

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
TEHNIČKI FAKULTET**

**DIFERENCIJACIJA UPRAVLJANJA KVALitetom
KOD CIKLICKIH PROJEKATA
U BRODOGRAĐEVNOJ INDUSTRIJI**

Doktorska disertacija

Tomislav Bukša

Rijeka, 2012.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
TEHNIČKI FAKULTET**

**DIFERENCIJACIJA UPRAVLJANJA KVALitetom
KOD CIKLIČKIH PROJEKATA
U BRODOGRAĐEVNOJ INDUSTRIJI**

Doktorska disertacija

Tomislav Bukša

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Duško Pavletić

RIJEKA, 2012.

Sveučilište u Rijeci
TEHNIČKI FAKULTET
-Fakultetsko vijeće-
Klasa: 602-04/10-02/50
Ur. br.: 2170-57-43-10-30
Rijeka, 24. rujna 2010.

Fakultetsko vijeće Tehničkog fakulteta Sveučilišta u Rijeci, na svojoj 50. (14.) sjednici u akad. god. 2007./08./09./10 održanoj 24. rujna 2010., donijelo je sljedeću

O D L U K U

Sukladno izvješću Stručnog povjerenstva, u sastavu: red. prof. dr. sc. Goran Cukor, izv. prof. dr. sc. Duško Pavletić, doc. dr. sc. Zoran Jurković te pozitivne ocjene prijave i obrane teme doktorskog rada, utvrđuje se da pristupnik *Tomislav Bukša, dipl. ing.* ispunjava Zakonom propisane uvjete za prijavu i izradu teme doktorskog rada naslovljenog:

„Diferencijacija upravljanja kvalitetom kod cikličkih projekata u brodograđevnoj industriji“

Mentorom se imenuje izv. prof. dr. sc. Duško Pavletića.



Dostaviti:

1. Tomislav Bukša, dipl. ing.
2. Mentor, izv. prof. dr. sc. Duško Pavletić
3. Služba studentske evidencije
4. Pismohrana FV

SAŽETAK

Primjenom klasičnih alata i tehnika u ponavljajućim projektima moguće je uspostaviti učinkoviti sustav upravljanja i unaprjeđenja kvalitete čiji će učinci biti upravo proporcionalni s prepoznavanjem točaka pogodnih za pogrešku i otklanjanjem posljedica koje one prouzrokuju.

Diferenciranim pristupom upravljanja kvalitetom, odnosno ciljanim korektivnim i proaktivnim djelovanjem u prepoznatim točkama proizvodnih procesa u kojima se generiraju pogreške, postižu se određena poboljšanja čije je vrijeme trajanja i stupanj poboljšanja uvjetovano brojnim čimbenicima okolnosti i sustava.

Mjesta i intenzitet točaka pogodnih za pogrešku promjenjive su veličine koje se odupiru poduzetim mjerama uslijed brojnih razjašnjivih i nerazjašnjivih uzroka. Jednom dostignute izvrsnosti u pojedinim proizvodnim procesima i operacijama teško se održavaju na dostignutoj razini. Sredstava i napor koji se permanentno ulažu u mjere upravljanja i unaprjeđenja kvalitete ne daju očekivane rezultate odnosno ako ih i daju u jednom projektu teško ih održavaju u slijedećem.

Stoga se čini opravdanim pristupiti radikalnim mjerama reinženeringa proizvodnog procesa i uspostavljanja neke od suvremenih metoda upravljanja kvalitetom. S obzirom da su nesukladnosti ozbiljan problem i znatan materijalni gubitak to je i potreba za njegovim potpunim nestankom imperativ metode koja bi se trebala primijeniti. Takođe zahtjevu odgovara metoda Six Sigma. Nadalje budući da je potrebno u cijelosti promijeniti klasičan način poimanja kvalitete i načina upravljanja kvalitetom, Lean se nameće kao metoda i filozofija upotrebljiva u brodograđevnoj industriji. Spoj tih dviju metoda priznat je u industriji te se Lean Six Sigma smatra optimalnom metodom koja u spremi s reinženeringom (restrukturiranjem) treba polučiti očekivane rezultate.

Pitanje troška, odnosno isplativosti ulaganja u nove metode upravljanja kvalitetom, problem je ekonometrijskih istraživanja, koja su samo naznačena u ovom radu, kako bi se ukazalo na važnost kvalitete za očuvanje konkurentnosti proizvoda i opstanka na tržištu.

ABSTRACT

By using conventional tools and techniques in a number of projects it is possible to establish an effective system of quality management and quality improvement. The more efficient the system, the easier it is to identify common points of error and eliminate the consequences of such errors.

With a differentiated approach to quality management, and taking targeted corrective and proactive actions in the identified points in the manufacturing process in which errors are generated, certain improvement is achieved. The duration and degree of such improvement depends on numerous factors within the system as well as environmental ones.

Location and intensity of common points of error is a variable that may not be affected by the measures that are taken due to a number of known or unknown reasons. Once achieved excellence in various manufacturing processes and operations cannot easily be maintained at the same level. Resources that are used and efforts that are continually made in order to improve quality management do not always give expected results, or if they show good results in one project, they will hardly show the same results in another.

Therefore it seems reasonable (more efficient and more effective) to take more radical measures of reengineering the production process and employing some of the modern methods of quality management. As reject is a serious problem and it presents a considerable economic loss, complete reject reduction should be the highest priority in the selection of the new method to be used. The Six Sigma method meets such demands. Furthermore, it is necessary to change completely the common perception of quality and quality management methods. Therefore Lean is a philosophy and a method that is adequate for shipbuilding industry. The combination of these two methods is recognized in the industry and Lean Six Sigma is considered the optimal method which, together with reengineering (restructuring), should give the expected results.

The issue of cost and profitability of investing in new quality management methods is always a problem in econometric studies. They are only mentioned in this paper to highlight the importance of quality in maintaining product competitiveness and its survival in the market.

PREDGOVOR

Kako postići da se pojedine ustanovljene pogreške u proizvodnim procesima više ne ponavljaju, odnosno koje mjere (metode, alate i tehnike) osiguranja kvalitete primijeniti kako bi se njihova pojavnost otklonila, osnovni je motiv koji je autora potaknuo na istraživanje. Isto tako tražen je odgovor na pitanje u kojoj mjeri teorijske postavke upravljanja kvalitetom mogu svoju primjenu naći u brodogradilištima tranzicijskog tipa suočenih s prostornom, tehnološkom i kadrovskom problematikom.

Cikličnost projekata, kod gradnje serijskih brodova, omogućuje uspoređivanje i statističku analizu troškova proizašlih iz nesukladnosti, a diferencijacijom se mogu locirati proizvodni procesi koji mogu poslužiti kao ogledni za primjenu mjera osiguranja kvalitete te njihovu ocjenu.

Ovaj rad predstavlja istraživanje utjecajnih čimbenika na pojavu nesukladnosti odnosno pronalaženje onih mesta u proizvodnim operacijama, u kojima se učestalije od drugih, ustanovljavaju nesukladnosti. Tako prepoznata mesta, označena su kao točke pogodne za pogrešku te se na njih djelovalo sustavno alatima i tehnikama koje su stajale na raspolaganju. Za potrebe rada promatrane su pojave nesukladnosti prema operacijama i procesima kod pet cikličkih projekata, a koje se unatoč primjenjenim mjerama samo djelomično otklanjaju ili se premještaju u neku drugu fazu proizvodnog procesa. Istraživanje je obuhvatilo uzorak od preko 75000 izradaka i trajalo je dvije godine, kako bi podaci bili što vjerodostojniji.

Istraživanje je pokazalo da primjenjene klasične metode osiguranja kvalitete u navedenim uvjetima ne polučuju zadovoljavajuće rezultate te daje za radikalnije poboljšanje potrebno primjeniti neku od suvremenih metoda poboljšavanja proizvodnih procesa koji su u primjeni u industrijskoj proizvodnji. Prepoznato je da je najprije potrebno provesti reinženjering poslovnog procesa kako bi se stekli uvjeti za uspostavu Lean načina proizvodnje odnosno implementirati Lean Six Sigma metodologiju s ciljem dostizanja konkurentnosti proizvodnje.

Specifični uvjeti koji vladaju u brodogradnji diljem svijeta, ovisno o njihovom organizacijskom i tehnološkom nivou onemogućuju uspostavu jednoznačnog modela osiguranja kvalitete te je stoga za rješenje problema nesukladnosti u cikličkim projektima predložen model s više mogućih scenarija.

Ujedno koristim priliku da se zahvalim mentoru, izv. prof. dr. sc. Dušku Pavletiću na svesrdnoj pomoći i korisnim savjetima pri izradi doktorske disertacije, te mojoj Obitelji na punom razumijevanju, bez čije podrške ovaj rad ne bi bio dovršen.

SADRŽAJ

	Stranica
SAŽETAK.....	I
ABSTRACT.....	II
PREDGOVOR.....	III
1. UVOD	1
1.1. Problem i predmet istraživanja	1
1.2. Hipoteza rada	2
1.3. Svrha i ciljevi istraživanja.....	3
1.4. Znanstvene metode	3
1.5. Struktura rada	3
2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA IZ PODRUČJA UPRAVLJANJA KVALITETOM U PROJEKTIMA	5
2.1. Povijest teorije kvalitete	5
2.1.1. Demingov pristup.....	5
2.1.2. Juranov pristup	7
2.1.3. Feigenbaumov pristup	10
2.1.4. Ishikawin pristup	10
2.1.5. Taguchiev doprinos	11
2.1.6. Shigeo Shingo – Nova proizvodna filozofija.....	12
2.1.7. Crosbyjev pristup.....	12
2.1.8. Tom Peters – Menadžerski pristup kvaliteti	14
2.1.9. Claus Moller – Ljudska strana kvalitete.....	14
2.2. Koncept poslovne izvrsnosti.....	15
2.2.1. Modeli poslovne izvrsnosti	15
2.2.2. Postizanje poslovne izvrsnosti	18
2.3. Lean sustav upravljanja.....	21
2.3.1. Razvoj Lean sustava	21
2.3.2. Temeljni principi Lean sustava upravljanja	23
2.4. Koncept Six Sigma	31
2.5. Lean Six Sigma.....	33
3. PROCESI UPRAVLJANJA KVALITETOM U PROJEKTIMA	35
3.1. Projektni pristup u brodogradnji.....	35
3.1.1. Životni ciklus projekta novogradnja	36
3.1.2. Ciljna usmjerenost	37
3.1.3. Vremenska determiniranost	38
3.1.4. Kreativnost.....	39
3.1.5. Međuzavisnost znanja i iskustva	39
3.1.6. Projektni proces stvaranja.....	40
3.2. Kvaliteta u brodograđevnim projektima.....	42

3.2.1. Model organizacije projekta.....	42
3.2.2. Projektne metodologije.....	43
3.2.3. Utjecaj karakteristika projektne organizacije na kvalitetu	44
3.3. Postupci upravljanja kvalitetom u projektima	45
3.3.1. Planiranje kvalitete.....	47
3.3.2. Osiguranje kvalitete.....	51
3.3.3. Kontrola kvalitete	54
3.4. Troškovi kvalitete u projektu	57
3.4.1.Pojam i struktura troškova kvalitete.....	57
3.4.2. Pokazatelji troškova kvalitete	61
3.4.3. Praćenje troškova kvalitete.....	62
4. IDENTIFIKACIJA TOČKE POGODNE ZA POGREŠKU U PROCESU	64
4.1. Diferencijacija sustava upravljanja i unaprjeđenja kvalitete	64
4.1.1. Diferenciranje sustava upravljanja i unaprjeđenja kvalitete u procesnoj organizaciji.....	65
4.1.2. Diferenciranje sustava upravljanja i unaprjeđenja kvalitete u projektnoj organizaciji.....	66
4.2. Pogreške i rizik pogreške u procesu proizvodnje	68
4.2.1. Pojam rizika pogreške u procesu proizvodnje.....	68
4.2.2. Čimbenici generiranja pogrešaka u procesu.....	70
4.2.3. Upravljanje tehnološkim rizikom.....	71
4.3. Značajke točke pogodne za pogrešku	73
4.4. Pokazatelji postojanja točke pogodne za pogrešku	75
4.4.1. Primjer TPP-a u procesu izrade brodskih cjevovoda.....	75
4.5. Primjer operacija u točki pogodnoj za pogrešku u procesu	80
4.5.1. Operacije u proizvodnom procesu "izrada cijevi"	81
4.5.2. Operacije u proizvodnom procesu "radioničko testiranje"	82
4.5.3. Operacije u proizvodnom procesu "korozivna zaštita"	83
4.5.4. Operacije u proizvodnom procesu "montaža".....	84
4.5.5. Operacije u proizvodnom procesu "završno tlačenje i predaja".....	85
5. MJERENJE, ANALIZA I VREDNOVANJE MJESTA POTENCIJALNIH POGREŠAKA U PROCESU	86
5.1. Prikupljanje relevantnih podataka	86
5.1.1. Određivanje vrijednosti radnog sata	87
5.1.2. Određivanje vrijednosti osnovnog materijala	88
5.1.3. Određivanje broja utrošenih sati po projektu	90
5.1.4. Određivanje količine i vrijednosti potrošnog materijala po projektu	91
5.1.5. Određivanje količine i vrijednosti utrošene energije po projektu	91
5.2. Određivanje vrijednosti troška dorade i škarta.....	91
5.2.1. Nesukladnost – dorada	92
5.2.2. Nesukladnost – škart	93
5.2.3. Nesukladnost – reklamacija.....	94

5.3. Analiza točaka pogodnih za pogrešku u procesu.....	94
5.3.1. Određivanje TPP-a u projektima A i B.....	95
5.3.2. Primjena metoda SUUK-a u projektu C.....	102
5.3.3. Analiza učinaka provedenih mjera SUUK-a u projektu C	106
5.3.4. Primjena metoda SUUK-a u projektu D.....	112
5.3.5. Analiza učinaka primijenjenih mjera u projektu D	113
5.3.6. Primjena metoda SUUK-a u projektu E	119
5.3.7. Analiza učinaka primijenjenih mjera SUUK-a u projektu E	131
5.4. Vjerovatnost pojavljivanja TPP -a	140
5.4.1. Prognostički model	143
5.4.2. Vrednovanje pojavljivanja TPP-a	144
6. MODEL UPRAVLJANJA KVALITETOM U CIKLIČKIM PROJEKTIMA.....	147
6.1. Metode implementirane u model.....	148
6.1.1. Definiranje vizije i strategije	149
6.1.2. Definiranje područja djelovanja.....	150
6.1.3. Nositelji aktivnosti	151
6.1.4. Integriranje TPP-a.....	152
6.2. Primjena i očekivanja	152
6.2.1. Isplativost LSS-a u cikličkim projektima	153
6.2.2. Što-ako analiza	154
6.3.3. Algoritam osiguranja kvalitete procesa.....	159
7. ZAKLJUČAK.....	163
LITERATURA	169
POPIS KRATICA I OZNAKA.....	172
POPIS SLIKA.....	173
POPIS TABLICA.....	175
POJAŠNJENJA NEKIH POJMOVA U RADU.....	177
PRILOZI	179
POPIS OBJAVLJENIH RADOVA.....	187
ŽIVOTOPIS.....	188
PODACI O AUTORU I DOKTORSKOJ DISERTACIJI.....	190

1. UVOD

Težiti ka savršenom, dostignuti 3,4 nesukladnosti na milijun proizvoda, uspostaviti potpuno upravljanje kvalitetom u proizvodnim procesima, uspostaviti sustav stalnog poboljšanja kvalitete proizvoda..., poznati su slogani suvremenih metoda upravljanja kvalitetom. Koliko je težak i složen put od teoretskih postavki i učenja priznatih teoretičara i praktičara upravljanja kvalitetom, do postizanja mjerljivih poboljšanja u proizvodnim industrijskim pogonima, svjedoče mnoga ugašena industrijska postrojenja početkom 21. stoljeća diljem svijeta. Dok je osamdesetih godina prošlog stoljeća već samo posjedovanje ISO 9001 standarda pretpostavljalo kvalitetu proizvoda poduzeća i osiguravalo njegovu konkurentnost na tržištu, samo dvadeset godina kasnije zahtjevi za kvalitetom prerastaju uobičajene standarde i procedure, kriteriji postaju sve složeniji, a od proizvoda se očekuje da u cijelosti ispunjava postavljene zahtjeve.

Sve te promjene dovele su i do mijenjanja dotadanje poimanja kvalitete koji se zadovoljavao primjenom tehničke kontrole kvalitete i ispunjavanjem postavljenih zahtjeva kvalitete odnosno osiguranjem kvalitete, do uspostavljanja učinkovitih sustava upravljanja kvalitetom kao ključnom funkcijom u organizacijskoj shemi poduzeća. Praktična iskustva su pokazala da su samo oni koji su na vrijeme prepoznali važnost kvalitete i svjesno ulagali u njen unaprjeđenje zadržali konkurenčku sposobnost i opstali na tržištu.

1.1. PROBLEM I PREDMET ISTRAŽIVANJA

Problematika kvalitete u brodograđevnoj industriji dolazi do izražaja u europskim brodogradilištima nakon otvaranja kineskih brodogradilišta ka svjetskom tržištu. Relativno jeftina radna snaga i državne subvencije brodogradilišta učinile su kinesku brodogradnju konkurentnom na tržištu novogradnji, posebice brodova jednostavne namjene (brodovi za rasuti teret, kontejnerski brodovi i tankeri). Posljedica toga bilo je zatvaranje nerentabilnih brodogradilišta u Europi i restrukturiranje velikih brodograđevnih sustava. Poseban problem predstavljala su brodogradilišta na prostorima bivše Istočne Europe koja u procesu tranzicije gospodarskog sustava nisu svoje poslovanje prilagodila novim tržišnim principima. Tamo gdje se restrukturiranju prišlo s aspekta potpunog reinženjeringa poslovnih i proizvodnih procesa s naglaskom na kvaliteti gotovog proizvoda (brodogradilišta bivšeg DDR-a i Baltičkih država), uspostavljeni su tržišni principi poslovanja, prilagođeni novim odnosima u svjetskoj brodogradnji s orijentacijom na proizvodnju složenijih proizvoda. Nasuprot njima, ostala su brodogradilišta (u Poljskoj, Rumunjskoj, Bugarskoj i Hrvatskoj) koja su u tim procesima zakasnila i koja traže svoju priliku za opstanak na tržištu.

Brodogradilišta koja su zadržala svoj položaj na tržištu novogradnji te svoja iskustva u postizanju kvalitetnog i konkurentnog proizvoda, u pravilu ističu uspješan menadžment, pravovremeni reinženjering i kontinuirani proces poboljšanja kvalitete. Načini i metode poboljšanja kvalitete pripisuju se poštivanju standarda, radnoj disciplini i inzistiranju na uspostavljanju poslovne izvrsnosti. Nadalje svako od tih brodogradilišta djeluje u specifičnom mikro i makro okruženju s različitim stupnjem razvijenosti bazne i prerađivačke industrije o kojoj ovisi pravovremena nabava materijala i kvaliteta opreme koja se ugrađuje u brod.

Stoga nedostaju i konkretni pokazatelji koji bi ukazivali na to u kojoj mjeri su njihovi sustavi upravljanja kvalitetom doprinijeli uspjehnosti njihova poslovanja što ujedno predstavlja i temeljni **problem istraživanja** ovog rada. Međutim, povijesna iskustva u industrijama koje su se svojevremeno nalazila u sličnim poteškoćama (automobilska industrija u Japanu i SAD-u), i načini kako su prevladana, detaljno su s gledišta kvalitete opisana u literaturi. Ona i čine temelj na kojem su zasnovana istraživanja u ovom radu, budući da se mnogi alati, tehnike i metode poboljšanja upravljanja kvalitetom u proizvodnim procesima, mogu primjeniti na aktualno stanje u brodograđevnoj industriji.

Brodogradilišta su složeniji sustavi od onih opisanih u automobilskoj industriji te je time i mogućnost pogrešaka u proizvodnim procesima veća. To znači da se za njihovo uklanjanje moraju uložiti i veća materijalna sredstva. Ako se svakoj novogradnji prilazi kao projektu, tada se mogu koristiti iskustva nekih prethodnih projekata, a ako se radi i o ponavljajućim projektima (koji su česti u brodogradnji) tada ta iskustva trebaju postati pravilo.

U skladu s navedenim određen je i **predmet istraživanja** koji se odnosi na diferencijaciju kvalitete u cikličkim projektima s ciljem da se postigne optimalan omjer vrijednosti uložene u sustav kvalitete (trošak kvalitete) i vrijednosti pogrešaka (trošak pogreške) koje su u cikličkim projektima prisutne.

