mjere unutar zadanih granica komadi se potvrđuju, potpisuju te se može početi sa izradom serije. PPK komadi se ostavljaju na posebnom mjestu na mjernom otoku, zajedno sa isprintanim mjerenjima iz mjerne stanice, te služe kao uzorci za sve kasnije provjere tijekom serije.

Kod predstavljenih komada PPK mjerenja u mjernoj stanici se rade samo na početku serije i kod duljeg zastoja stroja, no važno je napomenuti da postoje i proizvodi u LTH Alucastu koji su podvrgnuti i dnevnim/smjenskim mjerenjima ma mjernom uređaju, a sve ovisno o zahtjevanim tolerancijama i zahtjevima kupaca.
PPK komadi kao i PPK mjerenja moraju biti provjerena i potvrđena od strane mjerne stanice i nastavljača stroja, te također moraju imati i pisanu potvrdu od strane inženjera kvalitete. Cilj je da kroz cijelu seriju imamo iste komade kao što su i PPK komadi.
U slučaju da mjerenja PPK komada nisu sukladna zahtjevima vrše se korekcije na stroju te se komadi natrag nose u mjernu stanicu na ponovna mjerenja. Komadi se ne mogu odobriti tako dugo dok sve mjere prema kontrolnom planu i mjernom programu nisu sukladne zahtjevima. Iznimno, ukoliko je nemoguće korigirati proces na obradnom stroju, a do čega zna doći zbog lošijih odljevaka, komadi se dodatno provjeravaju od strane tehnologa obrade i inženjera kvalitete te se sukladno njihovoj odluci iznimno odobravaju za daljnju obradu iako nisu potpuno unutar zahtjevanih specifikacija.
Takvi slučajevi se također detektiranju putem ONK sustava, te se za sljedeće serije lijevanja traže akcije tehnologa lijevanja s ciljem sprječavanja takvih situacija na sljedećim obradama takvih komada.

Također, sve se nesukladnosti na operaciji strojne obrade prate putem ONK sistema, kao i na lijevanju. Ukoliko se uoči nesukladnost kontrolori kvalitete ili smjenovođe izrađuju izvještaj o nesukladnosti te su nastavljači strojeva i tehnolozi obrade dužni reagirati na nesukladnosti i korigirati proces. Također, loši se komadi odmah sortiraju na stroju ili se odvoze na mjesta namijenjena doradi i tamo dodatno provjeravaju i sortiraju.

5. Primjena statističkih metoda na primjeru praćenja „kritičnih“ mjera sukladno zahtjevima kupca

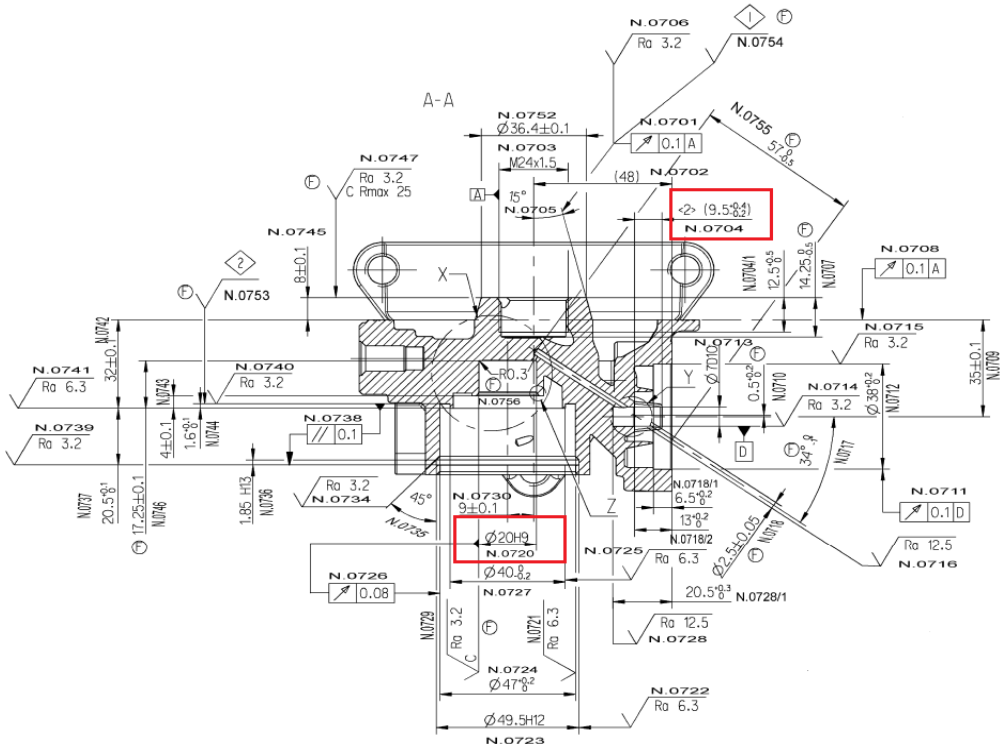
U ovom poglavlju ćemo prikazati praćenje mjerenja odabranog proizvoda tj. određenih mjera prema nacrtu, statističku obradu tih podataka te načine reakcije kod uočavanja nepovoljnog trenda kretanja praćenih dimenzija.

„Kritične“ mjere su mjere koje su bitne za kupca s razlogom da direktno utječu na samu montažu našeg proizvoda u sklop kod kupca ili su to mjere koje mogu zbog svoje važnosti utjecati na funkcioniranje cijelog vozila u eksploataciji. Te su mjere posebno definirane na nacrtu te se za njih provode dodatne kontrole, a najčešće se za te mjere traži i statističko praćenje njihova kretanja tokom procesa.

5.1. Nacrt proizvoda s odabranim mjerama za praćenje

Na odabranom proizvodu, prema zahtjevima kupca, postoje određene mjere na nacrtu koje su bitne za kasniju montažu kod kupca. Te mjere nazivamo „kritične mjere“, iz razloga da su to mjere koje mogu stvoriti najviše problema za kupca te ih je potrebno dodatno pratiti i analizirati.

Kod odabranog proizvoda te mjere su **9.5+0.4/-0.2 i ϕ20H9 (+0.052, 0)**, označeno na isječku nacrta na slici 5.1. ispod.



Slika 5.1. Isječak nacrta sa odabranim mjerama za analizu [7]

Za analizu odabranog proizvoda uzete su vrijednosti mjerene na po 30 uzoraka. Vrijednosti su mjerene mjernim uređajem Zeiss Contura, a interval mjerenja je po 1 uzorak na početku serije. Podaci su prikazani u tablici ispod:

	Ø20H9	**9.5**
1.	20,0230	9,4925
2.	20,0220	9,4965
3.	20,0216	9,4986
4.	20,0103	9,4951
5.	20,0244	9,4789
6.	20,0252	9,4942
7.	20,0256	9,4645
8.	20,0246	9,4749
9.	20,0242	9,5087
10.	20,0247	9,4852
11.	20,0218	9,5226
12.	20,0225	9,4044
13.	20,0241	9,4885
14.	20,0124	9,5712
15.	20,0128	9,4486
16.	20,0212	9,4494
17.	20,0246	9,4716
18.	20,0256	9,4338
19.	20,0183	9,5211
20.	20,2041	9,4744
21.	20,0175	9,5386
22.	20,0234	9,4318
23.	20,0114	9,3789
24.	20,0247	9,4852
25.	20,0117	9,4595
26.	20,0242	9,4702
27.	20,0102	9,4814
28.	20,0117	9,4652
29.	20,233	9,4869
30.	20,0247	9,4385

Tablica 5.1. Rezultati mjerenja 30 uzoraka

5.2. Aritmetička sredina, mod, medijan te standardna devijacija za odabrane mjere

Aritmetička sredina je u praksi najčešće korištena mjera centralne tendencije. Popularno se naziva još i prosjek. Aritmetička sredina se dobija tako što se zbroj vrijednosti promatranog obilježja podijeli s njihovim brojem.

Aritmetička sredina definirana je formulom:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \cdots + X_n}{n}$$

Aritmetička sredina mjere Ø20H9 je:

$$\bar{X} = 20{,}034\ mm$$

Aritmetička sredina mjere 9.5 je:

$$\bar{X} = 9{,}477\ mm$$

Mod je onaj podatak u danom nizu brojeva $x_1, x_2, \ldots, x_n$ koji se najčešće pojavljuje i to barem dvaput. Niz brojeva može imati jedan mod, više modova ili nijedan mod.

Mod za mjeru Ø20H9 je **20,0247**.
Mod za mjeru 9.5 je **9,4852**.

Medijan je pojam iz statistike koji određuje sredinu distribucije. Pola vrijednosti skupa (distribucije) nalazi se iznad medijana, a pola ispod.
Ugrubo, medijan se može i definirati kao „srednji broj“ u nizu. Ako podataka ima neparan broj, tj. $n = 2k + 1$, onda je $\tilde{x} = x_k + 1$, a to je upravo srednji broj u nizu. Ako podataka ima paran broj, $n = 2k$, onda nema srednjeg broja pa se $\tilde{x}$ definira kao srednja vrijednost srednja dva broja u nizu, tj. $\tilde{x} = \frac{x_k + x_k + 1}{2}$.

Medijan mjere Ø20H9 je:

$$\tilde{x} = 20{,}0230\ mm$$

dok je medijan mjere 9.5:

$$\tilde{x} = 9{,}4802\ mm$$

Standardna devijacija je statistički pojam koji označava mjeru raspršenosti podataka u skupu. Interpretira se kao prosječno odstupanje od prosjeka i to u apsolutnom iznosu.
Izračunavamo ga formulom:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(x_i - \bar{x})^2}$$

Standardna devijacija za mjeru Ø20H9 je:

$$\sigma = 0{,}0507$$

dok je standardna devijacija mjere 9.5:

$$\sigma = 0{,}0382$$

5.3. Koeficijent asimetrije α_3, mjera zaobljenosti α_4 te varijanca odabranih mjera

Mjera asimetrije je brojčana karakteristika načina rasporeda podataka.
Koeficijent asimetrije α_3 omjer je trećeg momenta oko sredina i standardne devijacije podignute na treću potenciju tj. $\alpha_3 = \frac{\mu^3}{\delta^3}$. Temelj mjere je treći moment oko nule (μ^3).
Za negrupirane podatke izračunavamo ga pomoću forumule : $\mu^3 = \frac{\sum(x_1 - \bar{x})^3}{N}$
Koeficijent asimetrije α_3 uobičajno poprima vrijednosti iz intervala ±2, a ponekad i veće vrijednosti.
Zaobljenost modalnog vrha distribucije mjeri se **koeficijentom zaobljenosti α_4.**
On je omjer četvrtog momenta oko sredine i standardne devijacije na četvrtu potenciju tj. $\alpha_4 = \frac{\mu^4}{\delta^4}$.
Četvrti moment računamo formulom $\mu^4 = \frac{\sum(x_1 - \bar{x})^4}{N}$.

Varijanca je prosječno kvadratno odstupanje od prosjeka, tj. od aritmetičke sredine. Varijanca (σ^2) je jednaka drugom momentu oko sredine, a računamo je pomoću formule:

$$\mathbf{\sigma^2} = \frac{v_1+v_2+\cdots+v_n}{n} = \frac{(x_1-\bar{x})^2+(x_2-\bar{x})^2+\cdots+(x_n-\bar{x})^2}{n}$$

Broj koji dobijemo predstavlja srednje kvadratno odstupanje (raspršenost) zadanih brojeva oko njihove aritmetičke sredine.

	Ø20H9				**9.5**		
	X_i	$(x_i-\bar{x})^3$	$(x_i-\bar{x})^4$		X_i	$(x_i-\bar{x})^3$	$(x_i-\bar{x})^4$
1.	***20,0230***	-1,331x10^{-6}	-1,464x10^{-8}	**1.**	***9,4925***	3,723 x10^{-6}	5,772 x10^{-8}
2.	***20,0220***	-1,728x10^{-6}	2,0736x10^{-8}	**2.**	***9,4965***	7,414 x10^{-6}	1,446 x10^{-7}
3.	***20,0216***	-1,906 x10^{-6}	2,364 x10^{-8}	**3.**	***9,4986***	1,007 x10^{-5}	2,177 x10^{-7}
4.	***20,0103***	-1,331x x10^{-5}	1,262 x10^{-6}	**4.**	***9,4951***	5,929 x10^{-6}	1,073 x10^{-7}
5.	***20,0244***	-8,847 x10^{-7}	8,439 x10^{-9}	**5.**	***9,4789***	6,859 x10^{-9}	1,303 x10^{-11}
6.	***20,0252***	-6,815 x10^{-7}	5,977 x10^{-9}	**6.**	***9,4942***	5,088 x10^{-6}	8,752 x10^{-8}
7.	***20,0256***	-5,927 x10^{-7}	4,978 x10^{-9}	**7.**	***9,4645***	-1,953 x10^{-6}	2,441 x10^{-8}
8.	***20,0246***	-8,305 x10^{-7}	7,807 x10^{-9}	**8.**	***9,4749***	-9,261 x10^{-9}	1,945 x10^{-11}
9.	***20,0242***	-9,412 x10^{-7}	9,224 x10^{-9}	**9.**	***9,5087***	3,185 x10^{-5}	1,009 x10^{-6}
10.	***20,0247***	-8,044 x10^{-7}	7,480 x10^{-9}	**10.**	***9,4852***	5,514 x10^{-7}	4,521 x10^{-9}
11.	***20,0218***	-1,815x10^{-6}	2,215x10^{-8}	**11.**	***9,5226***	9,482 x10^{-5}	4,324 x10^{-6}
12.	***20,0225***	-1,521 x10^{-6}	1,749 x10^{-8}	**12.**	***9,4044***	-3,826 x10^{-4}	2,778 x10^{-5}
13.	***20,0241***	-9,703 x10^{-7}	9,606 x10^{-9}	**13.**	***9,4885***	1,521 x10^{-6}	1,749 x10^{-8}
14.	***20,0124***	-1,0077 x10^{-5}	2,177x10^{-7}	**14.**	***9,5712***	8,358 x10^{-4}	7,874 x10^{-5}
15.	***20,0128***	-9,528 x10^{-6}	2,019 x10^{-7}	**15.**	***9,4486***	-2,291 x10^{-5}	6,505 x10^{-7}
16.	***20,0212***	-2,097 x10^{-6}	2,684 x10^{-8}	**16.**	***9,4494***	2,102 x10^{-5}	5,803 x10^{-7}
17.	***20,0246***	-8,306 x10^{-7}	7,807 x10^{-9}	**17.**	***9,4716***	-1,575 x10^{-7}	8,503 x10^{-10}
18.	***20,0256***	-5,927 x10^{-7}	4,978 x10^{-9}	**18.**	***9,4338***	-8,062 x10^{-5}	3,483 x10^{-6}
19.	***20,0183***	-3,869 x10^{-6}	6,076 x10^{-8}	**19.**	***9,5211***	8,576 x10^{-5}	3,782 x10^{-6}
20.	***20,2041***	4,921 x10^{-3}	8,372x10^{-8}	**20.**	***9,4744***	-1,758 x10^{-8}	4,569 x10^{-11}
21.	***20,0175***	-4,492 x10^{-6}	7,412 x10^{-8}	**21.**	***9,5386***	2,337 x10^{-4}	1,439 x10^{-5}
22.	***20,0234***	-1,191x10^{-6}	1,262 x10^{-8}	**22.**	***9,4318***	-9,234 x10^{-5}	4,174 x10^{-6}
23.	***20,0114***	-1,154 x10^{-5}	2,608 x10^{-7}	**23.**	***9,3789***	-9,441 x10^{-4}	9,261 x10^{-5}
24.	***20,0247***	-8,044 x10^{-7}	7,480 x10^{-9}	**24.**	***9,4852***	5,514 x10^{-7}	4,521 x10^{-9}
25.	***20,0117***	-1,109 x10^{-5}	2,473 x10^{-7}	**25.**	***9,4595***	-5,359 x10^{-6}	9,379 x10^{-8}
26.	***20,0242***	-9,412 x10^{-7}	9,224 x10^{-9}	**26.**	***9,4702***	1,139 x10^{-2}	2,138 x10^{-9}
27.	***20,0102***	-1,348 x10^{-8}	3,208 x10^{-7}	**27.**	***9,4814***	8,518 x10^{-8}	3,784 x10^{-10}
28.	***20,0117***	-1,109 x10^{-5}	2,473 x10^{-7}	**28.**	***9,4652***	-1,643 x10^{-6}	1,939 x10^{-8}
29.	***20,2330***	7,881 x10^{-3}	1,568 x10^{-3}	**29.**	***9,4869***	9,703 x10^{-7}	9,606 x10^{-9}
30.	***20,0247***	-8,044 x10^{-7}	7,480 x10^{-9}	**30.**	***9,4385***	-5,707 x10^{-5}	2,197 x10^{-6}
	$\sum x$	0,0127	0,00157			0,0111	0,00023

Tablica 5.2. Podaci za izračun koeficijenta asimetrije i zaobljenosti

Koeficijent asimetrije α_3 za mjeru Ø20H9

$$\alpha_3 = \frac{\mu^3}{\delta^3}$$

Treći moment oko sredine: $\mu^3 = \frac{\sum(x_1-\bar{x})^3}{N} = \frac{0,0127}{30} = 4,233 * 10^{-4}$

$$\alpha_3 = \frac{\mu^3}{\delta^3} = \frac{(4{,}233 * 10^{-4})^3}{0{,}0507^3} = 5{,}819 * 10^{-7}$$

Koeficijent asimetrije α_3 za mjeru 9,5

Treći moment oko sredine: $\mu^3 = \frac{\sum(x_1 - \bar{x})^3}{N} = \frac{0{,}0111}{30} = 3{,}7 * 10^{-4}$

$$\alpha_3 = \frac{\mu^3}{\delta^3} = \frac{(3{,}7 * 10^{-4})^3}{0{,}0382^3} = 9{,}087 * 10^{-7}$$

Koeficijent zaobljenosti α_4 za mjeru Ø20H9:

$$\alpha_4 = \frac{\mu^4}{\delta^4}$$

Četvrti moment oko sredine: $\mu^4 = \frac{\sum(x_1 - \bar{x})^4}{N} = \frac{0{,}00157}{30} = 5{,}233 * 10^{-5}$

$$\alpha_4 = \frac{\mu^4}{\delta^4} = \frac{(5{,}233 * 10^{-5})^4}{0{,}0507^4} = 1{,}134 * 10^{-12}$$

Varijanca za mjere Ø20H9 i 9.5 je:

$$\boldsymbol{\sigma^2_{20H9} = \frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \cdots + (x_n - \bar{x})^2}{n} = \frac{(20{,}023 - 20{,}034)^2 + (20{,}022 - 20{,}034)^2 + \cdots + (20{,}025 - 20{,}034)^2}{30} = 0{,}00257}$$

$$\boldsymbol{\sigma^2_{9.5} = \frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \cdots + (x_n - \bar{x})^2}{n} = \frac{(9{,}4925 - 9{,}477)^2 + (9{,}4965 - 9{,}477)^2 + \cdots + (9{,}4385 - 9{,}477)^2}{30} = 0{,}00146}$$

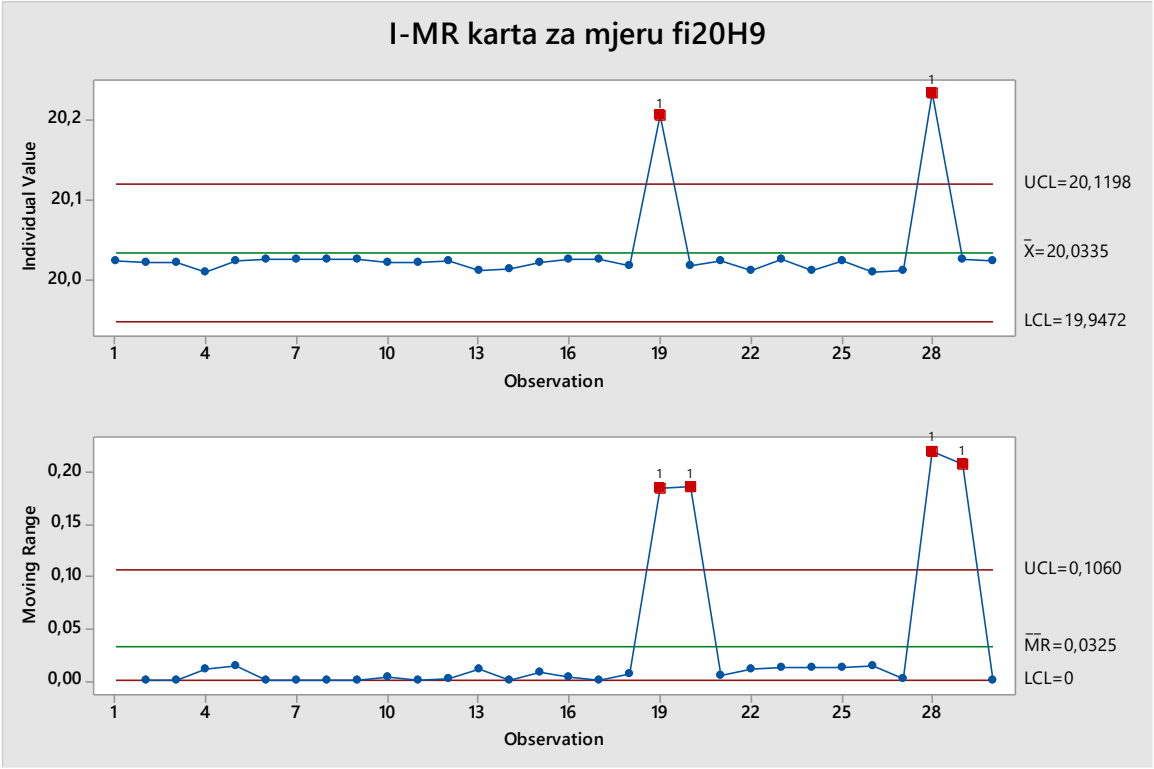
5.4. x-MR karta za odabrane karateristike

Upotrebljava se kada se ne može omogućiti statistički uzorak, odnosno kada je veličina uzorka jednaka jedinici (n=1).