1.2. HIPOTEZA RADA

Sukladno problemu i predmetu istraživanja postavljaju se opća i radna hipoteza.

Opća hipoteza predloženog istraživanja glasi: Ugradnjom principa upravljanja kvalitetom u projekte moguće je djelovati na kvalitetu procesa projekta i procesa proizvodnje, odnosno dobivenog rezultata. Neispunjeno bilo kojeg od zahtjeva kvalitete procesa stvara dalekosežne negativne posljedice za neke ili sve zainteresirane strane u projektu.

Radna hipoteza predloženog istraživanja glasi: *U procesima projekta u brodograđevnoj industriji postoje točke u kojima do izražaja dolazi povećana opasnost od pojave pogreške, koja svojom posljedicom neposredno djeluje na učinkovitost upravljanja kvalitetom u projektu.*

Mjesta i vremena u/na kojima se učestalo događaju pogreške treba prepoznati, vrednovati, djelovati, pratiti i nadzirati. Takva mjesta i vremena u/na kojima se učestalo događaju pogreške predstavljaju "točke pogodne za pogrešku".

Prepoznavanjem i vrednovanjem točaka pogodnih za pogrešku omogućuje se ciljano djelovanje na kvalitetu, što znači diferenciranje sustava potpune kvalitete kao glomaznog i u nekim procesima projekata u brodograđevnoj industriji preskupog i suvišnog.

Točka pogodna za pogrešku je pojam koji je izведен na osnovi iskustva i upućuje na potencijalno neispunjavanje ciljeva projekta. Točka pogodna za pogrešku je prepostavljeno mjesto unutar projekta koje zbog svoje posebnosti ili zbog prošlih događanja predstavlja veću razinu opasnosti po izvedbu projekta od ostalih točaka u okruženju. Točka pogodna za pogrešku nije statičan pojam, naprotiv, to je dinamična veličina koja mijenja svoj položaj u

zavisnosti od procesa u projektu. S obzirom da je položaj točke ili točaka pogodnih za pogrešku promjenjiv u vremenu i prostoru, tako i rizik koji im je pridružen predstavlja promjenjivu veličinu i može poprimati vrijednosti od prihvatljivih do vrlo visokih. Sama spoznaja o postojanju točaka pogodnih za pogrešku u nekom projektu ne čini projekt rizičnim, već naprotiv saznanje o postojanju takvih točaka djeluje na sudionike u projektu kao upozorenje, pa se time pojačava kontrola i spremnost odgovora na moguću pogrešku.

1.3. SVRHA I CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Svrha istraživanja je: istražiti i unaprijediti procese upravljanja kvalitetom u projektu kako bi se na adekvatan način zadovoljilo specifikaciju projekta, odnosno sve zahtjeve navedene u planu projekta.

Ciljevi istraživanja jesu: istražiti cikličke projekte u brodograđevnoj industriji, analizirati procese upravljanja kvalitetom u projektima, identificirati mesta pogodna za pogrešku u procesu, na praktičnom primjeru provesti mjerenje, analizu i vrednovanje mesta potencijalnih pogrešaka u procesu te razviti učinkovitu metodu osiguranja kvalitete procesa, temeljenu na postavkama Lean Six Sigma metodologije.

1.4. ZNANSTVENE METODE

Za potrebe istraživanja koristit će se uobičajena metodologija izrade znanstvenog djela koja se sastoji od korištenja raspoložive dokumentacije i literature radi koncipiranja relevantnih sadržaja primjenom odgovarajuće kombinacije analitičkih, genetičkih i empirijskih metoda.

U obradi rezultata prikupljenih na temelju ekspertnih mišljenja (mišljenja relevantnih stručnjaka za pojedina znanstvena područja kao i na temelju iskustava relevantnih autoriteta iz domene upravljanja kvalitetom te osobnih spoznaja) primijenit će se postupci analize i sinteze, apstrakcije i generalizacije u otkrivanju zakonitosti ponašanja svih čimbenika značajnih za upravljanje kvalitetom u brodograđevnoj industriji.

Pokazatelji kvalitete klasificirat će se prema zajedničkim odrednicama sa svrhom njihova jednostavnijeg prepoznavanja, analiziranja i prevladavanja negativnih posljedica (pogrešaka) kako bi se ukazalo na važnost upravljanja i unaprjeđenja kvalitete za postizanje uspješnosti poslovanja brodogradilišta. Rezultati istraživanja koristit će se kao predložak za donošenje odluka o primjenama metoda upravljanja kvalitetom.

1.5. STRUKTURA RADA

Cjelokupna struktura istraživanja proizlazi iz definiranih ciljeva i zadataka te ocjene dosadašnjih istraživanja iz upravljanja kvalitetom. Cjelokupan tekst rada grupiran je u sedam dijelova. Strukturom rada obuhvaćena su teorijska razmatranja upravljanja kvalitetom u brodograđevnim projektima te prepoznavanju mesta i vremena u kojem do izražaja dolaze čimbenici koji utječu na generiranje pogreške te načina kako ih prepoznati i metoda kojima se one mogu prevladati.

Konkretno, analizom čimbenika pojave nesukladnosti u projektima utvrđeni su parametri relevantni za njihovo prepoznavanje te za temeljitu analizu, čime se mogu dobiti kvalificirani pokazatelji kvalitete na kojima se temelji primjena odgovarajućih alata sustava za upravljanje i unaprjeđenje kvalitete.

Nakon uvodnih razmatranja, s ciljem da se proučavana problematika što jasnije izloži te da se prikažu problem i ciljevi istraživanja, slijede poglavlja koja predstavljaju tematske cjeline.

U prvom dijelu, **UVODU**, definirani su problem i predmet istraživanja. Postavljene su opća i radna hipoteza. Nadalje, određeni su svrha i ciljevi istraživanja, naznačene su znanstvene metode koje su korištene u radu istraživanja te je prikazana struktura rada.

U drugom dijelu, s naslovom **PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA IZ PODRUČJA UPRAVLJANJA KVALITETOM U PROJEKTIMA**, najprije je dan sažet prikaz povijesti teorije kvalitete u kojem se analiziraju dosadašnja istraživanja pojedinih teoretičara kvalitete čije su postavke relevantne za temu istraživanja, a potom su razmotreni koncepti upravljanja kvalitetom u projektima koji su primjenjivi na području brodograđevne industrije.

Treći dio ima naslov **PROCESI UPRAVLJANJA KVALITETOM U PROJEKTIMA** i u njemu se analizira projektni pristup u brodogradnji na način da se svaka novogradnja promatra kao zaseban projekt sa svim pravilima uobičajenim za upravljanje projektima, posebice upravljanja kvalitetom u projektima. U sklopu istog poglavlja sagledani su postupci upravljanja kvalitetom u projektima kao i troškovi kvalitete u projektu.

U četvrtom dijelu, **IDENTIFIKACIJA TOČKE POGODNE ZA POGREŠKU U PROCESU**, nakon pojašnjenja potrebe za diferencijacijom sustava upravljanja i unaprjeđenja kvalitete, određivanja pogreške i rizika pogreške u procesu proizvodnje, determinirane su značajke i pokazatelji postojanja točaka pogodnih za pogrešku te na praktičnom primjeru potvrđeno njihovo postojanje.

Peti dio, s naslovom **MJERENJE, ANALIZA I VREDNOVANJE MJESTA POTENCIJALNIH POGREŠAKA U PROCESU**, empirijski je dio istraživanja u kojem se nakon opisa načina prikupljanja relevantnih podataka i određivanja njihovih vrijednosti, analizira pojavnost točaka pogodnih za pogrešku sustavnim promatranjem kroz pet cikličkih projekata te na takvim temeljima uspostavlja model procjene njihova pojavljivanja.

METODA OSIGURANJA KVALITETE PROCESA naslov je šestog dijela rada u kojem se Lean Six Sigma predlaže kao metoda koja bi u narednim projektima trebala osigurati zahtijevanu kvalitetu primjerenu brodograđevnoj industriji. U sklopu razmatranja implementacije navedene metode analiziraju se dostignuća primjenom klasičnih metoda upravljanja kvalitetom provedenim u prethodnim projektima te što-ako – analizom kreiraju scenariji koji bi ponudili optimalna rješenja problematike kvalitete u brodogradilištu.

U posljednjem poglavlju, **ZAKLJUČKU**, ukratko su izneseni temeljni zaključci istraživanja, znanstveni doprinos rezultata istraživanja kao i mogućnosti njihove primjene.

2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA IZ PODRUČJA UPRAVLJANJA KVALITETOM U PROJEKTIMA

Većina dosadašnjih istraživanja, koja se odnose na upravljanje kvalitetom u projektima, usmjereni su ka uspostavi sustava potpune kvalitete (zasnovanog na različitim modelima), djelujući preventivno i proaktivno. Korektivno djelovanje prepušteno je nadzornicima odnosno kontrolorima kvalitete koji nakon što ustanove pogrešku, provode korektivne mjere. Korektivno djelovanje predstavlja aktivnost za koju se mogu kvantitativno izraziti troškovi nadzora odnosno kontrole i troškovi ustanovljenih nesukladnosti (pogrešaka). Vrijednost odnosno trošak koji nastaje kao posljedica nesukladnosti tada se može promatrati u omjeru vrijednosti uložene u osiguranje kvalitete i štete nastale pogreškom.

2.1. POVIJEST TEORIJE KVALITETE

Kvaliteta kao pojam odnosno atributivna kategorija nalazi se u prvim pisanim tragovima o odgovornosti za kvalitetu proizvoda, kao što su: Hamurabijev zakonik, zapisi na grobnicama egipatskih faraona, itd. Zahtjev za kvalitetom posljedica je razvoja društva, podjele rada i razvoja vještina i znanja u pogledu izrade proizvoda i usluga. U tom smislu, od početka industrijske proizvodnje do danas, kvaliteta se razvijala od jednostavnog kontroliranja, preko **osiguranja kvalitete i upravljanja kvalitetom** do perfekcije za koju se zauzima **potpuno upravljanje kvalitetom-TQM**.

Noviju povijest kvalitete obilježile su tri grupe znanstvenika i praktičara kvalitete [1]:

- američki znanstvenici, koji su svojim radom utjecali na razvoj misli o kvaliteti u Japanu (Edwards Deming, Joseph M. Juran, i Annand Feigenbaum),
- japanci, koji su razvili novi **koncept kvalitete**, a sve to na osnovama učenja "ranih" Amerikanaca (Kaoru Ishikawa, Genichi Taguchi i Shigeo Shingo),
- novi zapadni val, koji je podigao razinu svijesti o kvaliteti na Zapadu (Philip Crosby, Tom Peters i Claus Moller).

2.1.1. Demingov pristup

Demingov pristup¹ **potpunom upravljanju kvalitetom** svodi se na stvaranje takvog organizacijskog sustava, koji promiče suradnju i učenje, u cilju olakšavanja implementacije svih poslovnih procesa i upravljačkih metoda koje vode organizaciju do stalnog poboljšavanja procesa, proizvoda i usluga, kao i ostvarenje osobnih težnji zaposlenika, što je vrlo važno za zadovoljenje zahtjeva kupca i, u konačnici, opstanak na tržištu. Sredstva poboljšanja kvalitete, prema Demingu, leže u sposobnosti pravilnoga kontroliranja i upravljanja sustavima i procesima, te u ulozi odgovornosti menadžmenta u ostvarivanju svega nabrojenog. Deming zagovara korištenje metodoloških praksi, uključujući korištenje specifičnih alata i statističkih

¹ Pedesetih godina 20. stoljeća japanske kompanije uvidjele su prednost u isticanju kvalitetom, stoga su regrutirale W. Edwards Deminga, amerikanca koji je postavio temelje japanskog poslovanja temeljenog na kvalitetnoj proizvodnji. Njegove metode uključuju statističku kontrolu procesa (SPC) i rješavanje problema tehnikama koje se temelje na promijeni mentaliteta organizacije da bi se ponudio visokokvalitetan proizvod ili usluga.

metoda pri oblikovanju i poboljšavanju procesa. One ciljano idu na smanjenje nezaobilaznih varijacija koje su izazvane "uobičajenim uzrocima" i "specijalnim uzrocima". "Uobičajeni uzroci" varijacija su sustavni i dijele ih operateri, strojevi ili proizvodi. Uključuju slabo oblikovan proizvod, nekvalitetan ulazni materijal te loše uvjete rada. Za te uzroke odgovoran je menadžment. "Specijalni uzroci" vezani su za pomanjkanje znanja i vještina, te za slabu izvedbu zadatka. Za specijalne uzroke odgovorni su djelatnici [2].

Osnove TQM-a Deming je izložio u 14 točaka. U većini točaka on zahtijeva od menadžera da prekinu dotadašnju praksu i da počnu raditi na nov način. Često je svojih 14 točaka označavao kao 14 obveza menadžmenta. Cilj je Demingovih 14 točaka da menadžment i radnici promijene odnos prema radu, kako bi troškovi kompanije bili niži, razina kvalitete visoka, a produktivnost rada veća. Demingovih 14 točaka glase [3]:

- 1) *Usvojiti stalne ciljeve (kreirati i objaviti misiju tvrtke i konstantno je provoditi).* Menadžment mora biti ustrajan u svojem opredjeljenju za kvalitetu i s kratkoročnoga se gledišta usredotočiti na dugoročno. Kvaliteta se kao cilj tvrtke postavlja čak i iznad profita. Profit je posljedica do koje se neminovno dolazi ako se tvrtka opredijeli za kvalitetu;
- 2) *Prihvati novu filozofiju.* Nema više tolerancije prema uobičajenoj prihvaćenoj učestalosti kašnjenja, pogrešaka, defekata loših materijala, nemarnosti. Nužno je da svi zaposlenici prihvate i primijene novu filozofiju unapređenja kvalitete;
- 3) *Smanjiti ovisnost o nadziranju.* Ugradnjom kvalitete u cjelokupni proces proizvodnje ukida se potreba masovnoga nadziranja, tj. kontrole svakoga proizvoda, nakon izrade, jer se to obavlja tijekom čitave proizvodnje;
- 4) *Prekinuti praksu "najjeftinije" pri odabiru dobavljača.* Pri odabiru dobavljača u prvi plan mora doći razina kvalitete pa tek onda cijena. S dobavljačima je potrebno uspostaviti partnerski odnos;
- 5) *Stalno unapređivati procese u proizvodnji i uslugama.* Unapređenje kvalitete u toku procesa proizvodnje ili pružanja usluga je neprekidna aktivnost i dio odgovornosti menadžmenta, ali i svih zaposlenika, koji ukazujući na postojeće probleme omogućuju i njihovo rješavanje te poboljšanje cjelokupnog procesa;
- 6) *Provodenje obrazovanja svih zaposlenika.* Neophodno je neprekidno obrazovati i usavršavati zaposlenike. Da bi se takve ideje praktično provele, neke tvrtke, primjerice Motorola, osnovale su vlastita učilišta;
- 7) *Institucionalizirati rukovodenje.* Potrebno je stvarati atmosferu u kojoj će svaki zaposlenik biti motiviran davati svoj maksimalan doprinos i iskoristiti sve svoje potencijale. Za to su ključni rukovoditelji na svim razinama, koji moraju poticati stvaranje i održavanje takvih radnih uvjeta koji rezultiraju poticajnim partnerskim odnosom zaposlenika s nadređenima;
- 8) *Iskorijeniti osjećaje straha.* Osnovna je premisa izgraditi u tvrtki atmosferu koja će poticati otvorenost i sigurnost u iznošenju prijedloga, radu i politici kvalitete;
- 9) *Srušiti barijere između organizacijskih jedinica koje razdvajaju zaposlenike.* Deming smatra da su prepreke između organizacijskih jedinica unutar tvrtke kontraproduktivne, te je potrebno srušiti barijere između njih, poticati međufunkcionalne i interorganizacijske timove u rješavanju problema bez obzira na to u kojem se odjelu oni jave. Na taj način doprinosi se unapređenju suradnje i znanja;
- 10) *Ukinuti prazne sloganе.* Slogani, natpisi, posteri, upozorenja i općenito ciljevi koji zaposlenike navode na povećanje produktivnosti, dugoročno gledajući su kontraproduktivni, frustrirajući te ih, prema Demingu, treba ukinuti;

- 11) *Ukloniti numeričke ciljeve.* Tvrte se trebaju prvenstveno i suštinski fokusirati na pitanja kvalitete. Koncentracija pozornosti samo na izlaze iz procesa ne predstavlja učinkovit način za unapređenje procesa. Umjesto na ostvarivanju numeričkih kvota, menadžment treba raditi na unapređenju procesa;
- 12) *Srušiti prepreke koje ljudi sprečavaju da se ponose svojim radom.* Deming smatra da je odlika ljudi da žele raditi kako treba. U tome ih sprečava neadekvatan menadžment, loša komunikacija, neadekvatna oprema, nesavršeni materijali i druge prepreke koje menadžeri moraju ukloniti da bi se kvaliteta poboljšala;
- 13) *Stimulirati zaposlenike na obrazovanje.* Adekvatna obuka nije statičan pojam, već on podrazumijeva kontinuirano usavršavanje iz uskog područja struke, ali i upoznavanje s metodama i tehnikama upravljanja kvalitetom, kao i dodatne instrukcije o timskom radu i filozofiji kulture tvrtke u pogledu TQM-a;
- 14) *Provoditi akcije za uvođenje promjena.* Transformacija predstavlja zadatak svih. Kultura kvalitete mora postati praksa. Zaposlenici se moraju pridržavati kulture TQM-a.

Demingove postavke, iako su bile izložene mnogim kritikama, ukazuju prvenstveno na potrebu krupnih promjena u menadžmentu koji mora proći kroz nova učenja i stjecanje znanja.

Demingov koncept potpunog upravljanja kvalitetom, odnosno sustav dubinskog znanja, ukazuje na potrebu krupnih zaokreta u menadžmentu. Menadžment treba proći kroz nova učenja i stjecanja znanja; menadžment treba doživjeti pravu transformaciju. To se može iščitati iz 11. preporuke koja se odnosi na uklanjanje numeričke kvote za radnu snagu [4].

Prema ovoj preporuci potrebno je ukinuti radne kvote, jer su one apsolutno inkompatibilne s beskrajnjim usavršavanjem. Postavljanje kvota neminovno dovodi do toga da zaposleni budu orijentirani na kvantitetu, a zapostavljaju kvalitetu svoga rada [5]. Umjesto numeričkih kvota, menadžment treba raditi na unapređenju procesa, a one bi trebale ostati samo kao orijentir odnosno pomoć za unapređenje ili poboljšanje procesa [6].

2.1.2. Juranov pristup

Bitna odrednica Juranova pristupa jest u tome što Juran vjeruje da glavni problemi kvalitete leže u menadžmentu, a ne u zaposlenicima. Za dostizanje kvalitete potrebno je poduzimati aktivnosti na svim razinama organizacije. Juran ističe da je vrlo važno razumjeti kupčeve potrebe. Taj zahtjev odnosi se na [7]: marketing, oblikovanje, proizvodnju i usluge. Da bi se osigurala kvaliteta oblikovanja, predlaže korištenje tehnika koje uključuju *Quality Function Deployment*, planiranje pokusa, inženjerstvo pouzdanosti i simultano inženjerstvo. Juran promatra upravljanje kvalitetom kao tri temeljna procesa, koji se nazivaju Juranova trilogija [8]:

- planiranje kvalitete,
- kontrola kvalitete,
- poboljšanje kvalitete.