Naziv karta sa pomičnim rasponom dat je zbog toga što se raspon izračunava između dva uzastopna ispitivanja, tako da je broj raspona za jedan manji od broja izmjerenih.

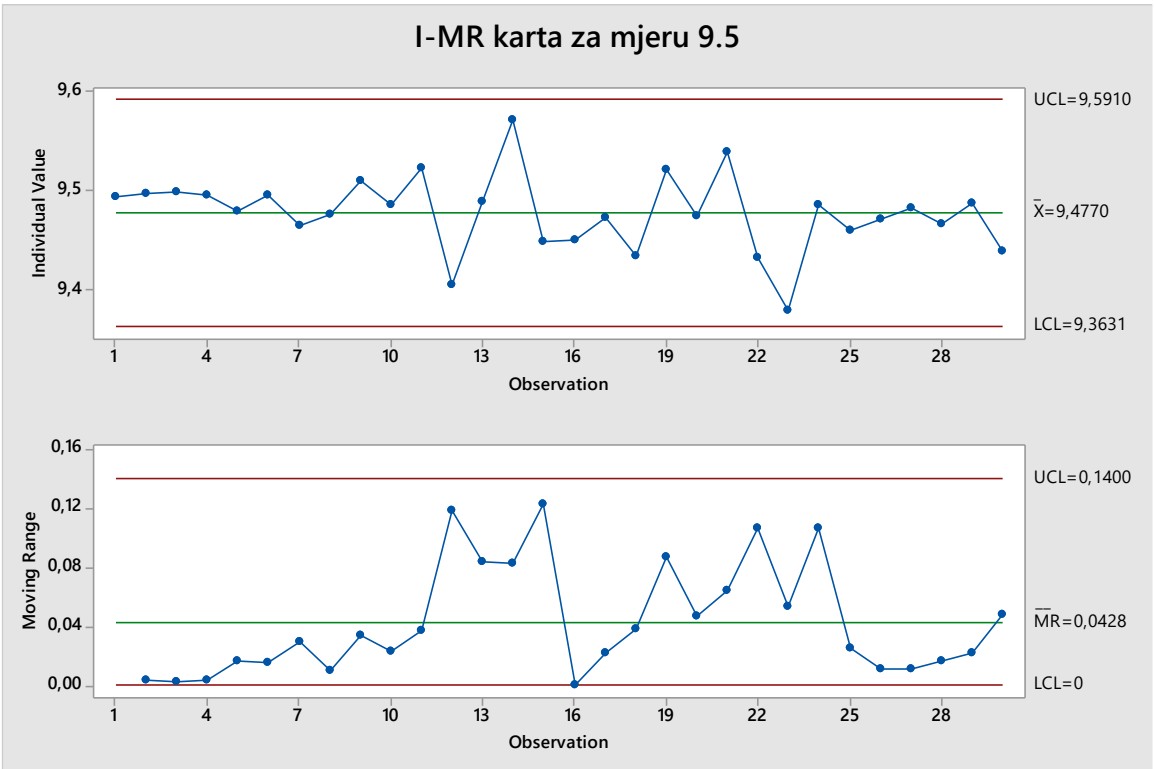
Kod provođenja 100% kontrole kvaliteta, npr. kod složenih proizvoda, skupih agregata (turbine, generatori, pumpe) koje se rade u malim količinama, registriraju se parametri kvalitete i prate uz pomoć ovakvih kontrolnih karata. Pored toga, ima i takvih tehnoloških procesa gdje je dovoljno izvršiti jedno ispitivanje da bi se ocijenila čitava proizvedena masa. Ovaj slučaj se javlja u procesnoj i kemijskoj industriji, npr. u proizvodnji piva, alkoholnih pića i kemikalija.

x-MR karta za mjeru Ø20H9 prikazana je slikom 5.2:



Slika 5.2. I-MR karta mjere fi20H9 [7]

x-MR karta za mjeru 9.5 prikazana je slikom 5.3:



Slika 5.3. I-MR karta mjere 9.5 [7]

5.5. Procjena sposobnosti procesa na primjeru statističke analize odabranih karakteristika

Sposoban proces je onaj proces koji može proizvoditi jedinice unutar zahtijevanih granica (granica specifikacije).
Sposobnost procesa se procjenjuje računanjem tzv. indeksa sposobnosti procesa.
Proces je sposoban ako je raspon zahtjeva veći ili jednak od raspona procesa.
Raspon zahtjeva tj. tolerancijsko područje je područje između gornje (USL) i donje granice zahtjeva (LSL).
Raspon procesa podrazumijeva područje unutar ±3 standardna odstupanja (6σ) u odnosu na sredinu procesa (99.73% površine ispod krivulje normalne razdiobe kojom se aproksimira proces).

5.5.1. Indeksi sposobnosti procesa

Procjenjivanje sposobnosti procesa može pripadati jednoj od sljedećih kategorija:

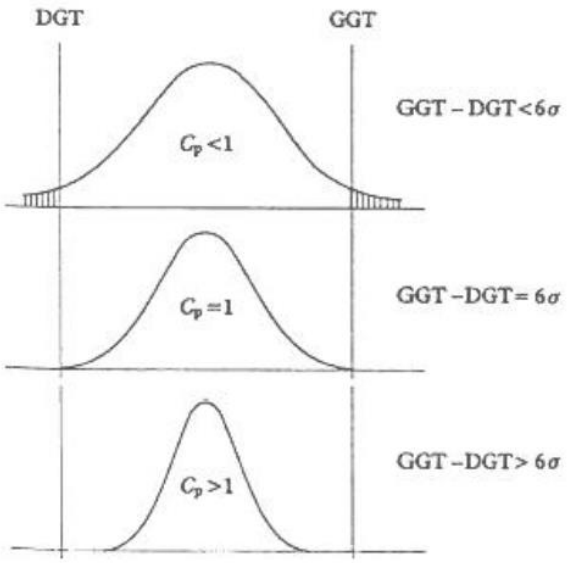
- Sposobnost procesa u dužem vremenskom razdoblju (Long-Term Process Capability)
- Preliminarna sposobnost procesa (Preliminary Process Capability)
- Sposobnost procesa u kratkom vremenskom razdoblju (Short-Term Process Capability)

U ovom radu orijentirati ćemo se na sposobnost procesa u dužem vremenskom razdoblju. U ovom slučaju indeksi sposobnosti se računaju tokom dužeg vremenskog razdoblja u kojem se procjenjuje da su se dogodili svi mogući utjecaji varijacija procesa (preporuka je da se radi o barem 20 dana).

Potencijalna sposobnost C_p (Potential Capability of Process)

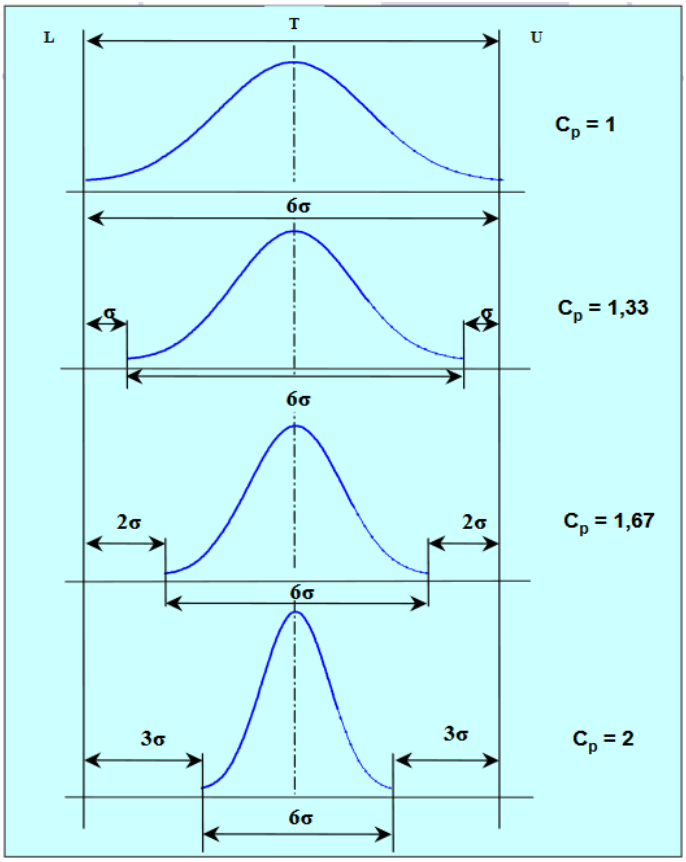
Dobiva se iz temeljnog uvjeta sposobnosti, dakle: $C_p = \frac{T}{6\sigma}$

Ovako procijenjeno standardno odstupanje naziva se „standardno odstupanje iz uzoraka“.
Iznos indeksa C_p nam pokazuje da li proces može biti sposoban – što je iznos indeksa C_p veći to je rasipanje manje.



Slika 5.4. Potencijalna sposobnost procesa [3]

U današnje doba je minimalni zahtjev da najmanja vrijednost indeksa C_p iznosi 1,33, uz uvjet da većina tvrtki podiže tu granicu na vrijednost 1,67 odnosno $C_p \geq 2$.



Slika 5.5. Različite vrijednosti indeksa Cp prema normalno distribuiranom procesu [3]

Donja i gornja potencijalna sposobnost C_{pL} i C_{pU} (Lower and Upper Potential Capability)

Indeksi C_{pL} i C_{pU} pokazuju nam kako je smješten procesa u odnosu na granice specifikacija. To se postiže usporedbom iznosa indeksa C_{pL} i C_{pU}:

- jednaki iznosi ukazuju na potpunu centriranost procesa (iznosi indeksa jednaki iznosu indeksa C_p)
- iznos manji od 1 ukazuje na pojavu nesukladnosti
- proces je pomaknut prema granici specifikacije manjeg iznosa indeksa

Demonstrirana izvrsnost C_{pk} (Demonstrated excellence)

Njome se mjeri udaljenost očekivane vrijednosti i najbliže granice zahtjeva, bilo gornje bilo donje, a u obzir se uzima samo polovica rasipanja procesa, što iznosi 3σ.
Ovim indeksom moguće je ustvrditi položaj procesa u odnosu na granice zahtjeva, to jest njegovu centriranost.