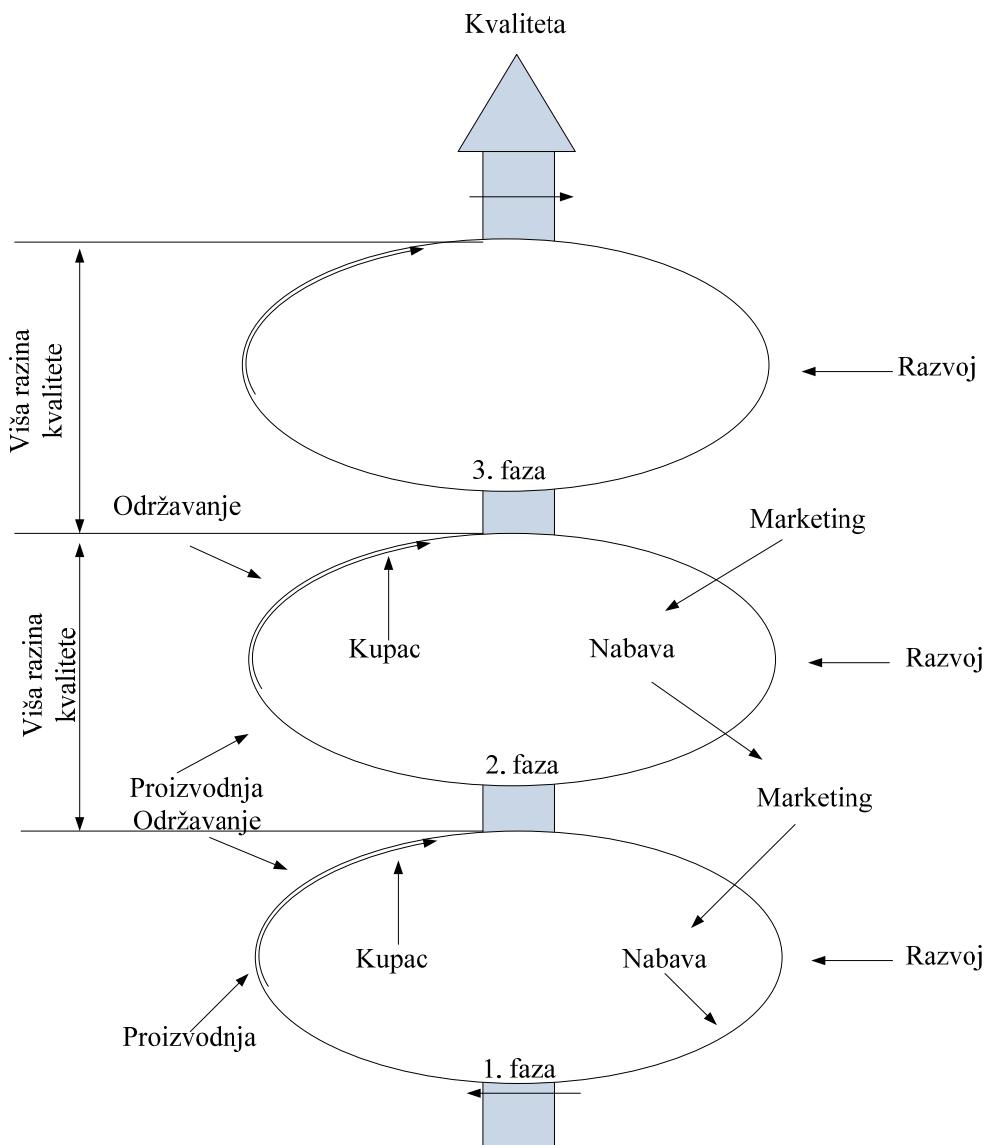
Juran je definirao univerzalni redoslijed aktivnosti za tri procesa kvalitete, a navedeni su prema [8], u tablici 2.1.

Tablica 2.1. Univerzalni procesi upravljanja kvalitetom

Planiranje kvalitete	Kontrola kvalitete	Poboljšanje kvalitete
1. Postavljanje ciljeva kvalitete	Izbor predmeta kontrole	Dokazivanje potrebe
2. Identificiranje kupaca	Izbor mjerne jedinice	Identifikacija projekata
3. Otkrivanje potreba kupca	Postavljanje ciljeva	Organiziranje projektnih timova
4. Razvoj značajki proizvoda	Kreirati osjetnik	Dijagnosticiranje uzroka
5. Razvoj značajki procesa	Mjeriti stvarnu učinkovitost	Propisivanje popravnih radnji
6. Postavljanje kontrole procesa	Tumačenje različitosti	Bavljenje otporima prema promjenama
7. Prijenos na operacije	Djelovati na različitost	Kontrolirati u cilju zadržavanja

Na polju upravljanja kvalitetom, Juran je poznat po svojim konceptima kvalitete [7]:

- 1) *Unutrašnji korisnik* (engl. *Internal Customer*) – u ovom konceptu polazi od toga da je svaka osoba unutar proizvodnog lanca unutrašnji korisnik, a isporučitelj za sljedećeg izvršitelja. To znači da se u svakoj fazi proizvodnje može primijeniti model s tri uloge: isporučitelj, proces i korisnik. Ovako rastavljen lanac predstavlja priliku za unapređenje kvalitete svakog pojedinog elementa lanca.
- 2) *Troškovi kvalitete* (engl. *Cost of Quality*) – koncept troškovi kvaliteta, podrazumijeva da troškovi nastaju kada dolazi do pojave nesukladnih proizvoda, a mogu se svrstati u tri grupe:
 - I. Troškovi nesukladnosti (engl. *Non-Conformance Costs*), koji se odnose na škart, doradu, korektivne mjere, garancije, žalbe korisnika i gubitak korisnika;
 - II. Troškovi procjene (engl. *Appraisal Costs*), kontrola, provjere pridržavanja i traženja uzroka i
 - III. Troškovi prevencije (engl. *Prevention Costs*), obuhvaćaju troškove obuke, preventivne provjere i unapređenja procesa.
- 3) *Spirala kvalitete* (engl. *Quality Spiral*) – Juran smatra da je razvoj sustava u organizaciji nužno povezan s napuštanjem postojeće razine kvalitete i prelaskom u višu razinu uz pomoć dobro pripremljenog izvedbenog postupka. On zagovara kontinuirano poboljšanje kroz neprekidnu spiralu aktivnosti, tzv. *spiralu kvalitete* koja uključuje istraživanje tržišta, razvoj proizvoda i projekata, specifikacije, nabavu, planiranje proizvodnje, proizvodnju i procesnu kontrolu, završnu kontrolu i ispitivanja, prodaju i povratnu informaciju od korisnika. Međuvisnost navedenih funkcija ukazuje na potrebu za kompetentnim menadžmentom kvalitete u cijeloj organizaciji. Juranova spirala kvalitete prikazuje se slikom 2.1.



Slika 2.1. Juranova spirala kvalitete

Iz slike 2.1. moguće je razabrati osnovne namjere Juranova pristupa kvaliteti, a to je kontinuirano nastojanje da se kroz sve proizvodne faze inzistira na razvoju te povezivanjem nabave, proizvodnje, održavanja i kupca te iz faze u fazu, težiti proboru ka višoj kvaliteti.

- 4) *Trilogija kvalitete* (engl. *Quality Trilogy*) – svojim pristupom kvaliteti Juran je definirao univerzalni proces i način realizacije kvalitete koji obuhvaća sve funkcije, sve razine i sve proizvodne linije. Ovaj pristup obuhvaća sljedeće kategorije kvalitete [9]:
 - I. *Planiranje kvalitete* – predstavlja proces koji je sposoban proizvoditi prema potrebama kupaca, odnosno korisnika i na taj način stvarati kod njih zadovoljstvo. U ovom procesu zadovoljstvo kupca je u prvom planu.
 - II. *Kontrolu kvalitete* – obuhvaća kontrolu svih važnih procesa. Težiste je na odstupanjima od zahtjeva.

III. *Unapređenje kvalitete* – proces uklanjanja uzroka nedostataka, odnosno nesukladnosti i stalnog poboljšanja. Naglasak je na otkrivanju i uklanjanju uzroka nesukladnosti.

2.1.3. Feigenbaumov pristup

Feigenbaum koristi termin potpuna kontrola kvalitete (engl. *Total Quality Control-TQC*), umjesto TQM. Tvrdi da termin potpuno upravljanje kvalitetom pokriva područje "životnog vijeka" proizvoda i usluge od ideje ili koncepta proizvoda preko proizvodnje do servisa proizvoda ili usluge. Feigenbaum definira TQC kao efektivan sustav za integraciju raznih skupina unutar organizacije zaduženih za razvoj kvalitete, održavanje kvalitete i poboljšanje kvalitete. On tvrdi da se efektivno upravljanje kvalitetom sastoji od četiriju glavnih faza:

- postavljanje standarda kvalitete,
- procjenjivanje sukladnosti s tim standardima,
- djelovanje kada standardi nisu dosegnuti,
- planiranje poboljšanja u tim standardima.

Tvrdi da dobar TQC zahtijeva visoke stupnjeve funkcionalne integracije među službama, strojevima i informacijama, naglašavajući sustavni pristup kvaliteti. Jasno definiran sustav ukupne kvalitete moćan je temelj za TQC. Sustav potpune kvalitete definiran je kao utvrđena organizacijska struktura sustava, koja je efikasno dokumentirana, ima integrirane tehničke i upravljačke procedure, a nastala je u cilju vođenja koordiniranih aktivnosti ljudi i strojeva uz informacije organizacije na najbolji i najpraktičniji način, da bi se osiguralo zadovoljstvo kupca i ujedno vodilo računa o ekonomskim efektima i troškovima kvalitete. Feigenbaum naglašava da se napor moraju učiniti u smjeru prevencije niske razine kvalitete, što je u suprotnosti s njihovom detekcijom nakon događaja. Zaposlenici bi trebali biti nagrađivani za svoje prijedloge vezane za poboljšanje kvalitete, te da kvaliteta bude posao svih [10].

2.1.4. Ishikawin pristup

Ishikawa pojam upravljanje kvalitetom, proširuje dalje od proizvoda, kvalitete upravljanja, kvalitete pojedinaca i organizacije u cjelini. Tvrdi da je uspjeh organizacije izrazito ovisan o načinu poboljšavanja kvalitete kao neprekidnog traganja. Opredijeljenost kontinuiranom poboljšavanju, prema Ishikawi, treba osigurati da ljudi ne prestanu učiti. On zastupa stajalište da je sudjelovanje zaposlenika ključan čimbenik u uspješnoj implementaciji TQM-a. Ishikawa predlaže da se procjena kupčevih potreba koristi kao alat da bi se potaknula međufunkcionalna suradnja. Odabir dobavljača trebao bi se vršiti na temelju kvalitete umjesto na temelju cijene. Međufunkcijski timovi efikasan su način rješavanja problema kvalitete. Ishikawin model TQM-a sadrži sljedećih šest principa [11]:

- kvaliteta je na prvom mjestu,
- orijentacija prema kupcu, a ne prema proizvođaču,
- orijentacija prema kupcu smanjuje prepreke odvojenosti,
- korištenje činjenica i podataka za primjenjivanje, statističkih metoda,
- cijeniti humanost kao filozofiju upravljanja,
- upravljanje među funkcijama.

Nedvojben je Ishikawin doprinos u razvoju alata kvalitete kao i uvođenju novih alata u ovom području. U ovom smislu posebno mjesto zauzima dijagram uzroka i posljedica kojeg je prvi

put upotrijebio 1960. godine u brodogradilištu *Kawasaki* u Japanu., često nazivan ***Ishikawa dijagram*** ("riblja kost"). Ovo je relativno jednostavan alat kojeg mogu koristiti svi uposlenici promatrane kompanije. Isto tako, on je prvi definirao *sedam alata kvaliteta* i to [12]:

- 1) Dijagram toka procesa;
- 2) Lista sakupljenih grešaka;
- 3) Histogram;
- 4) Pareto dijagram;
- 5) Dijagram uzroka i posljedice;
- 6) Korelacijski dijagram i
- 7) Kontrolne karte kvalitete.

Ishikawa je definirao i *sedam kritičnih čimbenika* koji su bili od suštinskog značaja za uspjeh kontrole kvaliteta u Japanu [13]:

- 1) Kontrola cjelokupne kvalitete širom kompanije i participiranje svih zaposlenika organizacije;
- 2) Obrazovanje i osposobljavanje u svim aspektima kvalitete (što može obuhvatiti i preko 30 radnih dana godišnje);
- 3) Korištenje krugova kvaliteta za modernizaciju standarda i regulaciju, koji imaju konstantnu potrebu za poboljšanjem;
- 4) Provjere kvalitete od strane predsjednika i članova *odbora za kvalitetu* dva puta godišnje;
- 5) Široka uporaba statističkih metoda i fokus na sprečavanju problema;
- 6) Promotivne aktivnosti kontrole kvaliteta unutar države, sa nacionalnim imperativom održavanja japanskog poimanja kvaliteta i
- 7) Revolucionarni mentalni stav od strane uprave i zaposlenih u međusobnim i odnosima prema korisniku, uključujući i žalbe, ohrabrujuće rizike i širu domenu kontrole.

2.1.5. Taguchiev doprinos

Taguchiev doprinos razvoju kvalitete ogleda se u unaprjeđenju metoda projektiranja kvalitete (engl. *Quality Engineering*) koje su nazvane Taguchi metode. Njegov razvoj se realizirao djelovanjem kroz: *Japanese Society for Quality Control*, *Japanese Standards Association (JSA)*, *Japanese Union of Scientists and Engineers (JUSE)*, i *Central Japan Quality Control Association (CJQCA)*.

Taguchi smatra da pravilno utrošeno vrijeme u projektiranju i planiranju značajno smanjuje utrošenu energiju, vrijeme i troškove koji se realiziraju tijekom provedbe kontrole umanjujući napore, vrijeme i troškove koji nastaju tijekom redovne kontrole. Taguchi specificira efikasnost proizvodnje kao rezultat triju faza [14]:

- projektiranje sustava,
- projektiranje parametara,
- projektiranje tolerancije.

Prema *Taguchiju*, postoje dvije vrste čimbenika koji utječu na ostvarivanje funkcionalnih karakteristika proizvoda, i to su: kontrolirani čimbenici i nekontrolirani čimbenici.

Kontrolirani čimbenici su oni čimbenici koji na bilo koji način podliježu nekoj vrsti kontroliranja i mogućnosti upravljanja, kao na primjer izbor materijala, tehnologija proizvodnje, itd.

Nekontrolirane čimbenike je vrlo teško identificirati i kontrolirati. Taguchi definira tri vrste nekontroliranih čimbenika – vanjske, unutrašnje i one između. S tim u svezi, treba izdvojiti čimbenike čija je kontrola opravdana, dok je za ostale čimbenike važno smanjiti njihov utjecaj.

2.1.6. Shigeo Shingo – Nova proizvodna filozofija

Shigeo Shingo autor je knjige *Nova japanska proizvodna filozofija* koja je nastala početkom 1970-ih u vrijeme naftne krize. Tada su provedene radikalne promjene u Japanu u organizaciji društva i poduzeća. Temeljna platforma ove knjige su slijedeće kategorije:

- 1) Proizvodnja bez zaliha;
- 2) Proizvodnja bez greške (defekata);
- 3) Točno na vrijeme (engl. *Just In Time, JIT*);
- 4) Poslovanje bez gubitaka i
- 5) Netroškovni princip.

Točno na vrijeme je ekonomski pojam koji predstavlja strategiju smanjenja troškova u proizvodnji, gdje se proračunom postiže kraće vrijeme skladištenja dijelova, repromaterijala odnosno sirovina ili samo izbjegavanje skladištenja, te stavljanje istih u najkraćem roku u proizvodni proces. Prema *Shigeou Shingou*, to je sustav čiji je glavni zadatak uklanjanje svega nepotrebnog, čime se, sinkronizacijom radnog procesa i uravnoteženjem proizvodnih kapaciteta, skraćuje vrijeme izrade pojedinih izradaka (proizvoda).

Povijest *JIT-a* seže još u 1920-ih godine. Postoje indicije da ga je *Ford* koristio kada je rudača dolazila upravo na vrijeme da se pretvori u željezo za karoserije. Zatim je *McDonald's* koristio *JIT* za pripremu hrane. Međutim *Toyota* je u 1970-ima pokazala da se to može primijeniti i na industrijske proizvode [15].

2.1.7. Crosbyjev pristup

Crosby je identificirao neke važne principe i prakse za uspješno izvođenje programa poboljšanja kvalitete koji uključuju sudjelovanje menadžmenta, odgovornost menadžmenta za kvalitetu, priznavanje truda djelatnicima, smanjenje troškova kvalitete, prevenciju troškova, procjenu troškova, stavljanje naglaska na prevenciju u odnosu na inspekciju nakon pojave pogreške, te nula defekata. Crosby tvrdi da su pogreške uzrokovane dvama razlozima [16]:

- pomanjkanjem znanja,
- pomanjkanjem pozornosti.

Obrazovanje i osposobljavanje mogu eliminirati prvi razlog. Osobno opredjeljenje izvrsnosti i pridavanje pozornosti detaljima eliminiraju drugi razlog. Crosby također ističe važnost načina upravljanja prema uspješnom poboljšanju kvalitete. Ključ poboljšanja kvalitete je u promjeni razmišljanja menadžmenta. Razumijevanje, opredjeljenje i komunikacija su ključni.

Crosby slično, kao Deming i Juran, također smatra da je poboljšanje kvalitete odgovornost menadžera. Uz problematiziranje kvalitete kroz troškove kvalitete, uveo je koncept nula grešaka (engl. *Zero Defects Concept*). Prema njegovom mišljenju ne postoji prihvatljiv defekt,

a menadžment treba preuzeti obvezu i posvećenost osiguranja nultog defekta i kvalitete cijelog poduzeća. Predlaže uvođenje timova za poboljšanje kvalitete, savjet kvalitete, pa čak i dan nultog defekta [17].

Crosby-jeva glavna ideja vodilja je da je kvaliteta besplatna. On doslovno kaže: "*Ona (kvaliteta) nije poklon, ali je besplatna*" [18]. Koncept nultog defekta temelji se na načinu rada – stvari treba raditi već prvi put na pravi način, čime se preventivno djeluje na defekte i kvalitetu. Crosby smatra da menadžment treba biti posvećen planiranju kvalitete, čiji glavni princip je: Zadovoljstvo kupaca je na prvom, posljednjem i svakom mjestu. Poznata je Crosby-jeva matrica "zrelosti menadžmenta kvalitete", na temelju koje se može odrediti trenutna pozicija menadžmenta kvalitete. Zrelost menadžmenta se prema Crosby-ju može pratiti kroz pet faza [17]:

- 1) Neizvjesnost (engl. *Uncertainty*);
- 2) Buđenje (engl. *Awakening*);
- 3) Prosvjetljenje (engl. *Enlightenment*);
- 4) Mudrost (engl. *Wisdom*) i
- 5) Sigurnost (engl. *Certainty*).

Kategorije mjerena i zrelost menadžmenta, sistematizirane su prema [3], i prikazane u tablici 2.2.

Tablica 2.2. Crosby-eva mreža zrelosti menadžmenta kvalitete

KATEGORIJE MJERENJA	FAZA 1. NEIZVJESNOST	FAZA 2. BUĐENJE	FAZA 3. PROSVJETLJENJE	FAZA 4. MUDROST	FAZA 5. SIGURNOST
Razumijevanje i opredjeljenje menadžmenta	Ne uspijeva percipirati kvalitetu kao menadžerski alat	Podržava menadžment kvalitete u teoriji, ali ne osigurava potreban novac i vrijeme	Uči o upravljanju kvalitetom i počinje podržavati	Osobno učešće u aktivnostima kvalitete	Promatra menadžment kvalitete kao ključ uspjeha organizacije
Status kvalitete organizacije	Aktivnosti kvalitete ograničene su na sektore proizvodnje	Postavlja se jak lider, ali i dalje aktivnosti kvalitete fokusirane na procjene	Odjeljenje kvalitete odgovara top menadžmentu	Menadžer kvalitete je zaposlenik organizacije	Menadžer kvalitete je u upravnom odboru kompanije
Rješavanje problema	Problemi se rješavaju kada nastanu	Formiraju se timovi za rješavanje najvećih problema	Problemi se postupno rješavaju	Problemi se identificiraju u ranoj fazi	Problemi se sprječavaju
Trošak kvalitete kao postotak prodaje	Prijavljen: - Nepoznat: - Stvarni: 20%	Prijavljen: 5% Stvarni: 18%	Prijavljen: 8% Stvarni: 12%	Prijavljen: 6,5% Stvarni: 8%	Prijavljen: 2,5% Stvarni: 2,5%
Akcije poboljšavanja kvalitete	Nema organiziranih aktivnosti	Aktivnosti su motivacijske i kratkoročne	Ugradnja programa od 14 koraka s punim razumijevanjem	Nastavlja program od 14 koraka i počinje program stvaranja sigurnosti	Poboljšanje kvalitete je redovna i kontinuirana aktivnost
Zbroj pozicija kvalitete organizacije	Ne znamo zašto imamo problema s kvalitetom	Moramo li uvijek imati problema s kvalitetom	Zbog posvećenosti menadžmenta mi identificiramo i rješavamo naše probleme kvalitete	Rutinski sprječavamo nastajanje defekta	Znamo zašto nemamo problema s kvalitetom

Analizirajući kvalitetu, Crosby polazi od toga da svaki sudionik procesa ima svoj pogled na kvalitetu. On pojašnjava kakvo viđenje kvalitete imaju pojedini akteri [19]: menadžment, stručnjaci kvalitete, zaposlenici i potrošači. Logično je pretpostaviti da će svatko od njih imati svoje viđenje kvalitete i da će svako viđenje imati stanovitu dozu subjektivnosti. Tako menadžment vidi kvalitetu kao rješenje za postojeće probleme i trenutnu lošu situaciju. Stručnjaci kvalitete imaju veliku naklonost zahtjevima za osiguranje kvalitete prema normama ISO 9000ff. Zaposlenici su u pravilu zbumjeni. Oni primjećuju da su proizvodni procesi vezani s neefikasnošću. Također, primjećuju da menadžment mnogo govori o izvrsnosti i posvećenosti, ali istovremeno vrlo malo radi na tome. Potrošači shvaćaju da je teško dobiti pouzdane proizvode i usluge.