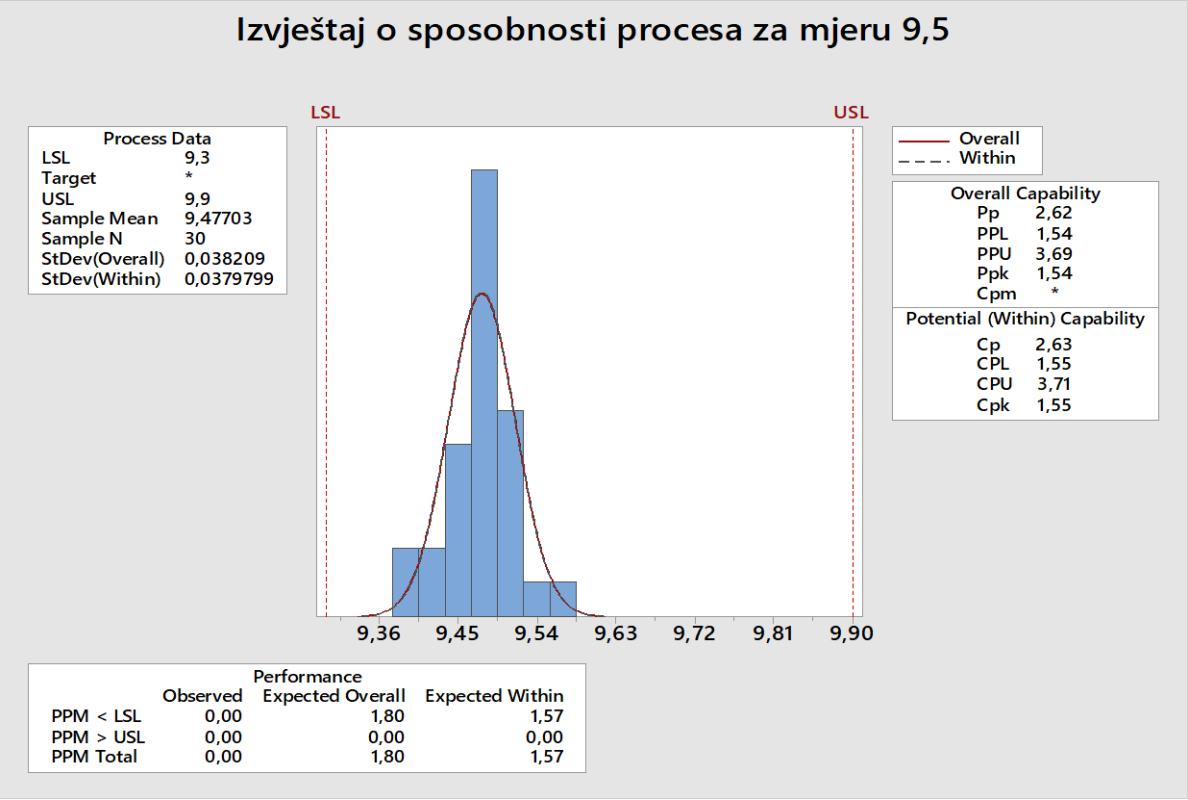
Što je veća vrijednost Cpk, to će biti manja količina proizvoda koji su izvan dopuštenih granica.
Veza između indeksa Cp i Cpk matematički se prikazuje kao:

$$C_{pk} = (1 - k) * C_p$$

Ako je proces idealno centriran tada je *k* jedanak nuli i $C_{pk} = C_p$.
Pomicanjem procesa od ciljane vrijednosti *k* se povećava, a C_{pk} postaje manji od C_p.

5.5.2. Procjena sposobnosti procesa za mjeru 9.5

Na primjeru mjere 9.5mm izračunati ćemo sve prije navedene indekse sposobnosti procesa.



Slika 5.6. Izvještaj o sposobnosti procesa za mjeru 9.5mm [7]

Kao što je vidljivo iz dijagrama sa slike 5.6, ovdje se radi o normalnoj razdiobi procesa. Sam proces je više centriran prema donjoj granici tolerancije iako je i dalje unutar granica tolerancije. Razlog tome je da se na obradi nastoji ići „dublje“ u odljevak zbog pojave naljepljenosti na komadima koje zna uzrokovati pojavu neobrađenih mjesta nakon obrade pa se na taj način to pokušava spriječiti.

Također je vidljivo da je C_{pL}=1,55 , dok je C_{pU}=3,71. S obzirom da je proces pomaknut prema granici specifikacije manjeg iznosa indeksa, i iz ovoga možemo zaključiti da proces naginje donjoj granici tolerancije.

Što se tiče vrijednosti Cp i Cpk, vidimo da nam je vrijednost Cp=1,55 te je prilično veća od vrijednosti Cpk, što nam govori da je proces sposoban i da smo unutar zadanih tolerancija, no sam proces nije centriran što nam pokazuje i graf.

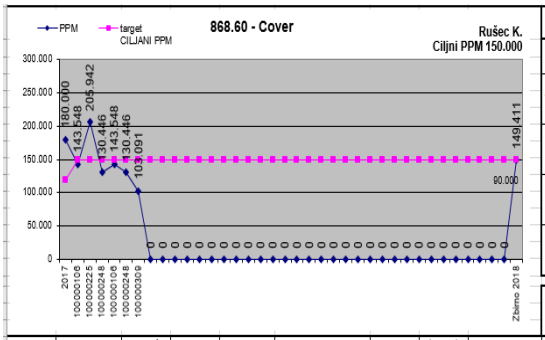
S obzirom na dobivene podatke vidljivo je da je potrebno napraviti određena poboljšanja ili podešavanja kako bi se postigla bolja centriranost procesa.

5.6. Analiza procesa te praćenje kretanja kritičnih mjera tokom procesa strojne obrade u tvrtki LTH Alucast

S obzirom na zahtjeve kupaca i samog standarda ISO TS 16949, neprestano poboljšanje sustava i kvalitete proizvoda je jedan od osnovnih ciljeva tvrtke.

U skladu s tim provode se razni načini praćenja i unapređenja proizvodnje. Jedan od načina praćenja koje provodimo je tzv. ABC (Pareto) analiza (slika 5.7.).

Pareto analiza je slikovito prikazivanje informacija s ciljem pronalaženja iz velikog broja utjecajnih faktora, koji su na primjer sa stanovišta kvalitete, oni od najveće važnosti. Ova analiza pokazuje, da vrlo često mali broj uzroka proizvodi najveći dio učinka. S tim u vezi poznato je pravilo 80:20, koje kaže da 20% uzroka čini oko 80% sveukupnih učinaka/posljedica. Ova se iskustva mogu upotrijebiti za određivanje prioriteta korekcijskih i preventivnih mjera.



Aktivnosti na aktivnim nalozima (activitys on actual orders)

order nalog	ppm	reason greška	root cause and corrective action uzrok i akcija	responsible/deadline
100000309		21-poroznost	1. proces lijevanja - začepljeni vakuum kanali --> AKCIJA: češća kontrola uljevnog sistema tokom smjene od strane smjenovođa i operatera na strojevima; napraviti dodatne upute radnicima	D. Ević / 20.03.18.

Aktivnosti na zatvorenim nalozima (activitys on closed orders)

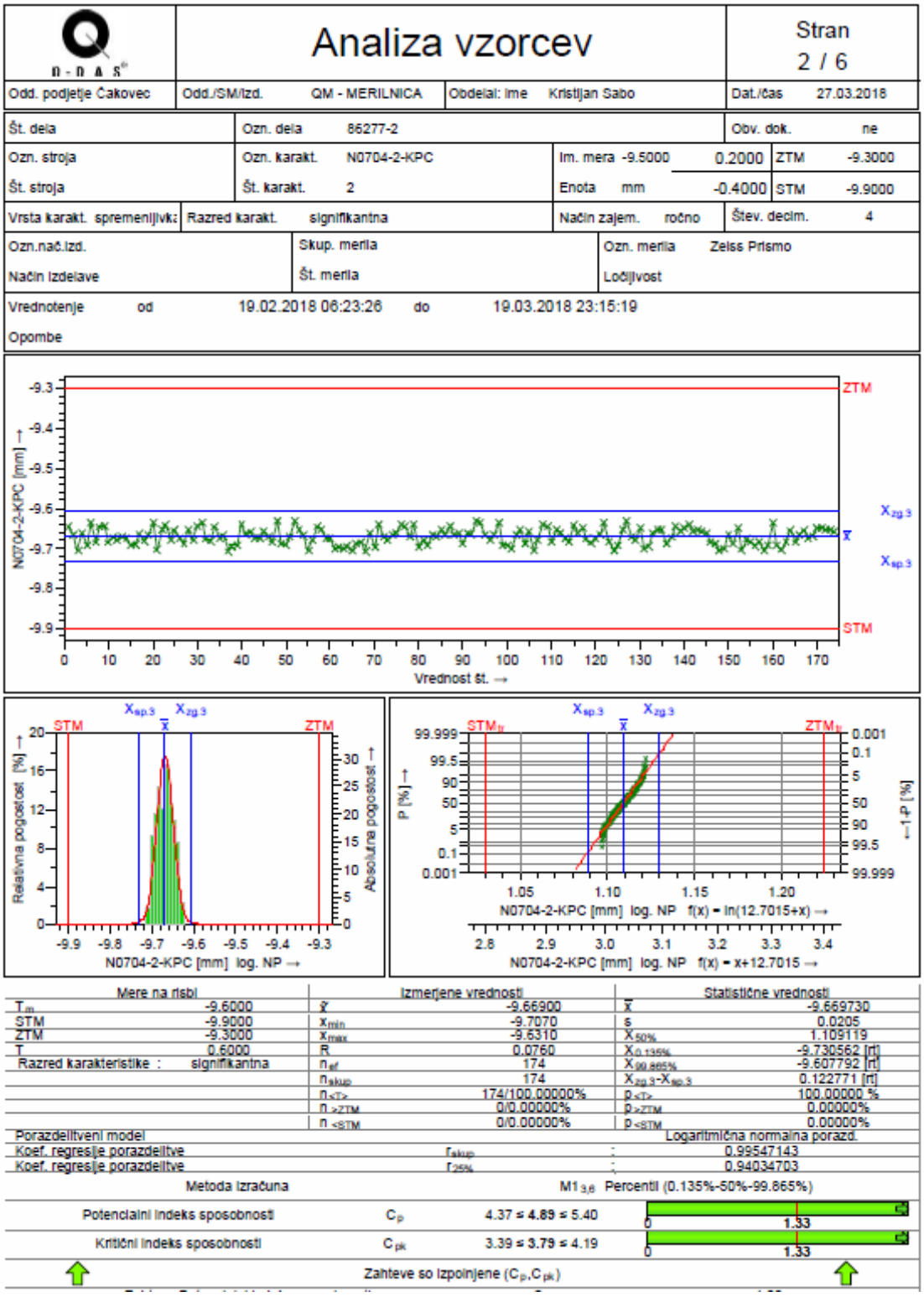
code artikel	order nalog	good pcs dobri	scrap pcs škart	produced zbirno	week KT	PPM	target CILJANI PPM	reason greška	root cause razlog	corrective action akcija za otklanjanje greške	responsible odgovoran	deadline termin	done Yes/No odrađeno DA/NE
868.60	2017			0		180.000	120.000						
86860	100000106	16.819	2.819	19.638	16	143.548	150.000	21;51;61					
86860	100000225	10.156	2.634	12.790	16	205.942	150.000	21 - poroznost; 55 - neobrađena mjesta; 51 - dimenzijska odstupanja	1. različit kriterij radnika kod kontrole 2. stezanje komada 3. stezanje komada - zamaknuta obrada	1. edukacija radnika - fokus poroznost 2. novi stroj - potrebne određene adaptacije stroja 3. edukacija radnika glede stavljanja surovaca u stroj / provjera stegi	1. Rušec K. 2. Održavanje 3. Marašić B.	1.09.03.2018. 2. 23.02.18 3. 26.02.18	1. DA 2. DA 3. DA
86860	100000248	3.293	494	3.787	16	130.446	150.000	21;37;55					

Slika 5.7. Primjer ABC analize jednog od proizvoda [7]

Na osnovi praćenja količina škarta i uzroka tog škarta po radnim nalozima, stvara se akcijski plan kojim se definiraju aktivnosti potrebne za otklanjanje grešaka te osobe odgovorne za izvršenje ili koordinaciju tih akcija. Izvršene aktivnosti se analiziraju te se prati njihova učinkovitosti na mjesečnim sastancima.

S obzirom da većina kupaca ima određene mjere na svojih proizvodima koje se karakteriziraju kao KPC (Key process charactheristic), za takve se mjere tokom procesa proizvodnje vrši stalno statističko praćanje, kao što je prikazano na slici 5.8. Tehnolozi te inženjeri kvalitete su dužni

stalno pratiti stanje tih mjera, te prema potrebi reagirati na devijacije u procesu. Na taj način se osigurava da su najbitnije mjere pod stalnom kontrolom te da se potencijalne greške uočavaju u najbržem mogućem roku što nam omogućava stabilno funkcioniranje procesa te utječe na smanjenje troškova proizvodnje.



Slika 5.8. Statističko praćenje kritičnih mjera [7]

6. Temeljni alati korišteni u autoindustriji („CORE TOOLS“)

U visokokonkurentnim okruženjima autoindustrije, organizacije se suočavaju sa tri istovjetno važna zadatka:

- Pružiti proizvode visoke kvalitete koji ispunjavaju ili premašuju očekivanja kupaca
- Očuvati održivi volumen proizvodnje
- Isporučivati proizvode na vrijeme

U skladu s tim, AIAG (Automotive Industry Action Group) je zajedno s proizvođačima automobila razvio skup metodologija i tehnika za poboljšanje učinkovitosti sistema upravljanja kvalitetom baziranog na IATF-u 16949 – tzv. temeljni alati kvalitete.
To su:

- ***Napredno planiranje kvalitete proizvoda (APQP)***
- ***Analiza utjecaja i posljedica pogrešaka (FMEA analiza)***
- ***Analiza mjernih sistema (MSA)***
- ***Statistička kontrola procesa (SPC)***
- ***Postupak odobravanja dobavljačeva proizvoda (PPAP)***

6.1. Napredno planiranje kvalitete proizvoda (APQP)

APQP je proces koji omogućuje proizvođaču da pokaže da može dizajnirati i proizvoditi proizvod u skladu sa zahtjevima kupaca. Glavni ciljevi APQP-a su učinkovita komunikacija između zainteresiranih strana, pravodobno dovršavanje zadataka, smanjenje troškova kvalitete i minimiziranje rizika povezanih s kvalitetom tijekom lansiranja proizvoda.

Napredno planiranje kvalitete uključuje*:* planiranje i definiranje faza procesa, dizajn i razvoj proizvoda, dizajn i razvoj procesa proizvodnje, provjeru proizvoda i procesa, procjenu povratnih informacija glede proizvoda te provođenje korektivnih mjera na osnovi informacija o proizvodu i procesu. [10]

Planiranje i definiranje faza procesa je osmišljeno s ciljem da bi se osigura da se potrebe i očekivanja kupaca jasno razumiju.

Tokom ove faze definiraju se ciljevi dizajna proizvoda, ciljevi pouzdanosti proizvoda, preliminarna sastavnica proizvoda, popis posebnih karakteristika traženih dizajnom proizvoda ili procesom izrade, plan osiguranja proizvoda te potrebna logistička podrška.

Dizajn i razvoj proizvoda obuhvaća temeljitu analizu zahtjeva za projektiranje/dizajn proizvoda i zaključuje se ocjenom o pouzdanosti dizajna.

Dizajn i razvoj procesa proizvodnje - ova faza osigurava da su očekivanja kupaca i zahtjevi dizajna pažljivo ugrađeni u proizvodni proces. U ovoj fazi definiraju se: dijagram toka procesa, FMEA analiza, kontrolni plan, specifikacije i standardi pakiranja proizvoda, procesne upute, plan analize sustava mjerenja, preliminarna studija sposobnosti procesa, itd...

Provjera proizvoda i procesa – svrha ovog dijela je da se dokaže da su prijašnje aktivnosti bile produktivne i adekvatno provedene. U ovoj fazi se proizvodi probna/razvojna serija te se pomoću statističke kontrole procesa (SPC) te analize mjernog sistema (MSA) ocjenjuje sposobnost da se pokrene serijska proizvodnja.

Nakon toga se pristupa serijskoj proizvodnji te se na temelju povratnih informacija o proizvodu i procesu provode korektivne radnje. Naučene lekcije iz svake faze projekta koriste se za uspostavljanje novih razina znanja te se stvara baza podataka koja služi za provođenje poboljšanja na sljedećim projektima.

6.2. Analiza utjecaja i posljedica pogrešaka (FMEA analiza)

FMEA analiza (Failure Mode Effect Analysis) je metoda za razumijevanje i sprječavanje incidenata koji nastaju kao posljedica djelovanja nesigurnih uvjeta ili djelovanja prijetnji.

FMEA omogućuje da se:

- sustavno pregledavaju i procjenjuju sve moguće greške s razmatranjem na njhove posljedice na kupce
- odrede mogući uzroci pogrešaka
- ocjene specifikacije proizvoda ili procedure za nadzor procesa s obzirom na njihove mogućnosti za otkrivanje i prevenciju pogrešaka

- kroz procjenu mogućnoti pojave i otkrića pogreške te efekta na klijenta formiraju prioriteti
- uspostave odgovarajuće dizajnerske i proizvodne ispitne mjere, te odredi odgovornost za njihovo izvršavanje
- u skladu s novim procesima korigiraju indentifikacijske i preventivne mjere

U slučaju izmjena proizvoda ili proceesa proizvodnje FMEA treba biti prilagođena novom procesu što znači da se treba konstantno održavati.
Analiza čimbenika rizika kod analize temelji se na mišljenjima eksperata koja nastaju na temelju iskustva i/ili povijesnih podataka.
Iz tog razlika FMEA metodu smatramo subjektivnom. Čimbenici rizika definiraju se prema unaprijed zadanim tablicama u kojima kvalitativnom opisu jačine promatrane pojave odgovara kvantitativni iznos.
Rizik se izračunava kao matematička funkcija (RPN) koja zavisi od učinka (S), vjerojatnosti (O) da će određeni slučaj dovesti do pojave greške povezane s definiranim učincima te sposobnosti detekcije greške (D), tj.:

RPN = [S] x [O] x [D]

Četiri su osnovne vrste FMEA analize:

1. FMEA sustava
2. FMEA dizajna
3. FMEA procesa
4. FMEA usluge

a najčešće se koriste FMEA dizajna (DFMEA) te FMEA procesa (PFMEA).

Analiza sustava koristi se u ranom razvoju koncepta dizajna. Sustavna analiza se fokusira na potencijalne greške koje nastaju u međuovisnosti pojedinih fukcija sustava, a njihovi uzroci su manjkavosti u sustavu ili nedostaci u samim pojedinačnim funkcijama sustava.

Analiza dizajna koristi se za analizu proizvoda prije nego što osmišljeni dizajn proizvoda bude realiziran u proizvodnji. Ova vrsta analize najviše je orijentirana na pogreške u samom dizajnu

koje mogu generirati probleme. Iako je dizajn proizvoda ono što korisnik prvo primjeti na proizvodu te proizvod mora biti atraktivan, atraktivnost ni u kom slučaju ne smije biti ostvarena kroz žrtovovanje zahtjevane razine kvalitete proizvoda.
FMEA analiza je u ovom slučaju „putokaz“ prema postizanju optimuma u obje komponente.

Analiza procesa promatra korake u procesu s ciljem eliminiranja koraka koje uzrokuju pogreške identificiranja varijabli procesa koje je potrebno kontrolirati. U svakom procesu definiraju se ulazni i izlazni zahtjevi, kontrolne mjere i potrebni resursi za uspješnu realizaciju pojedinih procesnih koraka. U svakom procesu definiraju se ulazni i izlazni zahtjevi, kontrolne mjere i potrebni resursi za uspješnu realizaciju pojedinih procesnih koraka. U primjeni procesne FMEA analize potencijalni korisnik tj. potrošač definira se kao sljedeći procesni korak, procesna operacija ili čak dobavljač.
Bez jasne definicije procesa i procesnih koraka nije moguće ostvariti maksimalne koristi od primjene FMEA metode, budući da postoji mogućnost zanemarivanja bitnih dijelova procesa i fokusiranje na područja koja s aspekta kvalitete i troškova ne zahtijevaju tako veliku pažnju.
FMEA analiza procesa otkriva moguće pogreške koje mogu: utjecati na kvalitetu proizvoda, smanjiti pouzdanost proizvoda, uzrokovati nezadovoljstvo korisnika i opasnost za sigurnost i okoliš.

Analiza usluge se koristi kod analize usluge prije nego ta sama usluga bude pružena korisniku. Prilikom primjene analize utjecaja i posljedice pogrešaka na uslugama, do izražaja najviše dolazi raznolikost shvaćanja pojma kvalitete od strane korisnika usluge, kroz subjektivan osjećaj zadovoljstva ili nezadovoljstva pruženom uslugom.