2.1.8. Tom Peters – Menadžerski pristup kvaliteti

Tom Peters jedan je od najpoznatijih stručnjaka na temu biznisa i menadžmenta. Autor je brojnih poslovnih bestselera i jedan od najpoznatijih poslovnih govornika. Iskustvo u savjetovanju mnogobrojnih svjetski poznatih poduzeća daju Petersu autoritet kojim se može pohvaliti malo koji predavač o menadžmentu.

Peters stavlja menadžera u centar procesa poboljšanja kvalitete, odbacuje riječ "management" i uvodi riječ "vodstvo" (engl. *Leadership*). Ovim se značajno mijenja uloga vodstva poduzeća. Peters je definira kao "upravljanje u pokretu" (engl. *Managing by Walking Around – MBWA*), efektivnost i efikasnost lidera vidi kroz realizaciju triju aktivnosti: slušanje, učenje, pomaganje [20].

2.1.9. Claus Moller – Ljudska strana kvalitete

Claus Moller je ekonomist iz Danske čiji se doprinos ogleda u poboljšanju efikasnosti poslovanja organizacije. Molerov koncept kvalitete uvodi novu dimenziju u tradicijskom shvaćanju kvalitete tzv. ljudsku stranu kvalitete (engl. *The Human Side of Quality*). On se ne fokusira samo na kvalitetu roba i usluga, već također i na kvalitetu koju ljudi stvaraju i distribuiraju [8].

Iz navedenih pristupa priznatih teoretičara kvalitete, razvidno je da svaki od njih ima svoj jedinstveni pristup. Unatoč tomu, principi potpunog upravljanja kvalitetom i prakse koje su predložili ti stručnjaci u području kvalitete, pružaju bolje razumijevanje koncepta TQM-a. Iako njihovi pristupi konceptu TQM nisu potpuno isti, oni dijele neke zajedničke točke, koje su prema [8], sistematizirane u tablici 2.3.

Tablica 2.3. Šest zajedničkih točaka u pristupu TQM-u

Šest zajedničkih točaka	
Odgovornost menadžmenta	Odgovornost je menadžment da osigura opredijeljenost, vodstvo, motiviranje i prikladnu podršku tehničkim i ljudskim procesima. Odgovornost je top-menadžmenta da odredi okruženje i okvir operacija unutar organizacije. Imperativ je da menadžment promiče uključivanje zaposlenika u poboljšavanje kvalitete, te da razvija kulturu kvalitete promjenom percepcije i odnosa prema njoj.
Planiranje	Naglašene su aktivnosti strategije, politike i procjene na razini organizacije.
Edukacija i osposobljavanje	Naglašena je važnost edukacije i osposobljavanja zaposlenika, u cilju promjene ponašanja zaposlenika, odnosa, unapređivanja zaposlenikovih sposobnosti pri izvršavanju zadataka.
Poboljšavanje	Cilj svih zaposlenika u poslovnom sustavu trebalo bi biti stalno poboljšavanje proizvoda, procesa i sustava kao cjeline, a pritom primjenjujući poznate temeljne i složenije koncepte i alate stalnog poboljšavanja.
Kontrola procesa	Vrlo je važno kontrolirati procese i poboljšavati sustav kvalitete i oblikovanja proizvoda. Naglasak je stavljen na prevenciju pojave pogrešaka, a ne kontrolu nakon njihove pojave.
Sustavni pristup	Kvaliteta je sustavna aktivnost na razini organizacije, a ide od dobavljača do klijenata. Sve funkcionalne aktivnosti, kao: marketing, oblikovanje, proizvodnja, kontrola, otprema, montaža i uslužne djelatnosti, moraju biti uključene u napore za poboljšanje kvalitete.

Može se zaključiti kako je u posljednja dva desetljeća došlo do promjene mišljenja da upravljanje kvalitetom ne znači samo usklađivanje sa specifikacijama i zahtjevima. Kvaliteta, također, znači zadovoljavanje, nešto više od potreba i očekivanja kupca.

2.2. KONCEPT POSLOVNE IZVRSNOSTI

Poslovna je izvrsnost nova paradigma upravljanja organizacijom holističkim pristupom menadžmentu. Ona se zasniva na principima TQM-a i mjerena i poboljšavanja raznih aspekata organizacije da bi se zadovoljili svi dionici prava [21]. Uz vlasnike kapitala to su, kupci, dobavljači, partneri, zaposlenici, lokalna i šira zajednica, briga za okoliš i dr. Poslovna izvrsnost također daje osnove za dugoročni uspjeh i za održivi razvitak organizacije i društva.

2.2.1. *Modeli poslovne izvrsnosti*

Za primjenu i uspostavu poslovne izvrsnosti služe modeli koji su proizašli iz nagrada za kvalitetu. U Japanu je to *The Deming Prize*, u Americi – *Malcolm Baldrige National Quality Award* (MBNQA), a u Europi – *European Quality Award* (EQA). Europski model poslovne izvrsnosti razvila je Evropska zaklada za upravljanje kvalitetom (EFQM) i to je široko prihvaćen model kojim se koriste mnoge strane, kako proizvodne, tako i uslužne, velike, srednje i male organizacije profitnog i neprofitnog sektora. Uz Europski model poslovne izvrsnosti (EFQM BEM) često se koristi i modelom uravnoveženih tablica (engl. *Balanced Scorecard* – BSC). Ta dva modela zajednički u komplementarnom pristupu daju osnovu organizacijama da kroz jasnu viziju, misiju i strategiju i primjenu metoda i alata, ostvare težnju ka poslovnoj izvrsnosti.

Upravljanje potpunom kvalitetom evoluiralo je u koncept koji je na početku novoga tisućljeća nazvan Poslovna izvrsnost (engl. *Business Excellence*), a čija su osnovna načela i prepostavke da izvrsne organizacije u osiguranju osnova dugoročnoga uspjeha i održivoga razvoja moraju voditi računa o cijelom nizu činjenica od važnosti za zainteresirane strane odnosno polagatelje prava (engl. *Stakeholders*) [22].

Koncepti upravljanja zasnovani na poslovnoj izvrsnosti uvode se i unaprjeđuju modelima poslovne izvrsnosti u kojima su sadržane smjernice za razvitak. Danas, u vremenu globalne konkurenčije, osobito je bitno poslovanje zasnovati na poslovnoj izvrsnosti kao konceptu upravljanja zbog više razloga. To su ponajprije izvrsnost u proizvodima i uslugama, smanjivanje troškova, poboljšan odnos s kupcima, dobavljačima, poslovnim partnerima, zatim globalna prepoznatljivost i imidž. Stoga su se mnoge organizacije odlučile za takav pristup upravljanju i na taj način stekle konkurenčnu prednost i reputaciju na svjetskom tržištu.

EFQM i Europska organizacija za kvalitetu (EOQ) dali su definiciju *Organizacijske izvrsnosti* na ovaj način: *Poslovna je izvrsnost način poslovanja koji omogućuje organizacijama da postignu balansirano zadovoljstvo zainteresiranih strana (npr. kupci, zaposlenici, društvo i dioničari), uvećavajući na taj način vjerljivost dugoročnog uspjeha* [23].

Osnovni model izvrsnosti kako ga vidi EFQM prikazan je slikom 2.2.

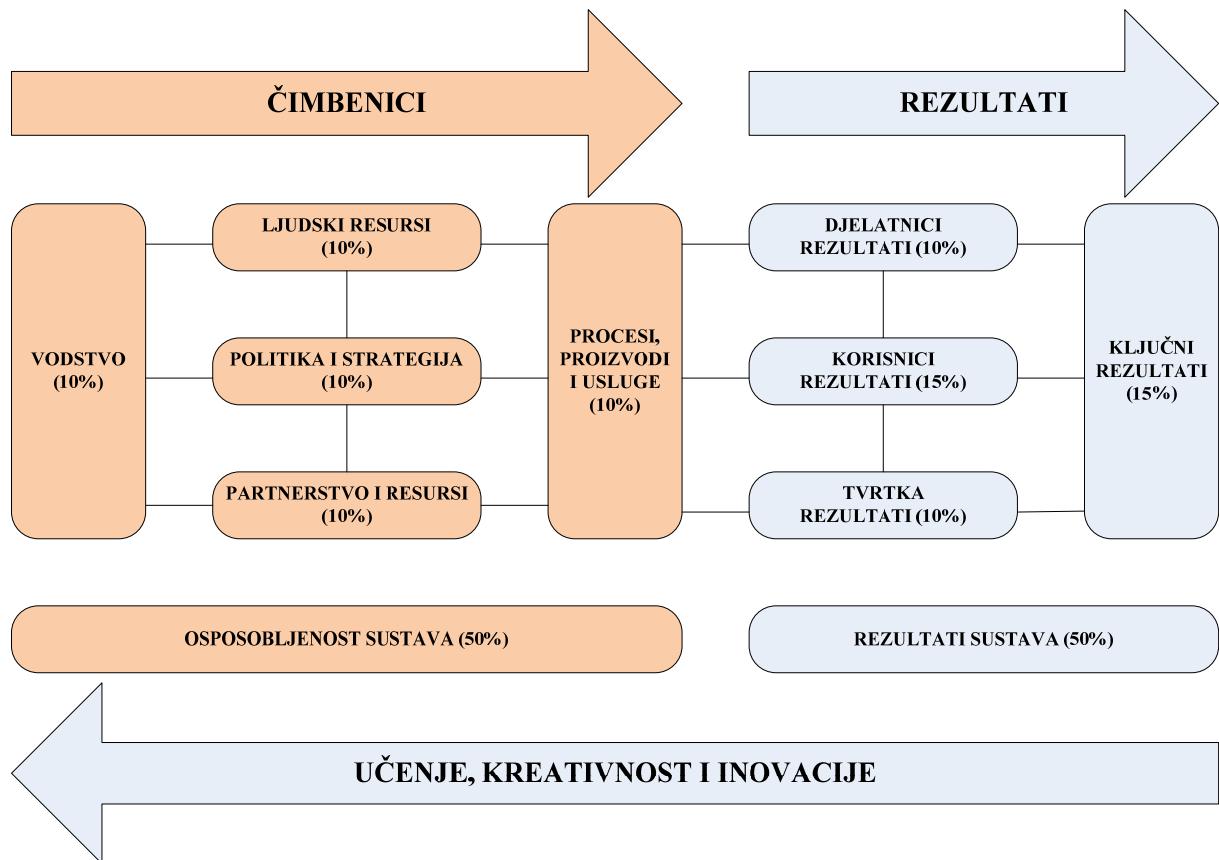


Slika 2.2. Osnovni model poslovne izvrsnosti

Iz slike 2.2. može se zapaziti "trijada" izvrsnosti, a to su motivirani ljudi, pokretači procesa, koji vode izvrsnim performansama poslovanja. EFQM model daje okvir zasnovan na devet kriterija. Pet vodećih kriterija čine tzv. *osposobitelji* (engl. *Enablers*), u koje pripadaju: vodstvo, ljudi, politika i strategija, partnerstva i resursi i procesi. Preostala četiri kriterija čine *rezultati* (engl. *Results*), a to su: rezultati ljudi, rezultati kupaca, rezultati društva i rezultati ključnih pokazatelja. Kriteriji *osposobitelja* obuhvaćaju podatke o tome što organizacija čini, a kriteriji *rezultata* obuhvaćaju ono što organizacija postiže. Rezultate postižu osposobitelji, a oni se u uzročno-posljedičnoj vezi poboljšavaju, koristeći se povratnom informacijom rezultata. Ovaj model koji prepoznae mnoge pristupe u postizanju organizacijske izvrsnosti u svim aspektima performansi, zasniva se na prepostavci da se izvrsni rezultati koji se odnose na performanse, kupce, zaposlenike i društvo postižu vodstvom upravljanom politikom i strategijom koje realiziraju ljudi i koje se realiziraju partnerstvima, resursima i procesima [22].

Ovaj model nije krut i prihvata činjenicu da postoje različite smjernice za postizanje izvrsnosti. Ipak, usprkos takvom pristupu postoje određene koncepcije i načela koja čine same temelje tog modela. Polazeći od tih koncepcija i načela, što je u skladu s koncepcijama i načelima potpunog upravljanja kvalitetom, razrađen je spomenuti EFQM-model poslovne

izvrsnosti koji se temelji na 9 kriterija, 32 podkriterija, sustavu samoocjenjivanja i radar grafike. Prvih pet kriterija odnosi se na ciljeve i smjernice, a preostalih četiri na učinke, odnosno rezultate. Ciljevi i smjernice su pretpostavka onoga što organizacija čini, a rezultati ukazuju na ono što organizacija postiže. Rezultati su dakle uvjetovani ciljevima i smjernicama. Na slici 2.3., je prema [24], prikazan modificirani EFQM 2010-model poslovne izvrsnosti.



Slika 2.3. EFQM 2010 - model poslovne izvrsnosti 2010.

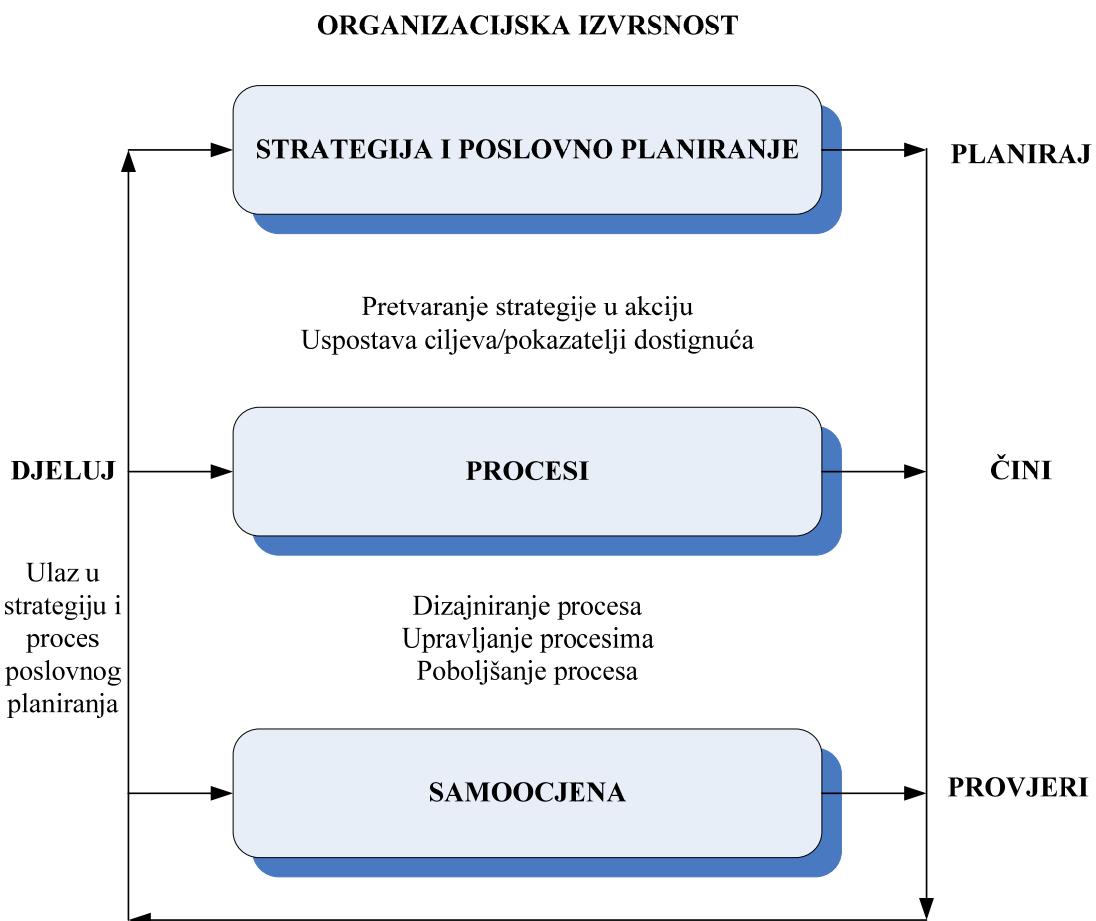
Devet pravokutnika u modelu na slici 2.3., predstavljaju kriterije koji služe za ocjenjivanje napretka što ga organizacija postiže na putu prema izvrsnosti. Svaki od tih kriterija određen je s obzirom na njegovu ulogu u modelu. Da bi se još više razvila ta uloga, svakom od tih kriterija pridruženo je više podkriterija koji sadrže veći broj pitanja, a koja treba uzeti u razmatranje u toku ocjenjivanja neke organizacije po sustavu bodovanja.

Upitnik za samoprocjenjivanje je razvijen kako bi se pomoglo bilo kojoj organizaciji da odredi svoj položaj na skali izvrsnosti, otkrije potencijal za poboljšavanje i provodi neprestana poboljšavanja. Upitnik se sastoji od 50 jednakovrijednih pitanja raspoređenih u devet kriterija EFQM-modela izvrsnosti, modela bodovanja, obrazaca za računanje postignuća za kriterije u grupi osposobljavatelja, obrazaca za računanje postignuća za aspekte u grupi rezultata, te modela za računanje i grafičko prikazivanje profila organizacije [24].

Samoprocjenjivanje prema upitniku moguće je organizirati na razini poslovno-proizvodnog sustava kao i po njegovim organizacijskim jedinicama. Ako se odluči za samoprocjenjivanje po organizacijskim jedinicama, tada to rade timovi stručnjaka za koje je neophodna prethodno obrazovanje. Naime, učinak postignutih rezultata ovisi o potpunom razumijevanju svakog od 50 pitanja u upitniku, kao i o iskrenosti pri odabiru jedne od četiri moguće ocjene.

2.2.2. Postizanje poslovne izvrsnosti

Postizanje poslovne izvrsnosti zahtijeva od organizacije neprestano ponavljanje ciklusa kontinuiranoga unapređenja prema Demingovu ciklusu unapređenja (engl. *Plan-Do-Check-Act*). Osnove organizacijske izvrsnosti jesu [6]: (1) strategija i poslovno planiranje, (2) procesi i (3) samoocjene i odnosi među njima i konstantan ciklički proces unapređenja kroz povratnu vezu. Proces dostizanja poslovne (organizacijske) izvrsnosti prikazan je na slici 2.4.



Slika 2.4. Komponente organizacijske izvrsnosti

- 1) **Strategija i poslovno planiranje.** U fazi definiranja strategije i planiranja potrebno je koristiti se rezultatima samoocjene prema nekom od modela poslovne izvrsnosti da bi se suočili sa snagama i slabostima organizacije. Razvitak tzv. karte postignuća (engl. *Scorecard*) omogućuje razvijanje strategije i planova usredotočenih na balansiranje

zadovoljstva svih zainteresiranih strana. Primjena Scorecard pristupa ključna je poveznica koja povezuje planove organizacije sa ključnim procesima koji donose dodanu vrijednost organizaciji.

- 2) **Procesi.** Izvrsno upravljanje procesima kritično je u postizanju organizacijske izvrsnosti. Moguće je identificirati elemente upravljanja procesima:
 - *dizajniranje procesa* – ovaj element može uključivati elemente redizajniranja poslovnih procesa (engl. *Business Process Reengineering* – BPR),
 - *kontrola procesa* – ovaj element zahtijeva uvažavanje discipline statističke kontrole procesa i uvođenje ISO 9001:2008. Prema toj posljednjoj reviziji ISO 9000 norme stavljen je mnogo veći naglasak na procese, klijente i mjerjenja, pa ta norma zato nudi snažan okvir za postupke upravljanja procesima,
 - *unapređenje procesa* – ovaj se element značajno oslanja na metode kontinuiranog poboljšanja poput *Six Sigma* pristupa. Naime *Six Sigma* je metoda koja je usredotočena na unapređenje procesa. Koristi se za smanjenje učestalosti defekata proizvoda na maksimum 3,4 dijela na milijun proizvoda adaptacijom serije inicijativa u kvaliteti.
 - transformacijske tehnike u sustavu poslovanja poput *BPR-a* također su potrebne ako postoje velike razlike u performansama procesa.
- 3) **Samoocjena** (engl. *Self-assessment*) prema modelu poslovne izvrsnosti usredotočuje se na izvrsne performanse čitave organizacije. Proces samoocjene identificira i prati sve važne organizacijske rezultate i omogućuje povratnu informaciju na organizacijsku sposobnost i rezultate strategije i procesa planiranja.