FMEA ANALIZA
(Process FMEA)

Šifra proizvoda:	PN 100000001			Izradio:	Kristijan Rušec							Br. FMEA :	001 /2018							
Revizija/Indeks:	2			Potvrdio:	Marko Markić							Izradio:	Kristijan Rušec							
Ime proizvoda:	SHEET COVER			Datum potvrde:	08.05.2018.							Datum izrade:	05.05.2018.							
												Datum promjene:								

	Tip procesa / Zahtjev	Potencijalna pogreška	Potencijalna posljedica pogreške	Utjecaj na kupca	Klasa	Potencijalni uzroci greški	Vjerojatnost događanja	Trenutačne procesne kontrole	Mogućnost otkrivanja	R.P.N.	Preporučene akcije	Odgovoran & Termin rješavanja akcije	Action Results					
													Poduzete akcije	Utjecaj na kupca	Vjerojatnost događanja	Mogućnost otkrivanja	R.P.N.		
1	ULAZ MATERIJALA	Različit zahtjev za tipom materijala	Kvar kod kupca	8		Naručen krivi tip materijala	2	Provjera narudžbe materijala	6	96				0	0	0	0		
2	IQC	Dimenzije i debljina lima van tolerancije	Nemogućnost montaže proizvoda	6		Nesukladan sirovi materijal	2	Ulazna kontrola materijala	6	72				0	0	0	0		
		Izgled sirovog materijala ne odgovara zahtjevima	Loš izgled proizvoda	5		Nesukladan sirovi materijal	3	Vizualna provjera materijala	6	90				0	0	0	0		
		Oštećena i uvijena limena ploča	Reklamcija kupca	5		Kupcu poslan nesukladan proizvod	3	Vizualna provjera 100%	6	90				0	0	0	0		
3	SKLADIŠTENJE MATERIJALA	Pomiješani različiti tipovi materijala	Kontaminacija (korodiranje) limenih ploča	5		Ploče lima neadekvatno skladištene	2	Svaki tip materijala ima svoje mjesto u skladištu. Nehrđajući čelik odvojen od željeznih ploča.	6	60				0	0	0	0		
4	LASERSKO REZANJE	Rez izvan tolerancije	Nemogućnost montaže proizvoda	8		Kalibracija stroja/ korišten krivi program rezanja	2	Prvi komad 100% prema nacrtu, od drugog komada prema uzorku/prvom komadu	4	64				0	0	0	0		
5	SAVIJANJE	Savijanje izvan tolerancije	Nemogućnost montaže komada kod kupca	5		Nesukladna kalibracija stroja	4	Prvi komad 100% prema nacrtu, od drugog komada prema uzorku/prvom komadu	4	80				0	0	0	0		
			Nemogućnost montaže komada kod kupca	5		Nepravilno pozicioniranje komada u stroj	4	Dimenzijska provjera prema planu uzorčenja	5	100				0	0	0	0		
		Alat oštećuje proizvod	Loš vizualni izgled proizvoda	5		Prejaka sila savijanja	4	Vizualna provjera 100%	6	120				0	0	0	0		
7	UTISKIVANJE MATICA/ ZAKOVICA	Korištenje krivog tipa pema	Nemogućnost korištenja proizvoda od strane kupca	8		Oerater ne prati proceduru rada	2	Prvi komad 100% prema nacrtu, od drugog komada prema uzorku/prvom komadu	6	96				0	0	0	0		
		Nesukladan navoj	Nemogućnost montaže proizvoda kod kupca	8		Greška kod namještanja rada troja	2	Prvi komad provjeren navojnim trnom	6	96				0	0	0	0		
		Utisna matica krivo pozicionirana	Nemogućnost montaže proizvoda kod kupca	8		Nesavjestan rad operatera	2	Svaki komad provjeren po specifičnom nacrtu	6	96				0	0	0	0		
		Dimenzije matice izvan tolerancije	Nemogućnost montaže proizvoda kod kupca	8		Dobavljač poslao neodgovarajuće matice	2	Ulazna kontrola robe/materijala	6	96				0	0	0	0		
7	POCINČAVANJE (dobavljač)	Nesukladna debljina prevlake	Debljina prevlake izvan tolerancija	6		Dobavljač koristi drugi tip pocinčavanja	2	Vizualna kontrola 100%	6	72				0	0	0	0		
		Krivo pakiranje komada nakon pocinačavanja	Komadi ogrebani	5		Nepoštivanje uputa za pakiranje	3	Vizualna provjera 100%	6	90				0	0	0	0		
7	ULAZNA KONTROLA	Nesukladna debljina cink prevlake	Debljina prevlake izvan tolerancija	5		Dobavljač ne poštuje zahtjeve kupca	3	Vizualna provjera 100%	6	90				0	0	0	0		
9	PLASTIFIKACIJA	Nesukladna debljina sloja boje	Debljina boje izvan tolerancija	6		Dobavljač koristi krivu boju	2	Vizualna provjera 100%	6	72				0	0	0	0		
		Krivo pakiranje komada nakon pocinačavanja	Komadi ogrebani	6		Nepoštivanje uputa za pakiranje	5	Vizualna provjera 100%	4	120	Izrada dodatnih uputa za pakiranje	Rušec 08.06.2018.	Upute dostavljene kooperantu.	5	4	4	80		
11	FINALNA KONTROLA	Dimenzijska te vizualna	Nemogućnost korištenja proizvoda od strane kupca	4		Greška na jednoj od prethodnih faza	4	Finalna kontrola prema zadanom uzorku	5	80				0	0	0	0		
12	PAKIRANJE	Nesukladno završno pakiranje	Komadi oštećeni ili ogrebani	4		Nepoštivanje uputa za pakiranje	4	Vizualna provjera 100%	6	96				0	0	0	0		
13	DOSTAVA ROBE KUPCU	Nepotpuni / nepravilni popratni dokumeti	Odbijanje pošiljke od strane kupca	4		Reklamacija od strane kupca	4	Vizualna provjera 100%	6	96				0	0	0	0		
		Krivo označeni komadi	Odbijanje pošiljke od strane kupca	5		Nepažnja radnika kod pakiranja	4	Vizualna provjera	6	120				0	0	0	0		

Slika 6.1. Primjer FMEA analize na primjeru procesa izrade limene pozicije [7]

FMEA analiza se provodi u dva dijela. Prvo se pronalaze pogreške, a zatim se analiziraju i određuje njihov utjecaj na cjelokupni proces.

Određuju se tri faktora za svaku potencijalnu pogrešku,a to su: *utjecaj na kupca, vjerojatnost događaja/greške* te *mogućnost otkrivanja greške* i na osnovi njih se određuje RPN tj. indeks prioriteta.[12]

Indeks prioriteta (RPN – Risk priority index) je indeks koji se izračunava umnoškom težinskih bodova vjerojatnosti greške, utjecaja na kupca i mogućnosti otkrivanja greške. Vrijednost indeksa ne bi smjela biti veća od 100, odnosno u slučaju da je veća od 100 traže se korektivne radnje nakon kojih se radi nova analiza.

Slučajevi sa najvećim indeksom prioriteta imaju primarnu važnost i za njih trebaju biti uspostavljene preventivne mjere i statističko praćenje procesa.

Vjerojatnost događaja opisuje mogućnost da dođe do greške te se procjenjuje skalom od jedan do deset, prema tablici 6.1.

Takva tabela se razvija suradnjom odjela razvoja,proizvodnje i kvalitete te je za svaku tvrtku jedinstvena ovisno o procjenema pojave određenih događaja.

Vjerojatnost	*frekvencija*	*bodovi*
Neznatna Malo je vjerojatno da se pojavi greška	0	1
Jako mala Sposobnost procesa leži van specifikacijskih granica ili postotka dozvoljenih greški za <1/20.000. Dizajn se odnosi na raniji dizajn za koji su prijavljene relativno male greške. Proces je statistički kontroliran.	<1/20.000	2
Sposobnost procesa leži van granica za 1/20.000 do 1/2.000.	1/10.000 1/5.000	2 3
Mala Dizajn se odnosi na raniji dizajn u kojem se povremeno dogode greške ali ne od velikog značenja.	1/2.000 1/2.000 1/1.000 1/200	3 4 5 6
Usporedivo s ranijim procesom proizvodnje, u kojem se povremeno javljaju greške ali ne od ključnog značaja. Proces je kontroliran, leži van granica tolerancije za 1/1.000 do 1/200.	1./1.000 1/500 1/200	4 5 6
Umjereno Dizajn odgovara dizajnu koji je prije uzrokovao višestruke probleme	1/100	7
Usporedivo s ranijim procesom proizvodnje koji je vodio prema greškama. Proces je kontroliran. Sposobnost leži van granica tolerancije za 1/100 do 1/50	1/...20 1/100 1/..200	8 7 8
Visoka Gotovo je sigurno da će se dogoditi greška od velikog značenja. Vjerojatnost pogreške je 1/10 do 1/2	1/...10 1/.....2	9 10

Tablica 6.1. Tablica za procjenu predviđene vjerojatnosti pojave greške [11]

Utjecaj na kupca nam pokazuje kako će se utjecaj greške reflektirati na kupca te se također mjeri skalom od jedan do deset. Tablica sa procjenom utjecaja greški na kupca te težinski bodovi koji se pridjeljuju određenom utjecaju prikazani su u tablici 6.2.

Utjecaj za kupca	*bodovi*
Nevjerojatno je da će greška imati kakav primjetni efekt na ponašanje sustava. Kupac vjerojatno neće primijetiti grešku.	1
Greška je **nevažna**, i kupac je samo malo uznemiren. Kupac će vjerojatno primijetiti malo oštećenje u sustavu	2-3
Umjerene višestruke greške koje uzrokuju nezadovoljstvo kupca. Kupac se iritiran greškama. Umjerene višestruke greške su npr. bučni zvučnici, za pritisak na papučicu treba veća sila itd. Kupac će sigurno primijetiti oštećenja na sustavu.	4-5-6
Mnogostruke greške uzrokuju iritaciju kupca je zbog njih npr. uopće ne može voziti vozilo ili ne funkcionira oprema (brzinomjer, radio itd.).	7-8
Posebno ozbiljne greške utiču na sigurnost ili nisu adekvatne zakonskim propisima.	9-10

Tablica 6.2. Tablica procjene utjecaja greški na kupca [11]

Mogućnost otkrivanja pogreške je pak faktor koji određuje vjerojatnost da će se greška otkriti prije nego proizvod dođe do kupca te se kao i kod ostalih faktora određuje na skali od jedan do deset, kao na primjeru tablice 6.3.

Mogućnost otkrivanja greške (prije dostave kupcu)	*bodovi*
Visoka	
Funkcijska greška, koja se primjećuje u narednoj radnoj operaciji (npr. nedostaje osovina volana). Vjerojatnost otkrivanja je >99.99%.	1
Umjerena	2
Očite greške (npr. nedostaje kvaka na vratima). Zahtijeva 100% ispitivanje (npr. prisutnost provrta). Vjerojatnost otkrivanja je minimalno 99.70%.	3 4 5
Mala	
Greška se može uočiti rano. Primijeniti automatsko 100% testiranje mjerljivih karakteristika. Mogućnost otkrivanja je minimalno 98%.	6 7 8
Jako mala	
Karakteristike greške su teško uočljive (npr. veza priključaka nije potpuna). Zahtijeva se 100% vizualno ili ručno ispitivanje. Mogućnost otkrivanja greške veća je od 90%.	9
Nemoguća	
Karakteristike nisu ispitane ili ne mogu biti ispitane. Skrivene greške koje nisu prepoznate u proizvodnji ili ugradnji (greške uzrokovane životnim ciklusom dijelova)	10

Tablica 6.3. Tablica za procjenu vjerojatnosti otkrivanja greške [11]

6.3. Statistička kontrola procesa (SPC)

Statistička kontrola procesa je metoda mjerenja i kontrole kvalitete praćenjem proizvodnog procesa. Podaci se prikupljaju u obliku procesnih mjerenja ili očitanja s određenih strojeva i instrumenata. Prikupljeni se podaci zatim koriste za statističku analizu.
Praćenjem i kontroliranjem procesa osiguravamo da sam proces djeluje u svom punom potencijalu, a također na osnovi analize podataka na vrijeme uvodimo mjere za poboljšanje procesa. Praćenjem performansi procesa u „realnom vremenu“ operater može uočiti trendove ili promjene u procesu prije nego oni utječu na kvalitetu proizvoda i škart.