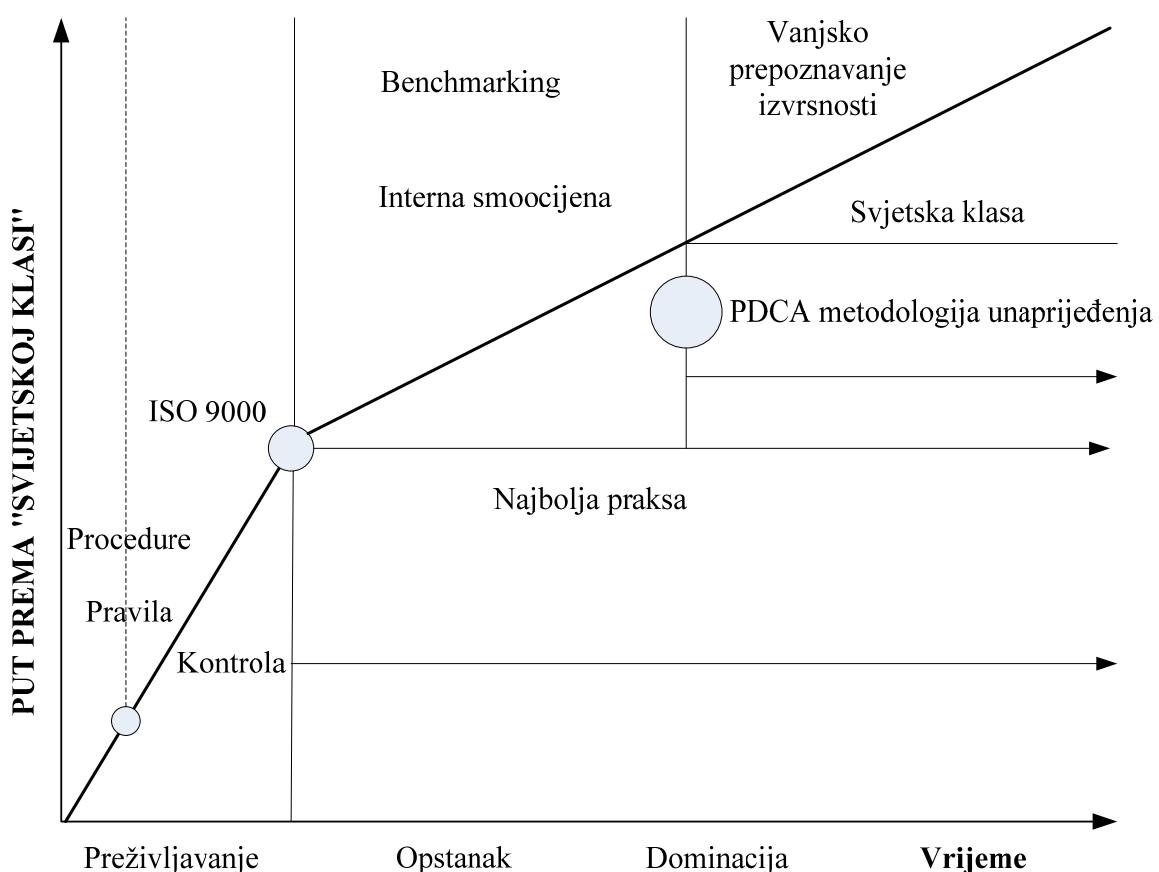
Postojanje velikoga broja komplementarnih pristupa i tehnika (ISO 9000, TQM, BPR, Lean, Six Sigma, Lean Six Sigma) u postizanju poslovne izvrsnosti može među organizacijama izazvati veliku zbrku na njihovu putu prema izvrsnosti. U postizanju poslovne izvrsnosti kao ishodišna se točka najčešće gledaju usvajanje i certifikacija prema ISO 9001 standardu, koji svojim procesnim pristupom upravljanju organizacijom daje čvrstu osnovicu dalnjim unapređenjima. Nadalje se primjenom smjernica ISO 9004 postiže se nadogradnja ISO 9001 standarda da bi kroz cijeli niz ciklusa neprekidnoga unapređenja, koristeći se pritom tzv. Demingov P-D-C-A ciklusom unapređenja, doveli do poboljšanja procesa i performansa organizacije. Organizacije se na svom daljem putu u izvrsnost mogu koristiti i drugim sustavima menadžmenta, poput ISO 14000 (Sustav upravljanja zaštitom okoliša) i OHSAS (Sustav zaštite zdravlja i sigurnosti zaposlenika) ili SA 8000 (međunarodnu normu za društvenu odgovornost), postižući na taj način integrativnost sustava menadžmenta i sve bolje performanse poslovanja, osobito u zadovoljavajuju očekivanja ostalih zainteresiranih strana poput zajednice, zaposlenika, brige za okoliš i dr.

Porter i Tanner preporučuju pristup na putu prema izvrsnosti koji je prikazan na slici 2.4, kao model razvijevanja organizacijske izvrsnosti. Model je zasnovan na tri faze, a to su [21]: (1) preživljavanje (postizanjem kontrole), (2) opstanak (izgradnjom prema najboljoj praksi) i (3) dominacija (postizanjem rezultata svjetske klase).

- 1) **Postizanje kontrole.** U ovoj je fazi esencijalna uspostava bazne poslovne i operativne kontrole koja omogućuje dosljedan način poslovanja i izvođenja operacija. Politika, procedure i sustav upravljanja kvalitetom zasnovani na ISO 9000:2008 zadovoljavajući su pristup u ovoj fazi. Raskorak u postizanju unapređenja performansi koji je najveći u ovoj fazi puta prema izvrsnosti mora biti procjenjivan prema razumno stabilnoj osnovici;

- 2) *Izgradnja prema najboljoj praksi.* Poslije uspostave kontrole, tehnike za adaptaciju i identifikaciju najbolje prakse (engl. *Best Practice*) sada daju zadovoljavajuće rezultate. Samoocjena u ovoj fazi također daje rezultate koji imaju svoje značenje i mogu biti upotrijebljeni u donošenju planova akcija, dok je u fazi kontrole bilo veoma teško razgraničiti stvarne efekte od šuma nekontroliranih operacija. U ovoj, kao i u svim ostalim fazama, neminovna je primjena Demingova kruga kvalitete;
- 3) *Postizanje rezultata svjetske klase.* Usvajanje i izgradnja platforme na najboljoj praksi donose osnove za postizanje rezultata svjetske klase. Primjenom mnogo snažnijih metoda u *samoocjenjivanju* i *benchmarkingu* prema modelima poslovne izvrsnosti, organizacija je na putu za dobivanje neke od svjetski priznatih nagrada. Taj status dovodi organizaciju u status postizanja i zadržavanja izvrsnih performansi i mogućnosti dodatnog organizacijskog učenja.

Suvremeni pristup upravljanju zasnovan na poslovnoj izvrsnosti postaje nova paradigma upravljanja organizacijama 21. stoljeća. Model sazrijevanja organizacijske izvrsnosti može se prema [21] zorno predložiti slikom 2.5.



Slika 2.5. Model sazrijevanja organizacijske izvrsnosti

Veliki broj organizacija u svijetu prepoznao je snagu i značaj modela kojima se koriste u izgradnji platforme izvrsnosti u poslovanju uz uvećanje dugoročnih potencijala uspjeha. Ti se potencijali uspjeha očituju zadovoljstvom čitavoga niza polagatelja prava, kao što su kupci, dobavljači, dioničari, zaposlenici, šira i lokalna zajednica, briga za okoliš, razvijanje partnerstava i dr.

2.3. LEAN SUSTAV UPRAVLJANJA

Najopćenitija definicija pojma "Lean" bi bila da je "Lean" poslovni sustav za organiziranje i upravljanje proizvodnjom, razvojem proizvoda, operacijama, dobavljačima, vezama sa kupcima, odnosno potrošačima, itd. Poslovne i druge organizacije koriste Lean sustav odnosno Lean principe poslovanja koji uključuju specifične načine djelovanja kako bi stvorili točno određenu i ciljanu vrijednost za kupca (potrošača, klijenta), odnosno robu i usluge bolje kvalitete i sa što manje defekata uz korištenje [25]:

- manje ljudskog rada,
- manje prostora,
- manje kapitala,
- manje vremena nego kod tradicionalnog oblika masovne proizvodnje,

Lean poslovni sustav je cjeloviti sustav upravljanja poduzećem. To znači da ako se želi primijeniti ili implementirati na ispravan način mora obuhvatiti poduzeće u cijelini, odnosno sve njegove funkcije kao što su inženjering, proizvodnja, marketing, financije i odnosi sa kupcima.

Lean metode i principi se ne odnose samo na proizvodnju odnosno na načine unapređenja proizvodnoga procesa. Naprotiv, Lean je sveobuhvatan sustav upravljanja poduzećem i prvi korak uspješne implementacije je prihvatanje te činjenice.

Menadžment i vodstvo mnogih kompanija imaju velikih problema kod primjene Lean principa i načina djelovanja na proizvodni proces, a problemi se udvostručuju kada se Lean pokuša proširiti na cijelu strukturu poduzeća. Jedan od razloga je potpuno krivo shvaćanje uloge ljudi odnosno zaposlenika u procesu implementacije Lean sustava poslovanja, a drugi, ne manje važan razlog, je način na koji se mijere poslovni rezultati ili učinak poslovanja. Ta dva bitna segmenta bit će pojašnjena detaljno kasnije u projektu.

2.3.1. Razvoj Lean sustava

Smatra se da je ključne temelje i principe Lean sustava postavio Henry Ford koji je 1913. godine uspio ostvariti prvu pravu integraciju proizvodnih procesa pod nazivom "pokretna proizvodnja". Pokretnu proizvodnju činila su tri elementa, a to su dijelovi, standardni rad i pokretna traka. Na taj način je stvorio pokretnu montažnu (proizvodnu) traku što je u to vrijeme predstavljalo prekretnicu u načinu proizvodnje.

Henry Ford je uspio proces proizvodnje podijeliti u korake i tako podijeljene proizvodne korake poredati u proizvodne linije koristeći strojeve specijalne namjene gdje god je to moguće kao i kontrolne uređaje koji ne dopuštaju defektnim proizvodima prolaz na sljedeći

korak procesa, a sve u cilju brze proizvodnje i montaže ispravnih dijelova u svega nekoliko minuta [25].

To je bio revolucionaran korak u proizvodnji u odmaku od klasičnih radionica koje su bile sastavljene od strojeva opće namjene grupirane prema vrsti obrade. Takve proizvodne radionice su proizvodile velike količine istovrsnih dijelova koji su zatim čekali u skladištu proizvodnju ostalih dijelova kako bi u konačnici bili sastavljeni u finalni proizvod. Takav način proizvodnje rezultirao je pretrpanošću nedovršenom proizvodnjom kao i velikim brojem defektnih finalnih proizvoda [25].

Henry Ford nije imao problema sa protokom proizvodnje i obrtajem zaliha jer su se skladišta kompanije praznila svakih nekoliko dana. Problem je bila nemogućnost pružanja varijantnosti i raznolikosti proizvedenih automobila ovisno o zahtjevima tržišta na kojem je Ford počeo polako gubiti korak sa konkurentima.

U tom vremenu, odnosno 1930-ih, a još intenzivnije nakon Drugog svjetskog rata, Kiichiro Toyoda koji je 1930. godine osnovao *Toyota Motor Company*, Taiichi Ohno i drugi u Toyoti, sagledavši takvu situaciju u Fordu, zaključili su da je, uz seriju malih i jednostavnih inovacija u proizvodnom procesu, moguće osigurati kontinuitet i brz protok proizvodnje, a istovremeno pružiti tržištu varijantnost i raznolikost proizvoda. Potaknuti takvim razmišljanjima, stručnjaci u Toyoti su revidirali i prilagodili Fordov originalni koncept proizvodnje vlastitim potrebama i potrebama tržišta te je tako nastao poznati Toyotin proizvodni sustav ili *TPS* (engl. *Toyota Production System*).

Jedna od osnovnih karakteristika tog proizvodnog sustava bila je preusmjeravanje težišta djelovanja proizvodnih inženjera sa pojedinačnih strojeva i njihovog iskorištenja, kao i individualnih procesa, na cjelokupni proces proizvodnje i protok proizvoda kroz tu proizvodnju. U Toyoti su zaključili kako bi uz pomoć nekoliko jednostavnih rješenja u proizvodnji bili u stanju osigurati [25]:

- niske troškove proizvoda,
- visoku varijantnost proizvoda,
- visoku kvalitetu proizvoda,
- vrlo kratko vrijeme od narudžbe do isporuke proizvoda, a sve u cilju brze i kvalitetne reakcije na nestabilne odnosno promjenjive zahtjeve tržišta.

Neka od rješenja u proizvodnji su:

- oblikovanje strojeva i opreme odnosno njihovo prilagođavanje obujmu potrebne proizvodnje,
- implementacija strojeva i proizvodne opreme koja sadrži uređaje i senzore za samokontrolu (*Andon* sustavi odnosno uređaji sa vizualnim upozorenjima na nepravilnosti u procesu) sa ciljem osiguravanja proizvodnje bez škarta,
- precizno oblikovanje rasporeda strojeva i proizvodne opreme prema proizvodnim koracima u procesu proizvodnje (tehnološki proces) u cilju osiguranja kontinuiranosti proizvodnih procesa,
- postizanje kratkih pripremno-završnih vremena kako bi se omogućila proizvodnja malih količina odnosno serija različitih dijelova ili proizvoda,
- implementacija "pull" sustava proizvodnje, što znači da svaki korak proizvodnoga procesa obavještava prethodni korak za trenutnom potrebotom materijala ili dijelova. Na taj način se

proizvodi samo potreban broj dijelova za svaki sljedeći korak proizvodnog procesa odnosno nema nepotrebnog gomilanja materijala ili dijelova.

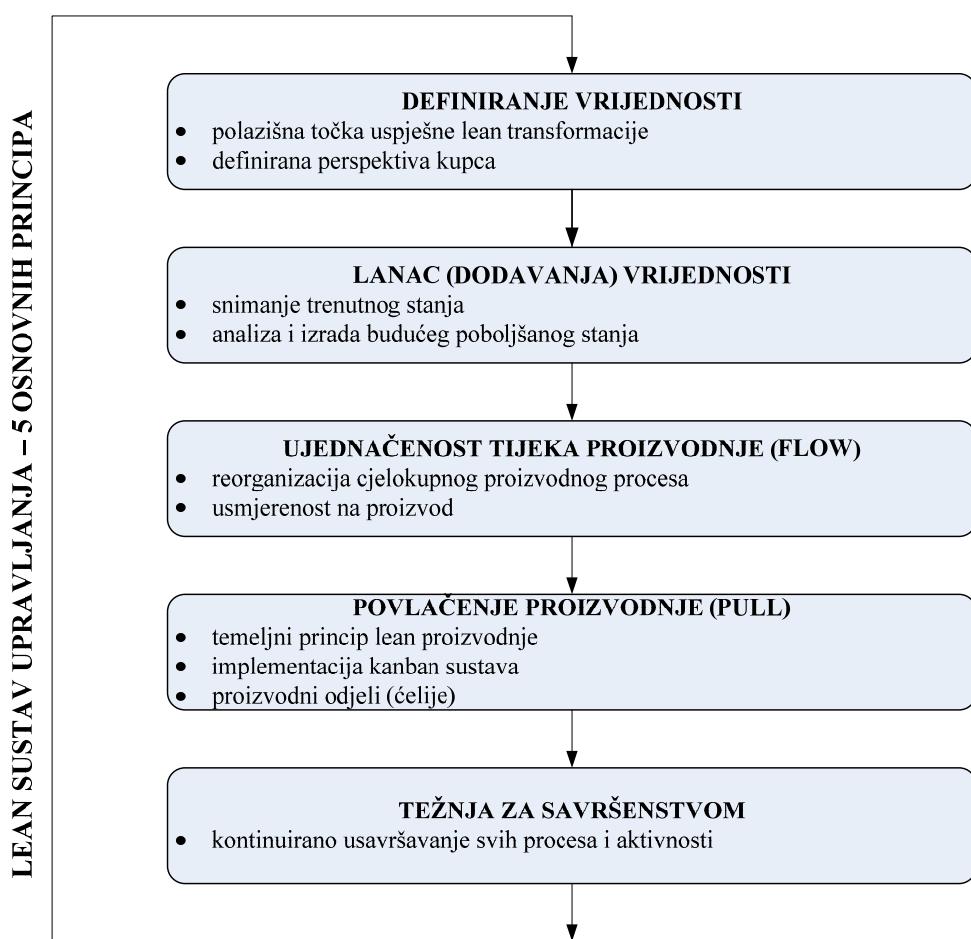
Najveći dokaz snage Lean sustava upravljanja poduzećem ogleda se u japanskoj automobilskoj industriji koja dominira na svjetskom tržištu automobila. S obzirom da se Lean filozofija širi svijetom i dolazi u gotovo svaku državu svijeta, menadžeri i vlasnici kompanija usavršavaju specifična znanja i tehnike Lean upravljanja koja se počinju primjenjivati i izvan same proizvodnje, dakle u uslužnim poduzećima, logistici, distribuciji, održavanju, zdravstvu pa čak i u državnoj upravi.

2.3.2. Temeljni principi Lean sustava upravljanja

Svaki poslovni sustav, proizvodni ili uslužni, prožet je raznim nepravilnostima koje se mogu nazvati gubicima, a koje uzrokuju nepotrebni trošak. Japanska riječ za gubitke u proizvodnji odnosno poslovanju jest "muda". Takve gubitke u poduzeću ili kompaniji moguće je definirati kao aktivnosti koje troše resurse, a ne stvaraju ili ne dodaju vrijednost. U proizvodnom procesu vrijednost se stvara ili dodaje proizvodu koji se proizvodi i prodaje, dok se u uslužnim procesima vrijednost stvara odnosno dodaje usluzi koja se razvija i nudi klijentima. U jednom i u drugom slučaju je najvažniji klijent odnosno kupac i on nije spreman plaćati aktivnosti koje ne dodaju vrijednost proizvodu ili usluzi koje on kupuje.

Pogreške koje zahtijevaju ispravljanja, proizvodnja proizvoda koji završavaju na skladištu jer ih tržište nije spremno prihvati, nepotrebne aktivnosti u procesu, nepotrebna kretanja zaposlenika i transport roba unutar proizvodnog sustava itd., samo su neki od primjera gubitaka koji se nalaze u gotovo svakom poduzeću ili kompaniji. Pitanje je samo u kojoj su mjeri zastupljeni.

Lean sustav upravljanja je način na koji je moguće organizirati i efikasno voditi poslovanje, a osnovna zadaća odnosno prioritet je uočavanje i uklanjanje svih vrsta gubitaka u proizvodnji. To nije jednostavna zadaća te se za takav proces angažiraju stručnjaci odnosno konzultanti koji posjeduju znanje i iskustvo u radu na takvim i sličnim projektima. Lean sustav upravljanja se može opisati pomoću pet osnovnih principa ili karakteristika koji prikazuju opću sliku i predstavljaju bazu razumijevanja takvog sustava, a to su Womack i Jones, grupirali kao [26]: (1) definiranje vrijednosti, (2) lanac (dodavanja) vrijednosti (engl. *Value Stream*) (3) ujednačenost i kontinuiranost toka proizvodnje (engl. *Flow*), (4) povlačenje proizvodnje (engl. *Pull*) i (5) težnja za savršenstvom koji se prikazuju slikom 2.6.



Slika 2.6. Pet osnovnih principa Lean sustava upravljanja

- 1) **Definiranje vrijednosti.** Vrijednost je jedna od kritičnih točaka Lean poslovanja, koja može biti definirana isključivo iz perspektive kupca ili klijenta. Važno je razumjeti kako kupac doživljava proizvod ili uslugu koja mu se nudi i iz tog aspekta pokušati definirati vrijednost. To podrazumijeva da se vrijednost vezuje za određeni proizvod ili uslugu, koja ispunjava svoju osnovnu funkciju, a to je zadovoljenje potreba i želja kupaca ili klijenata. Tako definirana vrijednost predstavlja polazišnu točku uspješne proizvodnje i poslovanja. Praksa međutim pokazuje da kompanije proizvode i nude on što njima najviše odgovara, dok se stvarne želje kupaca zanemaruju i stavljaju u drugi plan. Ovdje se prvenstveno radi o konačnoj cijeni proizvoda ili usluge, koje bi tržište eventualno moglo prihvatiti, u ovisnosti o kojoj se onda oblikuju svi ostali procesi. Takav način razmišljanja je ograničavajući i neposredno se odražava na kvalitetu proizvoda. Dugoročno, takva situacija rezultira nezadovoljstvom kupaca i okretanjem prema konkurenckim proizvodima i uslugama koji su kvalitetniji i bolje prilagođeni njihovim potrebama i željama. Lean poslovanje nalaže da se vrijednost proizvoda koji se planira proizvoditi ili usluge koja se planira ponuditi razmotri i definira iz perspektive kupca. Nakon toga se cijeli proces razvoja proizvoda ili usluga temelji na osiguravanju vrijednosti koja je definirana na spomenuti način. Prilikom toga, proces proizvodnje i poslovanja treba biti

oblikovan na način da ne sadrži gubitke, a to je moguće postići preciznim definiranjem i oblikovanjem lanca vrijednosti.

- 2) **Lanac (dodavanja) vrijednosti** je skup svih aktivnosti u poduzeću koje na bilo koji način (direktno ili indirektno) sudjeluju u stvaranju odnosno dodavanju vrijednosti proizvodu ili usluzi koja se nudi na tržištu. U svakom poslovanju se može govoriti o tri osnovne skupine procesa kroz koje određeni proizvodi ili usluge mogu prolaziti, a to su [26]:

- *procesi rješavanja problema* (npr. razvoj idejnog projekta, konstrukcija i dizajn, projektiranje tehnološkog procesa itd.),
- *procesi informacijskog menadžmenta* (npr. procesiranje narudžbi, organizacija proizvodnje i poslovanja, isporuke kupcima itd.),
- *procesi transformacije sirovina* ili početnih materijala u gotove proizvode.

Precizno definiranje lanca vrijednosti predstavlja ključni korak u uočavanju i uklanjanje gubitaka u proizvodnji. Analiza procesa poslovanja sa aspekta dodavanja vrijednosti ukazuje na naredne aktivnosti [26]:

- aktivnosti koje su neophodne i koje direktno stvaraju vrijednost (procesi obrade i oblikovanja materijala, zaštita materijala, montaža, toplinska obrada itd.),
- aktivnosti koje su neophodne za odvijanje cjelokupnog procesa ali ne stvaraju direktno vrijednost (kontrola kvalitete, transport, skladištenje itd.),
- aktivnosti koje nisu neophodne i koje ne stvaraju odnosno ne dodaju vrijednost, pa se stoga mogu odmah ukloniti.

- 3) **Ujednačenost i kontinuiranost toka proizvodnje.** Jednom kada je precizno definirana vrijednost proizvoda ili usluge koja se želi osigurati, te kada je provedena analiza lanca vrijednosti i kada su nepotrebne aktivnosti uklonjene iz procesa, može se pristupiti preoblikovanju preostalih koraka i pripadajućih aktivnosti u cilju ujednačenog i neometanog toka procesa proizvodnje. To najčešće uključuje reorganizaciju cjelokupnog proizvodnog pogona, odnosno ljudi i proizvodne opreme. Ovdje je najvažnije usmjeriti se na objekt analize odnosno proizvod koji prolazi kroz proces dodavanja vrijednosti od nabave sirovina, preko proizvodnje i na kraju do isporuke kupcima. Niti u jednom trenutku ne smije se izgubiti nadzor ili kontrola nad proizvodom i u svakom trenutku mora biti potpuno jasno u kojoj fazi procesa se proizvod nalazi i zašto.

- 4) **Povlačenje proizvodnje** (engl. *Pull*) je jedan od temeljnih principa Lean proizvodnje i poslovanja. Bitno je naglasiti da povlačenje proizvodnje započinje od strane kupca i to kupovinom ili narudžbom određene količine nekog proizvoda. Svaki proizvod prolazi kroz određene procese i pripadajuće specifične aktivnosti u poduzeću, a koje tvore lanac vrijednosti dotičnog proizvoda. Nakon što je od strane kupca inicirana potražnja odnosno potreba za proizvodom, svaki korak u lancu vrijednosti prenosi informaciju na prethodni korak u procesu da postoji potreba za određenom količinom materijala, dijelova ili proizvoda. Na taj način informacija putuje duž lanca vrijednosti i pokreće proces u kojem se odvijaju sve specifične aktivnosti (one koje dodaju vrijednost i one koje ne dodaju vrijednost ali su nužne za cjelokupno odvijanje procesa) potrebne da bi se od sirovina ili početnih materijala dobio готов proizvod i isporučio kupcu odnosno zamijenio onaj kupljeni. Na taj način se gubi potreba za planiranom proizvodnjom i sprječava nepotrebno gomilanje zaliha.

- 5) **Težnja za savršenstvom** u biti predstavlja kontinuirano usavršavanje ("kaizen") svih procesa i aktivnosti u poduzeću ili kompaniji. Naime, kontinuirano usavršavanje u Lean sustavu upravljanja je proces koji se ne smije prestati odvijati jer on osigurava prednost pred konkurenčijom. Lean sustav upravljanja nalaže da se konstantno održavaju *kaizen* radionice u svrhu usavršavanja raznih procesa u poduzeću što upućuje na zaključak da uvijek postoji još prostora za naknadno poboljšanje trenutnih načina odnosno metoda rada.

Lean proizvodnja se može prikazati kao skup pojedinačnih cjelina, načela i mera koje objedinjene daju djelotvoran oblik neprekinutog lanca u stvaranju nove vrijednosti (slika 2.7.). Ukupan koncept je planiran i upravljan po etapama, a iako tako ne implicira ime, odnosi i na ostale funkcije u poslovnom sustavu, a ne samo na proizvodnju. Organizacija se što je više moguće decentralizira tako da organizacijske jedinice imaju što veću slobodu u primjeni raznih tehnoloških, upravljanih modela, a kako bi postigli poboljšanje proizvodnog procesa.



Slika 2.7. Osnovni elementi Lean proizvodnje

Najveća novost koju uvodi Lean metoda je činjenica kako se prilike za poboljšanje ne traže u procesima koje stvaraju vrijednost, nego u aktivnostima oko njih. Lean metoda usmjerena je na identificiranje i uklanjanje škarta. Troškovi koji se nastoje ukloniti odnose se na:

- *troškove zaliha* – uključuju trošak rada, transporta, skladišnog prostora, pristojbi,
- *troškovi dorade* – korekcije nesukladnih proizvoda – kao rezultata lošeg rada, krivih procedura, neodgovarajućih sirovina,
- *trošak proizvodnje prevelikih količina* – najveći problem: zahtjeva dodatni skladišni prostor, veću potrošnju sirovina,
- *trošak prekomjernog broja pokreta: neproduktivni koraci* – dodatni troškovi radne snage,
- *trošak uzrokovani zastojima* – čekanjem na materijal, pod-sklopove i strojeve povećava trošak radne snage,
- *trošak transporta* – uključuje transportiranje koje se moglo izbjegći boljom organizacijom procesa, dodatni transport može izazvati i oštećenja,

- *trošak prevelike komplikiranosti proizvodnje* – uzrokovani neadekvatnim strojevima ili komplikiranim procesima čiji nepotrebni koraci stvaraju dodatne prilike za pogreške.

Za postizanje temeljnih principa Lean sustava (uklanjanje škarta, tijek vrijednosti, tijek kroz procese, uvažavanje pull signala, traganje za savršenstvom) koristi se veliki broj pristupa, tehnika i alata. Međutim, pojedinačno ti isti pristupi ne čine Lean organizaciju, stoga je važno primjenjivati ih većinu, u kombinaciji. Pristupi su slijedeći [27]:

Mapiranje vrijednosti

Mapiranje vrijednosti omogućuje da se na jednom mjestu prikaže tijek svih koraka u proizvodnji, kao i tijek informacija. Tada je moguće uočiti koje aktivnosti ne stvaraju vrijednost, kao i veze među čimbenicima. Mapiranje, samo po sebi ne bi trebalo predstavljati nikakvu novinu u proizvodnim sustavima. Organizacija rada postojeća ili redefinirana je shematski postavljena i u pravilu jasna menadžmentu i zaposlenicima. Tijekovi materijala i provjere izvršenih faza definirani su dijagramima toka, tokovima materijala, transportnim tokovima i sličnim analitičkim i grafičkim prikazima kojima se vizualno prikazuje slijed zbivanja u proizvodnom procesu. Primjer mapiranja vrijednosti predočava se tablicom 2.4.

Tablica 2.4. Mapiranje vrijednosti

UKLONITI TROŠKOVE ZBOG:	POTREBNO JE TEŽITI KA:
Zaliha i skladištenja	Proizvoditi bez zaliha i skladišta –just in time
Dorade	Dorade omogućiti isključivo zbog poboljšanja (inovacije)
Škarta	Pojava škarta moguća je isključivo zbog "više sile"
Proizvodnje prevelikih količina	Proizvoditi prema pull sustavu (koliko je potrebno narednoj fazi)
Prekomjernog broja pokreta	Ukloniti sve mapiranjem ustanovljenih prekomjernih pokreta
Dislociranosti proizvodnih procesa	Organizirati proizvodnju na traci
Zastoja	Nepostojanje zastoja osim u slučaju "više sile"
Transporta	Organizirati racionalan transport s optimalnim učincima
Kompliciranosti proizvodnje	Optimizirati proizvodne procese
Održavanja	Uspostaviti sustav proaktivnog održavanja

Ono što razlikuje LSS mapiranja vrijednosti od običnog mapiranja jest što su u njemu uključene prostorne i vremenske komponente, koje će pokazati koliko pojedini proces vremenski traje, u kojem dijelu pogona se odvija, koliki je neophodan broj izvršioca, koji stroj(evi) se koriste, gdje su locirani i koliko traje njihov takt izrade te ostali potrebni podaci. Kada se takvom zapisu pridoda i tijek informacija, kako bi bilo vidljivo gdje se kreiraju podaci te tko ih i kada dobiva, dobije se cjelovita veza fizičkog i informacijskog tijeka proizvodnog procesa.

Mapiranjem vrijednosti je moguće prepoznati mesta na kojima dolazi do nepotrebnih (povećanih) troškova ljudskog rada, energije, trošenja strojeva te mesta na kojima dolazi do pogrešaka.

Dokazivanje pogreške

Dokazivanje pogreške, (engl. *Error-Proffing*; jap. *Poka-Yoke*), alat je nastao kao produkt shvaćanja ograničenja statističke kontrole koja sama po sebi ne smanjuje broj pogrešaka na nulu. Shingova zamisao i osnovna ideja bila je zaustavljanje procesa kada god se pojavi pogreška, a u cilju definiranja uzroka i onemogućavanja ponavljajućeg izvora pogreške. Ključni dio ove procedure je aktivno sudjelovanje u proizvodnji poradi utvrđivanja pogrešaka prije nego što one postanu nesukladnosti. Zaključak je da statistička kontrola nije prijeko potrebna za postizanje operacija bez pogrešaka jer se s pomoću mehanizma *Poka-Yoke* postiže i ono što bi možda bilo nemoguće s metodom kontrole kvalitete [28].

Shingova ideja polučila je velike uspjehe u Toyoti osamdesetih godina 20. stoljeća. No od tada je sustav upozoravanja na pogrešku izazvanu strojem ili rukovaocem u tolikoj mjeri unaprijeđen da njegova izvorna ideja gubi smisao. Suvremeni strojevi i transportna sredstva opremljena su sustavima zaštite od pogrešnog rukovanja. Najčešće se ne mogu pokrenuti ako nisu zadovoljeni svi sigurnosni uvjeti i ako nisu postavljeni zadani parametri uskladjeni s nacrtom.

Stoga se PokaYoke može promatrati samo s aspekta informatičke sigurnosti (neovlašteno mijenjanje performansi strojeva ili izmjene nacrta), te nadgledavanje funkcioniranja automatike koja onemogućava nepravilan rad.

Kanban

Kanban je izvorno zamišljen kao sustav koji koristi kartice pomoću kojih se signalizira potreba za određenim proizvodom, sirovinom, poluproizvodima i sl. Jasno je da suvremeni proizvodni procesi više ne poznaju karticu kao fizički oblik zapisa (kartončić) već su svi podaci pohranjeni u nekom elektroničkom obliku (primjereno funkcijski proizvodnje). Neovisno o svom obliku sustav kanban je od krucijalnog značaja za unaprijeđenje kvalitete proizvoda. Kako bi kanban sustav bio primjenjiv mora zadovoljiti neke preduvjete:

- primjenjiv je u proizvodnji koja se ponavlja,
- sustav mora biti stabilan,
- strojevi moraju biti visoko pouzdani (važno je kvalitetno održavanje),
- standardizirani procesi i operacije,
- pouzdani dobavljači,
- velika angažiranost i stručnost radnika.

S obzirom da je kanban samo sredstvo kojim se želi postići ***just in time***, to je i postizanje "pravovremene proizvodnje određenog proizvoda bez zastoja i pogrešaka" uvjetovano striktnim poštivanjem kanban principa.

Just-In-Time proizvodnja podrazumijeva poštivanje vremenskog plana koji je kreiran na temelju poznavanja kapaciteta pojedinih proizvodnih procesa. Tu se ne priznaju nikakvi prosjeci već se moraju otkloniti "uska grla" i "najslabije karike", kako bi se otklonili zastoji u pojedinim fazama procesa.

Tijek "komad po komad"

Iako Lean filozofija inzistira na tijeku "komad po komad" odnosno da se oni kroz procese kreću kao jedinke pojedini proizvodni procesi zahtijevaju da se prate u lotovima.² To zahtijevaju pojedine situacije u proizvodnom procesu koje bi se trebalo tretirati kao "izuzetne" i nikako ne bi smjele postati pravilo. Tako bi primjerice sve izratke koji iziskuju neki poseban zaštitni premaz trebalo izrađivati u istom danu, kako bi se iskoristila sva količina premaza u pakovanju (jednom otvoreno pakovanje je nakon nekoliko sati neupotrebljivo), neovisno o redoslijedu. Tako se svjesno stvaraju određene zalihe ali se postiže velika ušteda na materijalu.

Shingo takt definira kao "vrijeme koje stoji na raspolaganju za izvršenje neke operacije". Pri utvrđivanju takta polazi se od posljednje operacije u proizvodnom procesu pa se raspoloživo vrijeme dijeli "od nazad" na neophodni broj cjelina (operacija). Stvarni zahtjevi proizvodnje utvrđuju takt, a ne ono što se može proizvesti. Da bi se sinkronizirali procesi reguliraju se tokovi među njima, na primjer, postavljanjem gustog i brzog transporta između proizvodnih cjelina ("prioritetan transport"). Tokovi se prilagođavaju taktu proizvodnje i reguliraju Kanban- nalozima.

Balansiranje razrješava problem "ujednačavanja" proizvodnje s raspoloživim kapacitetom. Budući da za upravljanje proizvodnjom nije dovoljno samo utvrditi kada će se nešto raditi, već i da li se može to tada raditi, neophodno je kontrolirati vrijeme i kapacitet, te ga po potrebi balansirati ("ujednačavati").

5S

5S sastavni je dio Lean-a, koji čini prepostavku za uspješno odvijanje radnih operacija u procesu i od velikog je značaja za proizvodne pogone. Poštivanje koncepta koji nalaže 5S trebalo bi biti sam po sebi razumljivo i u svakodnevnoj funkciji. Problem nastaje u pogonima s dugom proizvodnom tradicijom, i načinom razmišljanja gdje se "ništa ne baca", što za posljedicu ima nakupljanje velike količine nepotrebnih alata ili dijelova koji se ne uklapaju u Lean. Kratica 5S označava:

- *Seiri-Sort* – sortiranje. Potrebno je identificirati sve stvari nepotrebne za rad, odnosno proizvodnju i ukloniti ih iz radnog prostora. Odabire se samo alat neophodan za rad, dok se alati i materijali koji nisu često korišteni odlažu u zasebna spremišta. Stvari koje se uopće ne koriste valja odstraniti čime se dobiva slobodni prostor i lakši pristup potrebnim alatima,
- *Seiton-Straighten* – red. Stvari koje se koriste trebaju biti sistematski posložene, tako da ih se može jednostavno koristiti te da ih svatko može lako pronaći. Dobrom organizacijom uklanjaju se nepotrebni pokreti zaposlenika. Jednostavni obrasci poput: često korišten alat mora biti smješten u blizini mjesta gdje se koristi; alati koji se koriste zajedno moraju biti i smješteni zajedno; alat treba biti spremljen prema onom redoslijedu kojim se koristi, te etiketiranje doprinose sigurnijem i lakšem radu,
- *Seiso-Scrub* – čišćenje,

² Lotovi u smislu proizvodnje brodskih cijevovoda predstavljaju zavisno povezane izratke s određenim komponentama nekog drugog procesa.

- *Seiketsu-Standardite* –standardizacija. Odnosi se na potrebu prihvaćanja postavljenih normi kao novog standarda. Primjerice norme: nema kašnjenja, nema alkohola, korištenje zaštitnih sredstava... postaju standardi o kojima se ne razmišlja,
- *Shisuke-Sustain* – samodisciplina. Ovo je svakako najvažniji zahtjev koji mora biti usvojen. Kampanjsko uređivanje radnog prostora (mjesečno, kada dolazi neka delegacija, ili kada se dogodi ozljeda na radu) mora biti prevladano. 5S postaje svakodnevica samo ako je prihvaćena od zaposlenika i usklađena s njihovim razmišljanjem, kulturom i interesom.

Važno je naglasiti da 5S može zaživjeti jedino ako je dio cjelokupne promjene filozofije. Zaposlenik će steći naviku 5S samo onda kada prihvati da je to u njegovom interesu (veća sigurnost, lakše kretanja, manje fizičkog napora, bolja produktivnost koja će se odraziti na plaći). Stoga su i očekivanja od 5S-a velika.

TPM

TPM (engl. *Total Productive Maintenance*) – predstavlja koncept organiziranosti poduzeća, koji se temelji na kreativnom nastojanju svih zaposlenika sa zajedničkim ciljem: poboljšati uspješnost poduzeća. Namjera uvođenja TPM je omogućiti djelovanje opreme na prirođenoj razini sposobnosti sa što većim povratom investicije. Zahtjevi TPM koncepta jesu:

- razviti potpornu infrastrukturu,
- razumjeti ljudsku percepciju: trenutnu snagu i slabosti poduzeća,
- razumjeti percepciju naručitelja: snagu i slabosti ugleda poduzeća (pogona), proizvoda i posluživanja,
- mjeriti i razumjeti trenutno dostignuće poduzeća:
 - cjelokupna učinkovitost opreme,
 - tok vrijednosti – dodavanje i ne-dodavanje vrijednosti,
 - troškovni profil za sva sredstva,
- pripremiti ekipu rukovodstva, da pruži autonomiju timova u otklanjanju gubitaka na opremi i u procesu,
- planiranje i implementacija promjena na putu do ciljeva.

Glavna razlika između TPM i ostalih koraka uvođenja LSS-a je uključivanje operatera u proces održavanja. Ne slijedi se koncept "JA radim TI popravljaš" [29].

TPM se temelji na sedam stupova:

- 1) *Autonomno održavanje (JH-JISHU HOZEN)* usmjereno je razvijanju operatera kako bi bili sposobni izvoditi male održavateljske radove. Na taj način oslobođeni održavatelji mogu obavljati radove, koji donose višu dodanu vrijednost;
- 2) *Mala poboljšanja (KAIZEN)*, koja se kontinuirano provode uz suradnju svih zaposlenika mogu bez velikih investicija utjecati na otklanjanje malih gubitaka na radnom mjestu, a koja znatno utječe na učinkovitost;
- 3) *Planirano održavanje*, koje odražava politike održavanja: (1) postići i uzdržavati raspoloživost opreme, (2) optimirani troškove održavanja, (3) smanjiti zalihe rezervnih dijelova i (4) poboljšati pouzdanost strojeva i pogodnost za održavanje;
- 4) *Održavanje kvalitete* s ciljem otklanjanja nesukladnosti na sustavan način tako da se najprije prepoznaju oni dijelovi opreme koji trenutno izazivaju nesukladnosti zatim oni koji su potencijalna prijetnja nesukladnostima (od reaktivnog ka proaktivnom) te sprječavanju pogrešaka pomoću održavanja besprijekornog stanja opreme;

- 5) *Obučavanje;*
- 6) *TPM režijskih prostora* (uredi, kancelarijska oprema) i
- 7) *Sigurnost, zdravlje i okoliš.*

TPM je isto kao i prethodno analizirani alati, pod različitim nazivima i kraticama, prisutan u proizvodnim procesima koji u kombinaciji predstavljaju Lean način proizvodnje.