Prije uvođenja SPC analize proces proizvodnje se mora procijeniti kako bi se odredili glavna područja stvaranja rasipanja. Primjeri rasipanja u proizvodnom procesu su proces dorade, škart, prekomjerno trošenje vremena na kontrolu proizvoda i sl., i to su područja gdje je preporučljivo statistički pratiti proces.

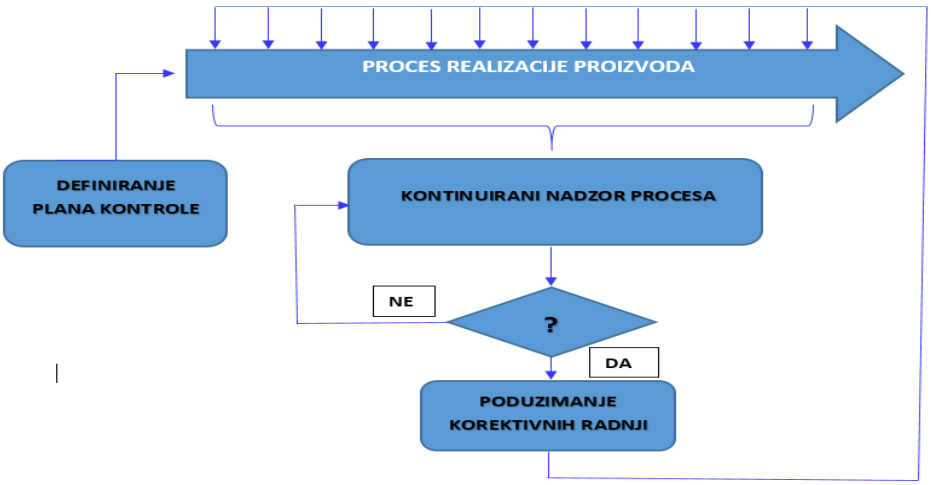
Kod statističke kontrole procesa, ne mjere se sve dimenzije proizvoda jer bi to oduzimalo previše vremena i resursa, već se određuju ključne ili kritične karakteristike u dizajnu proizvoda ili u procesu te se te karakteristike statistički analiziraju.

Podaci se skupljaju i prate koristeći određene tipove kontrolnih karata, ovisno o tome koji tip podataka se skuplja.

Podaci koje dobijemo kontrolom proizvoda mogu se prema svojstvu obilježja podijeliti na :

- Kontinuirane podatke
- Diskontuirane podatke

Kontinuirani podaci su podaci koji mogu poprimiti bilo koju vrijednost iz nekog intervala tj. to su podaci koji se dobiju mjerenjem nekog parmetra (duljina, promjer,napon,protok,...).
Diskontuirani podaci pak nastaju prebrojavanjem (broj reklamacija, broj ispravnih proizvoda,i dr.). [13] Proces kontrole kvalitete zatijeva definiranje plana kontrole kvalitete, zatim kontinuirano praćenje procesa te zadnje, pokretanje korektivnih radnji kada se ukaže potreba za njima.



Slika 6.2. Izvođenje postupka kontrole kvalitete [1]

Iz tog razloga statističke su kontrole kvalitete pronašle najveću primjenu u kontroli proizvodnje, iz razloga jer predstavljaju sistematičan i efikasan način prikupljanja i obrađivanja podataka o karakteristikama ključnim za proces.
Ovim metodama se dijelovi prozvoda kontroliraju tijekom same proizvodnje.

Kontrolne su karte (control chart) osnovni instrument pomoću kojega se provodi statistička kontrola proizvoda ili proizvodnoga procesa. Osnovna uloga kontrolnih karata je u otkrivanju i vizualizaciji poremećaja kvalitete proizvoda.
Suština rada sa kontrolnim kartama se bazira na uzimanju uzorka *n* u definiranim vremenskim razmacima tokom proizvodnje te utvrđivanju njhovih parametara.

Kontrolne karte dijelimo na karte za praćenje mjerljivih obilježja i kontrolne karte za praćenje atributnih obilježja. Najčešće korištene karte u praksi su:

1. Kontrolne karte za mjerljiva obilježja

- $\bar{x}$ - R karta
- $\bar{x}$ - s karta
- $\bar{x}$ - MR karte

2. Kontrolne karte za atributna obilježja

- *p* karta
- *np* karta
- *c* karta
- *u* karta

Ciljevi primjene kontrolnih karata su:

- dovođenje procesa u stanje statističke kontrole (stanje „pod kontrolom“)
- utvrđivanje trendova i pomaka procesa u cilju zaštite od neželjenih rezultata
- utvrđivanja poreba za popravkom, nabavkom nove opreme i sl.
- dobivanja saznanja o mogućim poboljšanjima procesa i mogućnostima postizanja zahtijevane kvalitete proizvoda (procjena sposobnosti procesa)

6.4. Analiza mjernih sistema (MSA)

Svi mjerni sustavi imaju pogrešku kod mjerenja. Ta greška može biti malena i nebitna ali također može biti i toliko velika da ne možemo vjerovati rezultatima svojih mjerenja.

Analiza mjernog sistema – MSA, je skup tehnika koje nam omogućavaju da procijenimo kakve su greške koje proizvodi naš mjerni sustav.

Kada razumijemo opseg mjerne pogreške, onda lakše odgovorimo na pitanja kao što su: [14]

1. Koje od više mjerila da upotrijebim u svojem procesu ?
2. Da li je mjerna pogreška sistema dovoljno malena da se tim sistemom naš proizvod klasificira kao dobar tj. loš ?
3. Da li možemo vjerovati svojem mjernom sistemu da će pravilno prepoznati nesukladan proizvod ?
4. Da li je mjerni sistem dovoljno dobar da nam pomogne indentificirati da li smo poboljšali svoj proces ?
5. Da li sa svojim mjerilom možemo vršiti dovoljno dobro statističko praćenje procesa?

Kod analize kvalitete mjernog sustava potrebno je identificirati i kvantificirati izvore varijabilnosti, odrediti stabilnost i sposobnost mjernog sustava. Potrebe za analizom mjernog sustava javljaju se pri preuzimanju nove mjerne opreme, kod usporedbe mjernih karakteristika različitih mjernih sredstava, pri utvrđivanju sustavnih pogrešaka, kod usporedbe mjernih karakteristika prije i poslije popravka mjerne opreme, te kod određivanja sastavnica za izračunavanje varijacija procesa mjerenja i ocjenjivanja prihvatljivosti za kontrolu proizvodnog procesa.

Ukoliko je varijacija mjernog sustava značajna u odnosu na utvrđenu varijaciju predmeta mjerenja u proizvodnom procesu, mjerni sustav možda neće dati pravovaljanu informaciju o kvaliteti procesa. Iz tog razloga prije utvrđivanja stabilnosti i sposobnosti procesa potrebno je analizirati mjerni sustav i utvrditi hoće li mjerni sustav moći dosljedno, točno i precizno razlikovati dijelove u procesu.

Varijacije u mjernom sustavu posljedica su djelovanja slučajnih i sustavnih utjecaja. [14]
Glavni izvori varijabilnosti mjernog sustava su predmet mjerenja, mjerna oprema, mjeritelj te okolina i vrijeme u kojima se mjerenje odvija. Značajnost elemenata u mjernom sustavu se izražava iznosom rasipanja rezultata mjerenja dobivenih u definiranim mjernim uvjetima, kao što se može vidjeti na primjeru prikazanome slikom 6.3.

Varijacija mjernog sustava R&R još se naziva i preciznost mjernog sustava, a matematički se može prikazati izrazom:

$$\textbf{Preciznost} = \delta^2 \textbf{ ponovljivost} + \delta^2 \textbf{ obnovljivost}$$

PONOVLJIVOST I OBNOVLJIVOST PROCESA
SKUP VARIJABILNIH PODATAKA

| | | |

6.5. Postupak odobravanja dobavljačeva proizvoda (PPAP)

U današnjem konkurentnom proizvodnom okruženju, kontrola troškova i održavanje visoke razine kvalitete postali su vitalni za uspjeh tvrtke. Povećanje troškova opreme, materijala i rada u kombinaciji s širenjem svjetskih tržišta rezultiralo je povećanjem „outsorced“ dijelova. Stoga je postalo imperativ pružiti kvalitetne dijelove koji zadovoljavaju zahtjeve kupca kako prvi put tako i svaku sljedeću isporuku.
PPAP je alat koji pomaže u uspostavljanju povjerenja u dobavljače komponenti te u njihove proizvodne procese.
PPAP definira proces odobravanja novih ili revidiranih dijelova te dijelova koji se proizvode iz novih ili značajno promijenjenih metoda proizvodnje.

Proces PPAP-a potvrđuje da dobavljač razumije sve specifikacije i zahtjeve dizajnerskog inženjeringa kupca i da dobavljačev proces može dosljedno proizvoditi proizvod prema svim zahtjevima kupca. [15]
PPAP je potreban za bilo koji novi proizvod, kao i za odobrenje bilo koje izmjene postojećeg proizvoda i/ili procesa. Kupac može zatražiti PPAP u bilo kojem trenutku tijekom životnog vijeka proizvoda što zahtijeva da dobavljač mora održavati sustav kvalitete koji u svakom trenutku prati i dokumentira sve zahtjeve PPAP-a.

Postupak popunjavanja PPAP-a prilično je složen te se sastoji od skupa zahtjeva koji moraju biti ispunjeni kako bi se potvrdilo da će proizvodni proces proizvoditi kvalitetan proizvod. Sam elementi koji se zahtijevaju ovise od kupca do kupca te se najčešće i definiraju prilikom samog podnošenja ponude za izradu određenog proizvoda.

Postoji i do osamnaest elemenata koji se zahtijevaju PPAP-om, a oni najčešće zahtijevani su: [15]

- Nacrt proizvoda
- DFMEA analiza
- Dijagram toka procesa
- Kontrolni plan
- MSA analiza
- Analiza materijala
- Dimenzijski izvještaj

- Statističke analize
- Rezultati određenih laboratorijskih testiranja
- Uzorci proizvoda itd.