2.4. KONCEPT SIX SIGMA

Koncept Six Sigma predstavlja poslovnu filozofiju koja se fokusira na stalno unaprjeđenje razumijevanja korisničkih potreba, analizu poslovnih procesa i prihvatanje vlastitih mјernih značajki [30], te tako postiže izvrsnost proizvoda i pružanja usluga korisnicima. Njezina primjena započela je u kompaniji Motorola, krajem 80-ih godina prošlog stoljeća. Iako je u početku korištena za mjerjenje procesa u proizvodnji, doživjela je veliku popularnost i počela se primjenjivati u svim djelatnostima, osobito nakon što je 1995. godine proglašena najvažnijom inicijativom kompanije General Electric (GE) i vještinom koju, kako navodi Dodson, mora poznavati i njome se koristiti svaki uspješan menadžer [31]. Rezultat primjene ovog koncepta je poboljšanje ključnih procesa u organizaciji.

Za poboljšanje organizacijske razine procesa potrebno je smanjiti broj varijacija u procesu jer se time postiže bolja predvidivost procesa, smanjuju se vremenski gubici, izbjegavaju suvišne operacije, proizvodi i usluge postaju kvalitetniji, a korisnici zadovoljniji. Six Sigma je koncept koji povezuje niz statističkih tehnika za mjerjenje performansi procesa [32].

Koncept se temelji na primjeni statističkih alata i mjerjenja odstupanja (standardne devijacije – σ) od srednje vrijednosti statističke distribucije (Gaussova razdioba) neke pojave [33]: radne operacije, aktivnosti ili procesa. Kada proces djeluje na razini Six Sigma, varijacija je tako mala da rezultira točnošću od 99,9997 %. Procjene ukazuju da je za većinu proizvoda i usluga zadovoljavajuća poslovna izvrsnost od Sigma razine tri do četiri [34]. Međutim, za neke procese, to nikako ne bi trebalo biti zadovoljavajuće što se posebice odnosi na proizvode druge namjene poput brodova.

Six Sigma može biti opisana koristeći oznaku MMM (*Mjerenje, Metoda i Menadžment*) :

Mjerenje – broja grešaka u procesu ili na proizvodu pretvorenih u novčanu vrijednost. Six Sigma je standardizirao način mjerjenja različitih procesa i njihove usporedbe putem zajedničke mjerne veličine – *Sigma Score*. Sigma score je statistička jedinica mjerjenja koja se naziva Z-score. Z-score odražava varijabilnost procesa kroz dugi period vremena. Vrijednosti Sigma Score prikazuju se tablicom 2.5.

Tablica 2.5. Z-score

Sigma Score (Zst)	DPMO	polje vjerojatnosti %
6 Sigma	3,4	99.9997%
5 Sigma	230,0	99,97%
4 Sigma	6210,0	99,37%
3 Sigma	66800,0	93,32%
2 Sigma	308000,0	69,2%

Metoda – veliki broj primjenjenih metoda unutar poslovnog sustava. Pri provedbi projekta primjenjuju se dvije osnovne Six Sigma metode [35]. One su poznate pod nazivima:

- DMAIC (engl. *Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) i
- DMADV (engl. *Define, Measure, Analyze, Design, Verify*).

DMAIC metoda koristi se za poboljšanje postojećeg poslovnog procesa, dok se DMADV metoda koristi kada je potrebno razviti novi proces, kreirati proizvod ili stvoriti novu uslugu, kao i u situacijama kada je potrebno napraviti kompletno restrukturiranje tvrtke ili nekog njenog procesa. Six Sigma projekt se prema DMAIC metodi provodi u pet faza [36]:

- 1) *Definiranje zahtjeva korisnika* (kvaliteta proizvoda, vrijeme trajanja usluge);
- 2) Mjerenje performansi postojećih procesa (definiranje mjera, prikupljanje podataka);
- 3) *Analiza postojećih procesa* (analiza prikupljenih podataka o procesima, usporedba sa željenim stanjem, istraživanje i identificiranje uzroka odstupanja od željenog stanja);
- 4) *Poboljšanje procesa* (prijedlog poboljšanja, razvoj i testiranje poboljšanog modela, implementacija) i
- 5) *Kontrola rezultata* (prácenje i bilježenje rezultata, usporedba sa željenim stanjem).

Korisnici su grupa ljudi čije je zahtjeve potrebno ispuniti, bez obzira na to radi li se o unutarnjim (proizvodni pogon, služba marketinga) ili vanjskim (kupci) potrošačima. Nezadovoljstvo potrošača inicira prikupljanje podataka o performansama onih procesa koji utječu na nezadovoljstvo, a moguće ih je poboljšati. Prikupljeni podaci se uspoređuju s prethodno definiranim mjerama performansi procesa: kvaliteta rada u odnosu na stupanj potrošačeva zadovoljstva, vrijeme potrebno za provedbu procesa u odnosu na realizaciju isporuke u ugovorenom vremenu, razumijevanje radnog zadatka u odnosu na vrstu i broj grešaka u proizvodu/ usluzi.

Za analizu prikupljenih podataka i istraživanje uzroka postojećeg stanja koriste se statističke metode poput regresijske analize i primjerenih informatičkih alata (npr. Minitab, Statpad) te se najčešće izdvajaju jedan ili dva uzroka (20 posto svih prepoznatih uzroka) koji utječu na 80% problema. Takav pristup poznat je u literaturi kao "Paretovo pravilo" 20/80 [37].

U najsloženijim slučajevima razvijaju se simulacijski modeli i provode se eksperimenti nad modelom kako bi se analizirao odaziv sustava na učinjene promjene. Pri odabiru aktivnosti koje bi trebalo poboljšavati važno je odrediti povećava li ta aktivnost vrijednost koju je potrošač spremjan platiti za neki proizvod/uslugu te je li aktivnost nužna kako bi se stvorila dodana vrijednost za potrošača. U fazi poboljšanja procesa pokušavaju se pronaći ona rješenja koja će rezultirati najefikasnijom promjenom. Za prácenje postignutih rezultata i kontrolu kvalitete upotrebljavaju se statistički alati, a potrebne informacije dobivaju se iz postojećeg informacijskog sustava poduzeća i iz vanjskih izvora (istraživanje tržišta, mjerenje zadovoljstva kupaca).

Menadžment – je upravljanje cjelokupnim poduzećem koje transformira izvršenje zadataka u ciljane, kontinuirane korisne promjene. Six Sigma je organizacija:

- gdje je poslovni proces vođen oko njegovog osnovnog procesa,
- gdje se poslovne odluke donose na osnovu stvarnih dogadaja i podataka,
- gdje se rezultati mjere sa stanovišta kupca,

- gdje se razlike između stvarnih rezultata i očekivanja kupca jasno shvaćaju, razumiju i koje se aktivno nastoje ukloniti,
- gdje je zahtjev za podizanjem kvalitete dnevni zadatak,
- gdje su unapređenja poslovnog procesa strukturna i metodična,
- gdje su koristi od svih aktivnosti na unapređenju konstantne i prepoznate.

Iako se u literaturi često spominje da se Six Sigma projektima poboljšavaju središnji poslovni procesi, u stvarnosti su ovi projekti orijentirani na potprocese i aktivnosti. Upravo zbog toga su projekti kratki (1-6 mjeseci) i kontinuirani. Ako nakon prve iteracije nije postignuta željena razina kvalitete, poboljšanje se nastavlja sve dok stanje ne bude odgovaralo definiranim mjerama. U većini Six Sigma projekata definiraju se četiri glavne uloge, a to su: sponsor, trener tima (engl. *Master Six Sigma Expert*), vođa projekta (engl. *Six Sigma Expert*) te članovi tima [38].

Obzirom da koncept Six Sigma, sam po sebi, zahtijeva znatna finansijska sredstva koja je potrebno uložiti, samo djelatnosti u kojima se ostvaruje visoka produktivnost mogu ga finansijski opravdati. Zbog toga se on primjenjuje uglavnom u djelatnostima iz tercijarnog i kvartalnog sektora, a dokaz za to su i najveće IT kompanije koje redovito primjenjuju ovaj koncept. Istraživanja iz prakse također pokazuju da male tvrtke nisu podesne za provedbu koncepta Six Sigma jer nemaju dovoljno finansijskih sredstava za provedbu takvih rješenja. Tvrte s preko 1.000 zaposlenih, kao i razne holding kompanije, a posebice multinacionalne kompanije su one u kojima takva rješenja daju pozitivne rezultate u određenim djelatnostima [37].

2.5. LEAN SIX SIGMA

Koncept Lean Six Sigma odnosi se na postupke poboljšavanja integriranjem metodologije Lean i Six Sigma. Lean je pristup koji traži poboljšanje protoka "vrijednosti" (materijala, pozicija, poluproizvoda proizvoda, informacija) i uklanjanje gubitaka na brz način. Six Sigma koristi metodologiju (DMAIC) i "statističke alate" da otkrije ključne uzroke, kako bi se razumjele i smanjile varijacije. Kombinacija Lean i Six Sigma rezultira značajnom filozofijom poboljšanja, koja objedinjuje snagu alata (kako bi se riješio problem) i kreira brza transformacijska poboljšanja za smanjenje troškova [39].

Suština je u optimalnoj kombinaciji ova dva pristupa. Kada je utvrđen optimalan tijek "vrijednosti", Lean ideja se fokusira na prepoznavanje i određivanje dodane "vrijednosti", a zatim se koriste Six Sigma alati koji pomažu razumjeti i smanjiti varijacije [9].

Obje metodologije su razvijene u proizvodnim okruženjima i zasnivaju se na proizvodnim procesima. S obzirom da su obje metodologije u praksi dokazale svoju efikasnost, razumljivo je da se objedinjavanjem najboljih elemenata od obje metodologije može poboljšati kvaliteta u proizvodnim organizacijama.

Lean promišljanje promovira strategiju i kreira okruženje za poboljšanje protoka i uklanjanje gubitaka. Odabrani zaposlenici rade na kontinuiranom poboljšanju, kako bi realizirali mogućnosti za stvaranje dodane vrijednosti, koje inače ne bi bile prepoznate. Six

Sigma pomaže kvantifikaciji problema, stvara bazu podataka na kojoj se temelje odluke, pomaže razumijevanju i smanjivanju varijacija, te identifikaciji ključnih uzroka varijacija, kako bi se pronašla održiva rješenja. Nadalje, kvantificira finansijske koristi i uštede. Ovo pomaže fokusiranju napora na područja koja nude najviše potencijala za poboljšavanje.

Objedinjavanjem Lean i Six Sigma postiže se jedinstveno promišljanje kvalitete te dobivaju učinkoviti alati za rješavanje problema, kreira brzo poboljšanje koje rezultira smanjivanjem troškova. Potencijalno, ovo povećava produktivnost, poboljšava kvalitetu, smanjuje troškove, povećava brzinu, stvara sigurnije okruženje za kupce i zaposlenike. U tablici 2.6. daje se prikaz razlika i sličnosti metodologija Lean i Six Sigma prema [9].

Tablica 2.6. Razlike i sličnosti metodologija Lean i 6σ

KARAKTERISTIKE METODOLOGIJE	METODOLOGIJA	
	"Lean"	6σ
- Teorija	- Smanjenje gubitaka	- Smanjenje varijacija
- Vodić za primjenu	<ul style="list-style-type: none"> - Identifikacija vrijednosti - Identifikacija protoka vrijednosti - Protočnost - Privlačnost proizvoda - Perfekcija 	<ul style="list-style-type: none"> - Definiranje - Mjerenje - Analiza - Primjena - Kontrola
- Fokus	- Protočnost	- Problem
- Pretpostavke	<ul style="list-style-type: none"> - Uklanjanje gubitaka će poboljšati karakteristike - Mnogo malih poboljšanja bolje je nego analiza sistema 	<ul style="list-style-type: none"> - Postoji problem! - Valoriziran je slikom i brojkama. Izlaz sistema se poboljšava, ako se smanjuju varijacije u svim procesima
- Primarni efekt	- Smanjenje vremena protoka	- Unificiranje izlaza iz procesa
- Sekundarni efekt	<ul style="list-style-type: none"> - Manje varijacija - Unificiranje izlaza - Manje inventara - Novi sistem obračuna - Mjerenje protočnosti - Poboljšanje kvalitete 	<ul style="list-style-type: none"> - Manje gubitaka - Brza propusnost - Manje inventara - Mjerenje varijacija - Poboljšanje kvalitete
- Kritike	- Nema vrednovanja pomoću statističkih i sistemskih analiza	<ul style="list-style-type: none"> - Ne uzima se u obzir interakcija unutar sistema! - Procesi se poboljšavaju nezavisno!

Six Sigma se smatra efikasnim pristupom koji se fokusira na uklanjanje nesukladnosti i smanjenje varijacija. Najbolje djeluje u okruženju gdje ima varijacija. Six Sigma odgovara na pitanje "Kako poboljšati proces?", te integrira iskustvo zasnovano na povijesnim podacima.

3. PROCESI UPRAVLJANJA KVALITETOM U PROJEKTIMA

Projektni pristup upravljanja kvalitetom u brodograđevnim cikličkim projektima zasniva se na tvrdnji da je kvaliteta u projektu uvjetovana kvalitetom procesa na koje se oslanja. Kvaliteta procesa odnosi se na nastojanja usmjerena ka podizanju kvalitete u pojedinim organizacijskim cjelinama. Bit ovih nastojanja svodi se na to da se pojedine organizacijske jedinice osposobe za isporuku kvalitetnog proizvoda i pružanje kvalitetne usluge. Pored toga što se zahtjeva da takva organizacija postigne visoku razinu kvalitete, očekuje se da se ta kvaliteta u opetovanim postupcima ne samo održi, već da se i stalno povećava. Ulaganje u kvalitetu ponavljajućih procesa ujedno je i ulaganje u kvalitetu samog projekata. Međutim, sama kvaliteta procesa koji sudjeluju u odvijanju projekta, koliko god ona bila na visokoj razini, nije dovoljna da bi projekt postigao zadovoljavajuću kvalitetu. Pored mjera osiguranja kvalitete u procesima koji sudjeluju u odvijanju jednog projekta, u samom projektu posebno se planiraju, izvode i unapređuju postupci kvalitete.

U skladu s navedenim postavkama, a s ciljem da se ukaže na opravdanost projektnog pristupa upravljanja kvalitetom u brodogradnji, u ovom se dijelu rada analiziraju: *1) projektni pristup u brodogradnji, 2) kvaliteta u brodograđevnim projektima, 3) postupci upravljanja kvalitetom u projektima i 4) troškovi kvalitete u projektu.*

3.1. PROJEKTNI PRISTUP U BRODOGRADNJI

S obzirom da ne postoji jednoznačna definicija projekta, za potrebe istraživanja teme upravljanja kvalitetom u projektima, mogu se prihvati definicije koje projekt određuju kao vremenski i ciljno usmjereni proces te one koje naglašavaju ulogu, odnosno namjenu projekta. Među tim definicijama nazočne su i međunarodne, dogovorene ili ustaljene definicije i one koje postavlja struka u opsežnoj stručnoj literaturi vezanoj uz projekte, projektni menadžment, investiranje, znanstveno-istraživačku djelatnost, međunarodno financiranje projekata, itd. Neke od definicije projekata su [40]:

- opći rječnici i leksikoni određuju projekt kao zamisao, koncepciju, nacrt, pogotovo stambeni ili građevinski,
- projekt je kombinacija organizacijskih resursa, udruženih s namjerom da ostvare određenu novost, koja će poduzeću omogućiti postavljanje i izvođenje strategije. Svi projekti imaju određeni životni ciklus i izvode se postupno, po pojedinima fazama (Cleland, 1999.),
- projekt je rad koji se izvodi samo jedanput. Mora imati jasan početak i kraj te određeni budžet i plan izvedbe. Iako su ti zahtjevi teorijski idealni, potrebno ih je postaviti kao polazni cilj pri određivanju projekta (Lewis, 1997.),
- projekt je nastojanje u kojemu su ljudski, materijalni i finansijski resursi organizirani na izvoran način s namjerom izvedbe – unutar ograničenih troškova i vremena – jedinstvenog opsega zadatka s unaprijed poznatim specifikacijama kojima se postižu promjene, određene kvantitativnima i kvalitativnima ciljevima (Turner, 1993.),
- projekt može biti svaki sklop aktivnosti i zadatka koji ima određeni konačni cilj – određen je konkretnim značajkama, ima rokovima definiran početak i kraj, ograničene finansijske izvore, a za izvedbu treba različite resurse (Kerzner, 1992.).

- projekt je jedinstveni vremenski ograničeni rad – zadaci koji se formiraju za postizanje specifičnih rezultata i vežu različite resurse (Andersen i dr., 1998.).

Američki institut za projektni menadžment (engl. *Project Management Institute – PMI*) definira projekte s obzirom na oblik rada u poduzećima koji uključuje operativu (proizvodnju) i projekte [41]. Operativa i projekti imaju neka zajednička obilježja (na primjer, operativni rad i rad na projektima obavljaju ljudi – zaposleni, imaju ograničene resurse, potrebno ih je planirati, izvoditi i kontrolirati), a razlikuju se u tome što operativa znači stalan, kontinuirani, ponavljajući proces, a projekti su periodični i jednokratni.

Tako je projekt određen kao vremenski ograničeno nastojanje za stvaranje jedinstvenog proizvoda ili usluge. Vremenskom ograničenošću projekta je naglašeno određenje njegova početka i kraja, a jedinstvenost proizvoda ili usluge projekta razlikuje se po svojim značajkama od drugih proizvoda i usluga iz operative. Prema PMBOK-u projekt ima sljedeće značajke [41]:

- 1) *Ciljna usmjerenost;*
- 2) *Vremenska determiniranost;*
- 3) *Jednokratnost;*
- 4) *Novost;*
- 5) *Kompleksnost;*
- 6) *Projektni finansijski proračun i*
- 7) *Pravnu i organizacijsku pripadnost.*

Definicija projekta prema PMBOK-u, te naznačena obilježja, idu u prilog postavljenoj tezi o novogradnji broda kao projektu u brodograđevnoj industriji. Novogradnja broda je složen poduhvat koji se uklapa u definiciju i kojeg karakteriziraju sve navedene značajke. U nastavku rada definira se životni ciklus projekta novogradnje te se detaljnije obrazlažu teze zbog kojih se novogradnja promatra kao projekt odnosno koje su zakonitosti projektnog pristupa primjenjive na novogradnju.

3.1.1. Životni ciklus projekta novogradnja

Projekti imaju svoj vremenski slijed, životni ciklus i faze. U svim fazama projekta se donose odluke, korištenjem logike i izborom mogućih opcija, na temelju onoga što se želi, zna i može učiniti.

Općenito, prema vremenskom slijedu, projekt novogradnja može se podijeliti na sljedeće tri osnovne faze [42]: početnu ili pripremnu, provedbenu i završnu fazu.

Prva, početna, faza obuhvaća formuliranje ideje i vizije o potrebi i opravdanosti projekta, sa procesima izbora metoda i tehnologije, planiranja i modeliranja, proračuna i evaluacije troškova resursa uključujući rješenje izvora financiranja.

Druga, provedbena faza obuhvaća procese prikupljanja i organizacije rada projektnog tima, odlučivanje, rješavanje konkretnih operativnih problema, ugovaranje nabave roba, materijala, radova podizvođača i drugih usluga, kontrolu izvršenja zadataka i na koncu predaju završenog projekta (broda).

Treća, završna faza obuhvaća ocjenu rezultata izvedbe projekta, procesa i učinkovitosti projekta i zadovoljstva naručitelja, evaluaciju, prikupljanje i implementaciju znanja radi primjene u budućnosti [43].

Posebnosti vezane uz faze projekta u brodogradnji ogledaju se u potrebi da se druga, provedbena faza, podjeli u više podfaza. Tako je uobičajeno da te podfaze dobivaju nazive prema fazama procesa proizvodnje: faza rezanja limova, faza predmontaže, faza montaže, faza opremanja..., što zavisi od tehnologije provedbe, a koja čini specifičnost svakog brodogradilišta.

3.1.2. Ciljna usmjerenost

Projektom se postiže cilj koji se postavlja prije njegova pokretanja i izvođenja. Cilj obilježava vrijeme u kojem se očekuje njegovo ostvarenje. Ukoliko ono nije određeno tada se ne radi o cilju već o želji. Cilj (engl. *Goal, Target*) jest dokazljiv rezultat i pretpostavljeni uvjet za izvedbu projekta odnosno cijelovitog zadatka jednoga projekta [44].

Cilj u isto vrijeme predstavlja i skup parcijalnih ciljeva koje treba tijekom izvođenja projekta postići, a odnose se na predmet i tijek projekta. Projektni ciljevi sadrže sve bitne aspekte projekta, primjerice tehnički, finansijski, organizacijski, vremenski, poslovni i ugovorni, kao i kvalitetu, sigurnost, kadrove, logistiku, informacijske sustave i tehnologiju. Ciljevi su međusobno u različitim odnosima. Tako se mogu međusobno podupirati, isključivati ili biti neutralni. Često su međusobno suprotstavljeni, pa među njim treba naći kompromis [45]. Cilj projekta je postići konačne rezultate u vremenskim i finansijskim okvirima, s prihvativim rizicima. Ciljevi projekta su konačne pozicije, koje projektni menadžeri te menadžeri portfelja pokušavaju postići, kako bi stvorili očekivanu korist za zainteresirane strane [46].