Sam PPAP proces detaljan je i dugotrajan proces no kao takav pruža kupcima adekvatne informacije i potvrde da su sva područja dizajna i proizvodnih procesa temeljito pregledana te da je osigurano da će mu uvijek biti isporučeni samo visokokvalitetni proizvodi.

7. Zaključak

Kako tvrtka LTH Alucast, kao dio grupacije LTH Castings, isključivo djeluje na međunarodnom tržištu autoindustrije, praćenje modernih postulata i zahtjeva te industrije je osnova za opstanak na takvom tržištu.

U skladu s tim, konstantno ulaganje u nove tehnologije, modernizacija i automatizacija proizvodnje, edukacija i usavršavanje zaposlenika na svim razinama te osiguravanje kvalitete svih proizvoda su obavezni. S obzirom da je poznato da je autoindustrija jedan od nositelja unapređenja proizvodnih procesa u svim industrijama, ljestvica glede praćenja i osiguranja kvalitete je visoko postavljena.

Sam proces osiguranja kvalitete proizvoda počinje već kod izrade ponude. Korištenjem tzv. naprednog planiranja kvalitete (APQP) u samom se početku provjeravaju svi zahtjevi kupca sukladno zahtjevima tehničke dokumentacije i standardima. Određivanjem ključnih prekretnica (eng. milestones) procesa izrade proizvoda u samom se startu jasno definiraju ciljevi i potrebni resursi procesa sa kojima su upoznate sve relevantne strane.

Autoindustrija ima razvijen sustav tzv. PPAP dokumentacije koja služi za procjenu i odobravanje svih novih ili redizajniranih proizvoda. PPAP proces zahtijeva određivanje jedinstvenog toka procesa izrade proizvoda, način i frekvenciju kontrole tokom same proizvodnje, a definira i način na koji će se statistički i analitički pratiti stanje proizvodnje tokom cijelog proizvodnog procesa. Time se od samog početka osigurava jasno definiran način osiguranja kvalitete i sprječavaju se pojave devijacija ili nepoznanica tokom kasnijih faza proizvodnje.

Kao što je prikazano u ovom radu, kontrola kvalitete se u LTH Alucastu vrši u svim fazama proizvodnje. Na samom ulazu sirovog materijala u tvrtku provode se analize materijala s ciljem potvrde sirovine. Zatim se pomoću kontrolnih karata i svakodnevnih analiza materijala provodi kontrola kvalitete taline prije nego dođe u proizvodnju. Na odjelu lijevanja za kontrolu kvalitete odgovorni su operateri koji sukladno kontrolnim planovima i uputama vrše kontrolu odljevaka odmah na stroju. Također, odjel ljevaonice pokrivaju tekući kontrolori koji također vrše stalne provjere odljevaka prema određenim intervalima te potvrđuju „prve“ komade iz stroja, tzv. PPK komade.

U odjelu ljevaonice se odmah uzimaju i uzorci koji se uzorčno obrađuju na obradnim strojevima s ciljem dodatne provjere kvalitete odljevaka i njihove pogodnosti za daljnju obradu.

Ta veća količina kontrole koja se provodi u ljevaonici služi osiguranju kvalitete odljevaka. Cilj je osiguranjem što veće kvalitete odljevaka spriječiti kasnije devijacije procesa na ostalim

operacijama i na taj način spriječiti gubitak kapaciteta prozivodnje i stvaranje dodatnih troškova.

Odjel strojne obrade kontrolira se potvrdom prvih obrađenih komada kontrolom prema kontrolnim planovima i mjerenjem obradaka na CMM mjernim strojevima. Također, ključne se mjere kontroliraju većom frekvencijom te se prate pomoću statističkih programa. Svakodnevnom provjerom statistike i načina kretanja tih mjera omogućuje se da na vrijeme reagiramo na devijacije u procesu, bilo korektivnim bilo preventivnim mjerama.
Za sav proces kontrole su osim operatera, tekućih kontrolora i tehnologa odgovorni inženjeri kvalitete koji svojim praćenjem procesa, kao i uspostavljanjem akcija na nesukladnosti stvaraju proreaktivnu okolinu i pomažu da se svi procesi kvalitativno prate.

Sve se nesukladnosti u tvrtki LTH Alucast prate elektronskim ONK sistemom koji evidentira sve eventualne nedostatke uočene u proizvodnom procesu koje zamijete kontrolori i operateri. Sustav omogućuje uvid u sve greške po pojedinim nalozima ili proizvodima te na taj način imamo sljedivost kvalitete, a i mogućnost da na primjerima vršimo školovanje radnika. Također, ONK sistem zahtijeva od svih odgovornih za taj proizvod trenutačne akcije na pojavu devijacije, kao i potvrdu učinkovitosti akcija gdje se njihovom potvrdom zatvara ONK za određenu nesukladnost. Također, na tjednoj se razini vrši analiza stanja škarta po radnim nalozima te se određuju uzroci top škarta i za te se uzroke određuju korektivne akcije s ciljem sprječavanja pojave istih problema na sljedećim nalozima.
Iako je sam proces kontrole u LTH grupaciji prilično složen i detaljan, to je jedini način da se osigura da samo kvalitetni i pouzdani proizvodi „napuštaju“ tvrtku i stižu kupcu.

Kako se razvojem novih tehnologija omogućuje izrada sve složenijih proizvoda sa sve užim tolerancijama, kontrola i osiguranje kvalitete će morati postati još više uključeni u sve procese. Također, samo će tvrtke sa vrhunski educiranim i opskrbljenim kadrom moći pratiti moderne zahtjeve na tržištu.
Dakako, statistička kontrola procesa i način prevencije pojave nesukladnosti postati će sve potrebniji jer samo će organizacije koje konstantno unapređuju razinu kvalitete, a time posredno i smanjuju troškove proizvodnje, biti dovoljno kompetitivne za opstanak na sve zahtjevnijem tržištu.

U Varaždinu, 25.09.2018.

_____

8. Literatura

[1] Doc.dr.sc. Živko Kondić; doc.dr.sc. Ante Čikić: Upravljanje kvalitetetom u mehatronici, Visko tehnička škola u Bjelovaru, Bjelovar, 2011.

[2] https://www.linkedin.com/pulse/quality-assurance-control-what-importance-inspection-services/, dostupno 02.07.2018.

[3] https://www.kvalitet.org.rs/images/phocadownload/Lideri_u_organizaciji_u_skladu_sa_zahtevima_SRPS_ISO_9001_2015_-Zdravko_Erdeljan.pdf , dostupno 03.07.2018.

[4] https://www.fsb.unizg.hr/atlantis/upload/newsboard/01_01_2012__9063_Kontrola_kvalitete.pdf, dostupno 03.07.2018.

[5] http://www.svijet-kvalitete.com/index.php/upravljanje-kvalitetom, dostupno 03.07.2018.

[6] https://quality-one.com/iatf-16949/, dostupno 08.07.2018.

[7] Thomas Pyzdek: The handbook for quality management; McGraw-Hill Companies, New York, 2013.

[8] Interna dokumentacija tvrtke LTH Alucast, Čakovec, 2018.

[9] P. Budimir: Primjena alata kontrole kvalitete u praćenju procesa proizvodnje nareznog prstena, Diplomski rad, FSB, Zagreb, 2015.

[10] http://www.omnex.com/members/standards/apqp/apqp.aspx, dostupno 13.08.2018.

[11] Sajko, M.: Usporedba metoda procjene rizika sigurnosti IS-a, Magistarski rad, Fakultet organizacije i informatike, Sveučilište u Zagrebu,2014.

[12] Dobrović T., Tadić D., Stanko Z.: FMEA metoda u upravljanju kvalitetom, Poslovna izvrsnost Zagreb, br.2, 1998., str. 97-103

[13] https://quality-one.com/spc/, dostupno 26.07.2018.

[14] https://kakovosteu.wordpress.com/2013/09/09/izobrazevanje-msa, dostupno 20.07.2018.

[15] https://quality-one.com/ppap/, dostupno 22.07.2018.

Popis slika

2.1. Različiti načini shvaćanja kvalitete ovisno o gledištu.....3
3.1. Aktivnosti usmjerene prema kupcu.....7
3.2. Razlika između autorativnog upravljanja i liderstva.....8
3.3. Procesni pristup upravljanju.....11
3.4 Demingov krug (PDCA dijagram).....13
3.5. Proces odlučivanja kroz dvije faze.....14
3.6. Partnerski odnosi sa dobavljačima i kupcima.....16
4.1. Primjeri nekih od proizvoda koji se proizvode u tvrtki LTH Alucast.....19
4.2. Dijagram toka procesa izrade pumpi.....22
4.3. Kontrolni plan za odjel lijevanja.....23
4.4. Primjer tzv. ONK izvještaja izdanog za određenu neskuladnost.....25
4.5. Kontrolni plan na operaciji strojne obrade.....26
4.6. Primjer kataloga poroznosti.....27
4.7. STOP & GO Karta.....28
4.8. Primjer mjerne naprave.....28
4.9. Primjer kontrolne karte.....29
5.1. Isječak nacrta sa označenim odabranim mjerama za analizu.....31
5.2. I-MR karta mjere Ø20H9 mm.....37
5.3. I-MR karta mjere 9.5 mm.....37
5.4. Potencijalna sposobnost procesa.....39
5.5. Različite vrijednost indeksa C_p prema normalno distributiranom procesu.....39
5.6. Izvještaj o sposobnosti procesa za mjeru 9.5 mm.....41
5.7. Primjer ABC analize jednog od proizvoda.....42
5.8. Statističko praćenje kritične mjere 43
6.1. Primjer FMEA analize na primjeru procesa izrade limene pozicije.....48
6.2. Izvođenje postupka kontrole kvalitete.....52
6.3. Primjer MSA analize.....55

Popis tablica

Tablica 5.1. Rezultati mjerenja 30 uzoraka.....32
Tablica 5.2. Podaci za izračun koeficijenta asimetrije i koeficijenta zaobljenosti.....35
Tablica 6.1. Tablica za procjenu predviđene vjerojatnosti pojave greške.....49
Tablica 6.2. Tablica procjene utjecaja greške na kupca.....50
Tablica 6.3. Tablica procjene vjerojatnosti otkrivanja greške.....50

Sveučilište
Sjever

IZJAVA O AUTORSTVU
I
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

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

Ja, KRISTIJAN RUŠEC *(ime i prezime)* pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica, završnog rada pod naslovom SUSTAV KONTROLE KVALITETE NA PRIMJERU OBRAĐENOG PODUZEĆA *(upisati naslov)* te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:
Rušec Kristijan
Rušec K.
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnost 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, KRISTIJAN RUŠEC *(ime i prezime)* neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog rada pod naslovom SUSTAV KONTROLE KVALITETE NA PRIMJERU OBRAĐENOG PODUZEĆA čiji sam autor/ica.

Student/ica:
Rušec Kristijan
Rušec K.
(vlastoručni potpis)