Preneseno na novogradnju cilj je izgradnja broda u zadanom roku. Parcijalni ciljevi su faze gradnje (tehnička priprema, predmontažu, montažu, opremanje i predaja). Parcijalni ciljevi se mogu grupirati prema svojim značajkama te ih je moguće odrediti u odnosu na:

- zahtjeve – (kvaliteta, troškovi, rokovi),
- rezultate – (kvaliteta, troškovi, rokovi),
- proces – (opće i operativne),
- stupanj obveznosti – (poželjni ili obvezni),
- lociranost – (unutarnje ciljeve koji uključuju zadovoljstvo zaposlenih, dobivanje ugleda i vanjske ciljeve koji se odnose na ispunjavanje ugovorenih obveza te zadovoljstvo naručitelja).

Praktički, s gledišta projekta u brodogradnji, ciljevi se mogu grupirati kao:

- 1) *Ciljeve rezultata*, koji se usredotočuju na određenu novogradnju;
- 2) *Ciljeve tijeka*, koji se usredotočuju na odvijanje gradnje broda što uključuje poštivanje rokova i troškova, izradu, uključivanje dugoročnih dobavljača i
- 3) *Ciljeve uporabljivosti*, koji se odnose na naknadne učinke koji se iskazuju zadovoljstvom naručitelja broda.

Tijekom gradnje broda potrebno je kontrolirati ostvaruju li se ciljevi koji su predviđeni pri pokretanju projekta ili treba odrediti nove ciljeve, a neke izostaviti. Dinamička kontrola

postizanja ciljeva potrebna je zbog činjenice da naručitelj broda često zahtjeva određene izmjene koje mogu utjecati na rokove i troškove izgradnje.

U projektu novogradnja, od iznimnog je značaja određivanje krajnjeg cilja. Krajnji cilj se postavlja na način da je pri njegovu završetku i u njegovoj eksploataciji moguće kontrolirati, utvrđivati i vrednovati neposredne ili posredne ekonomske učinke. To je osnova za određivanje životnog ciklusa projekta i krajnjeg cilja projekta te što on uopće jest. Određivanje krajnjeg cilja izgradnje broda odlučujuće utječe na određivanje proizvodnih procesa, na određivanje potrebnih finansijskih ulaganja, na načine njihova povrata, te na postavljanje plana izvođenja svih potrebnih radnji, sve do određivanja neophodne projektne organizacije.

Može se zaključiti kako krajnji cilj projekta novogradnje u biti određuje njegov proces, te da se krajnji cilj ostvaruje kroz ostvarivanje podciljeva. Oni daju značajne projektne rezultate, određeni su na osnovi tehnologije procesa gradnje broda ili bitnih odluka koje neposredno utječu na daljnju gradnju do njena završetka.

Postavljanjem strukture ciljeva, uređuju se osnove za određivanje izvedbenih aktivnosti kojima se ti ciljevi postižu. Podciljevi su značajni graničnici u procesu gradnje. Oni u pravilu određuju kraj neke faze ili tehnološki zaokruženog dijela novogradnje (porinuće, probna vožnja), ali isto tako oni mogu biti značajniji događaji zbog kojih se donose odluke koje utječu na dalje izvođenje gradnje (promjena naručitelja).

Pojedini ciljevi projekta postižu se izvedbom međusobno logički povezanih aktivnosti ili onih aktivnosti koje su međusobno ovisne. Aktivnosti, kao zaokružene i vremenski ograničene radne procese, s konkretnim rezultatima, izvode unutarnji i vanjski izvođači, koji za to trebaju znanja, resurse i finansijska sredstava. Aktivnosti slijede po logičnom i tehnološki uvjetovanom redu. Zajedno s ciljevima čine tehnologiju gradnje broda, a ona je osnova za izradu svih potrebnih planova. Tehnologija izvedbe novogradnje značajno utječe na tri bitna uvjeta za djelotvornu izvedbu projekta:

- vrijeme izvedbe,
- troškove projekta,
- kvalitetu rezultata projekta.

Postavljanje tehnologije u obliku cjelovitog plana gradnje broda nije samo stvar iskustva nego sve više postaje visoki stručni poduhvat, koji zahtijeva posebne stručnjake, tehnologe i planere gradnje. Novogradnja je proces izvođenja logički međusobno povezanih aktivnosti u skladu s ciljevima, što čini tehnologiju gradnje broda.

3.1.3. Vremenska determiniranost

Izgradnja broda vremenski je determinirana klauzulama postavljenim u fazi ugovaranja o gradnji broda. Ugovaratelji stoga moraju poznavati načine postavljanja rokova. U praksi se koriste: (1) progresivni i (2) retrogradni način izračuna rokova gradnje.

1) *Progresivni način* izračuna rokova pretpostavlja detaljno izračunavanje trajanja pojedinih dijelova – aktivnosti gradnje od njena početka do kraja i onda tako izračunati rok završavanja izgradnje broda uskladiti sa strateškim i drugim zahtjevima ugovora i

- 2) *Retrogradan način*, znači da se rok primopredaje postavlja unaprijed, vodeći se povjesnim iskustvima. Najčešće je takav način posljedica prihvaćene strategije ili težnje da se konkurentnost postigne brzom izvedbom gradnje, te se onda pojedine faze gradnje planiraju u tim okvirima.

Pod utjecajem sve snažnije konkurenциje na svjetskom tržištu novogradnji, uprave brodogradilišta su primorane na sve češću primjenu retrogradnog određivanja rokova gradnje broda. To iziskuje projektni pristup gradnje broda. Potrebno je da se proces projekta i organizacija projektnog menadžmenta i izvođačkog sustava pokušava prilagoditi tom roku. To bitno utječe na postavljanje organizacije vođenja i izvođenja projekata i prisiljava brodogradilište i kooperaciju da u skladu s time postave cjelovitu unutarnju projektnu organizaciju.

3.1.4. Kreativnost

S novogradnjom nastaje nešto novo, nešto što prije nije postojalo. To pogotovo vrijedi za pojedinca ili tim koji su osmislili projekt koji se namjerava izvesti, a manje vrijedi za specijalizirane izvođače čije je poslovanje vezano uz izvođenje radova u sklopu gradnje broda.

Kreativnost se u procesu gradnje razvija postupno, sve dok se ne postigne krajnji cilj koji je ujedno i rezultat stvaralaštva. Kreativnost se u sklopu gradnje broda može promatrati s gledišta brodogradilišta odnosno svih sudionika u procesu čime se utječe na povećanje imidža brodogradilišta. Isto tako može se promatrati i individualno, jer je projekt novogradnje prigoda za pokazivanje inventivnosti svih sudionika u projektu.

Takav je pogled na projekt novogradnje važan, jer se sve više traži brzo izvođenje gradnje broda uz visoki stupanj stvaralaštva. Osim toga, stvaralački su procesi sve više isprepleteni, a težište je u što bržoj namjenskoj uporabi projektnoga postignuća. Jedan od uvjeta za postizanje visokog stupnja stvaralaštva izvođača i ostalih sudionika u projektu je visoka projektna kultura i inventivnost.

3.1.5. Međuzavisnost znanja i iskustva

Da bi se projektom stvorilo nešto novo potrebno je udružiti znanja i iskustva. Posebno je to karakteristično za projekte u brodogradnji koji imaju ciklički karakter gdje se svakom sljedećem novogradnjom otvara novi projekt koji u sebi sadrži znanja i iskustva stečena u prethodnom projektu. Ta je integracija znanja i iskustava potrebna za uspješnu izvedbu projekta novogradnje pri čemu je u stvaralačkim fazama veći naglasak na integraciji znanja, a manje na iskustvima, dok je u izvedbenim fazama pak veći naglasak na integraciji iskustava, osobito u onima koji se planiraju na temelju već stečenih znanja. Za projekt novogradnje, potrebno je pri idejnim koncepcijama projektiranja, pripremi tehnologije građenja, pa i u nekim sljedećim fazama, pronaći niz rješenja na osnovi novih znanja. Za izvedbu projekta novogradnje potrebna je integracija znanja i iskustava, što ukazuje na interdisciplinarnost procesa izgradnje broda. Pri tome je neupitno korištenje umjetne inteligencije odnosno ekspertnih sustava koji su na projektnom području primjenjivi. Ekspertni sustavi su sustavi

koji oponašaju znanje eksperta [47]. To je računalni program koji emulira proces zaključivanja jednog ili više eksperata iz iste domene koji koriste znanja i postupke zaključivanja, kako bi se riješili teški zadaci, kad oni zahtijevaju znatnu ljudsku stručnost. Kao model znanja nužnog za tu razinu može se zamisliti sveukupno stručno znanje najboljih praktičara na nekom polju rada [48]. Važne komponente ekspertnog sustava su [49]: (1) baza znanja koja sadrži znanje iz problemskog područja (znanja eksperata) i (2) moduli zaključivanja koji izvršavaju algoritme za rješavanje zadataka tako da pozivaju neko od svojstava iz baza ili tako da pronađu nova svojstva iz svojstava koja su pohranjena u bazi znanja.

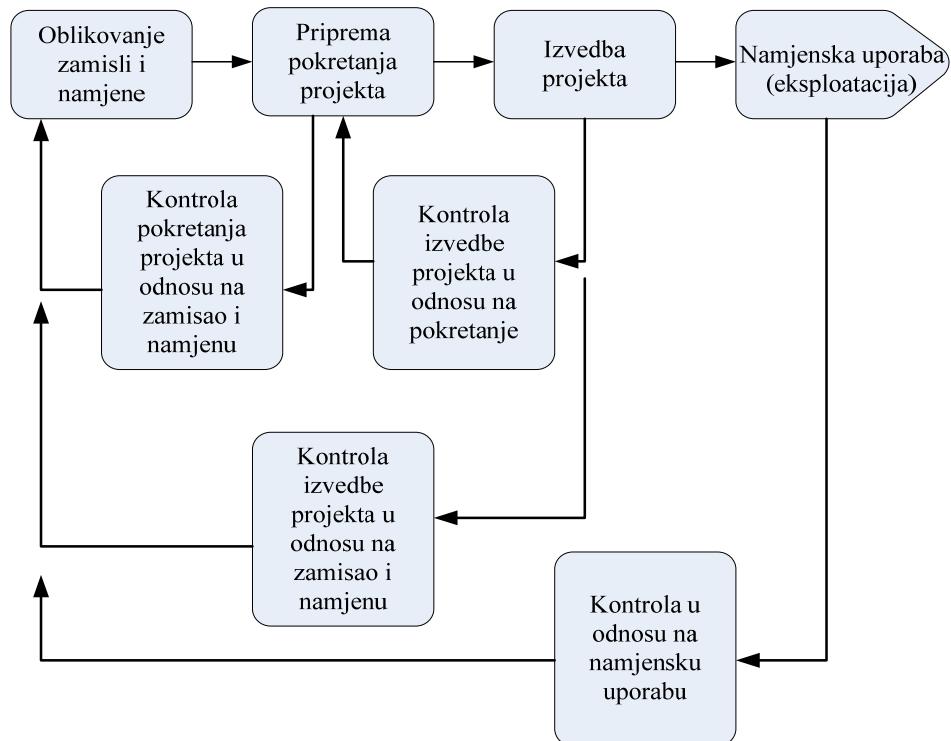
Ekspertni sustavi pripadaju sustavima za potporu odlučivanju koji omogućavaju prikaz problema i nalaženje rješenja kod kojih je znanje nepouzdano i ne može se prikazati pomoću jednadžbi, procedura. S obzirom da je znanje temeljeno na iskustvu, problemi se ne mogu modelirati niti riješiti primjenom tradicionalnih metoda i alata za potporu odlučivanja kao što su statistika, simulacija, tablični kalkulatori, stablo odlučivanja itd. Ekspert se često služi metodom pokušaja i pogrešaka u rješavanju problema jer ne postoji jednoznačna procedura rješavanja problema. Stoga ekspertni sustavi rješavaju probleme na osnovi znanja iz nekog užeg problemskog područja i pritom se ponašaju slično kao i eksperti iz problemskog područja.

3.1.6. Projektni proces stvaranja

Projektom novogradnja, kao ciljno usmjerenim i vremenski ograničenim procesom, nastaje brod kao tvorevina koja po završetku gradnje ima svoju uporabnu vrijednost. Brod se kao tvorevina počinje oblikovati od zamisli i namjene čime započinje proces pokretanja projekta nakon čega slijedi njegovo izvođenje. Takav proces, Hauc karakterizira kao projektni proces stvaranja, a čine ga slijedeće faze [40]:

- 1) *Proces oblikovanja zamisli i namjene stvaranja;*
- 2) *Priprema pokretanja projekta;*
- 3) *Izvedba projekta i*
- 4) *Proces namjenske uporabe koji uvjetuju projektna postignuća ili rezultati po završetku projekta (eksploraciji projektnih rezultata).*

Sukladno navedenim točkama projektnog procesa stvaranja, nastaju i stupnjevi kontrole provođenja tih točaka. Vrlo je bitno da su stupnjevi kontrole prisutni u svim fazama procesa stvaranja. Projektni proces stvaranja moguće je, prema [40] i predviđati slikom 3.1.



Slika 3.1. Projektni proces stvaranja

Priprema pokretanja projekta novogradnje znači izradu početnog elaborata. Riječ je o cjelovitom opisu novogradnje odnosno njegovu predstavljanju, pri čemu središnje mjesto imaju plan gradnje i tehnologija izvedbe.

Za izvedbu gradnje se odlučuje onda kad su završene sve pripreme i kad je utvrđeno da će pokretanje projekta omogućiti postizanje namjene koje su sadržane u zamisli. Sukladno stupnjevima (fazama) u procesu stvaranja potrebno je provoditi kontrole tih stupnjeva.

Prvi stupanj čini kontrola pripreme pokretanja gradnje u skladu s oblikovanom zamisli i namjenom. Izvođenje gradnje samo je posljedica ove odluke.

Drugi stupanj predstavlja kontrolu izvedbe gradnje kako bi se utvrdilo izvodi li se projekt u skladu s pokretačkim elaboratom, u kojem su određeni ciljevi projekta, taktike izvedbe, terminski planovi, planovi troškova, itd.

Treći stupanj jest kontrola izvedbe projekta s obzirom na oblikovanu zamisao i namjenu te predstavlja skup provjera da li je izvedba projekta u skladu s njima. Tijekom te kontrole može se ili promijeniti prvobitna zamisao projekta (projekt je potrebno prilagoditi, a tada i namjenu) ili je pri izvedbi projekta došlo do takvih promjena koje zahtijevaju promjenu namjene ili korekciju daljeg izvođenja projekta. Izvedba projekta zahtijeva određeno vrijeme u kojem treba utvrditi izvodi li se projekt, postigu li se doista projektni podciljevi odnosno rezultati koji će omogućiti njihovu namjensku uporabu u eksploraciji.

Četvrti stupanj kontrole čini kontrolni proces, koji nastupa po završetku projekta i naziva se kontrola namjenske uporabe, a izvodi se s obzirom na oblikovanu zamisao, koja je uvjetovala izvedbu projektnog procesa.

3.2. KVALITETA U BRODOGRAĐEVNIM PROJEKTIMA

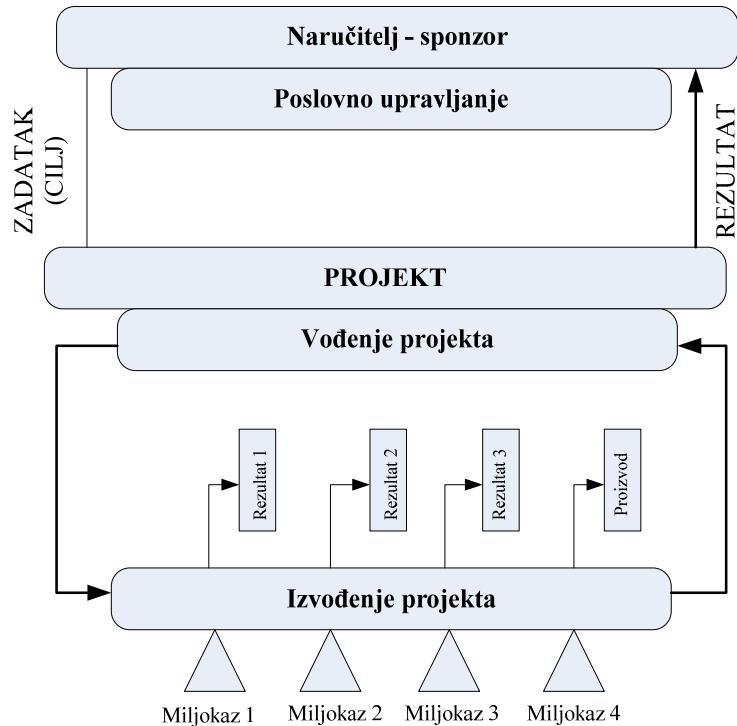
Projekt "novogradnja" je organizacijska forma u kojoj se obavlja određeni posao (gradnja broda) i postiže određeni cilj (brod). Taj cilj ujedno je i jedini razlog zasnivanja projekta te po ostvarenju zadanoj cilja projekt prestaje postojati. Tako definirani projekt predstavlja "Projekt za realizaciju ugovora (engl. *Time To Customer Projects – TTC*)."

Kod zasnivanja TTC projekta izvjesnost rezultata je očekivana, jer se pitanja funkcionalnosti, vremena dovršenja i troškova mogu jasno definirati u ugovoru s naručiteljem. Zahtijevana kvaliteta je u takvim projektima pod neposrednim utjecajem naručitelja, što znači da naručitelj određuje: klasu (stupanj kvalitete) pojedinih komponenti koje se ugrađuju i kvalitetu procesa ugradnje (sklapanja).

3.2.1. Model organizacije projekta

Ne ulazeći u način na koji brodogradilišta postavljaju svoje organizacijske strukture i njima prilagođavaju projektnu organizaciju kako bi provele jedan ili više istovremenih projekata ili projekata koji tek slijede, jer to predstavlja specifičnost svakog pojedinog brodogradilišta, u nastavku se prikazuje opći model projektne organizacije koji bi mogao odgovarati projektima u brodogradnji.

Na slici 3.2. prikazan je model, prema [50], u kojem su istaknute karakteristike općeg projekta, bez obzira na njegovu vrstu i metodu po kojoj se odvija.



Slika 3.2. Opće karakteristike projekta

- 1) *Naručitelj projekta* osnovni je čimbenik u projektnoj organizaciji. On je ponajprije kupac. U brodogradnji naručitelj je najčešće poznat. Naručitelj financira gradnju broda u skladu s ugovorom;
- 2) *Poslovno upravljanje*. Donošenje svih odluka o gradnji broda koje su isključivo poslovne naravi, a vezane su za karakteristike proizvoda, vrijeme dovršenja posla i troškove cjelokupne novogradnje nazivaju se poslovnim upravljanjem projekta. Poslovno upravljanje je u nadležnosti naručitelja projekta. Kad se radi o složenijim novogradnjama za potrebe upravljanja naručitelj organizira upravljačku grupu (engl. *Steering Group*) ;
- 3) *Vođenje projekta* je skup svih aktivnosti planiranja, praćenja napredovanja projekta i poduzimanja korekcijskih radnji sa svrhom da projekt zadovolji postavljeni cilj. Najvažnija je ovdje uloga voditelja projekta ili voditeljskog tima (u posljednje vrijeme imamo primjere da više osoba timski vodi projekt). Voditelj ili voditeljski tim snose potpunu odgovornost za postizanje ciljeva projekta i
- 4) *Izvođenje projekta*. Pod izvođenjem projekta smatra se skup svih aktivnosti koje za rezultat imaju brod koji se isporučuju naručitelju. Na koji način će se organizirati ove aktivnosti ovisi o brodogradilištu u kojoj se novogradnja kao projekt odvija. Suvremena organizacija temelji se na uključivanju procesa na dva načina. Jedan je da projekt od procesa unajmljuje resurse, a drugi je da projekt naručuje posao od procesa kao od dobavljača proizvoda i usluga. Tu postoji procedura ugovaranja s rukovoditeljem procesa (to je u načelu organizacijska jedinica u linijskoj organizaciji). To je slučaj unutarnjeg dobavljača. Na isti način moguće je sklapati poslove s vanjskim dobavljačima, gdje je procedura ugovaranja poznata [50].

Izvođenje novogradnji, pogotovo složenijih, gotovo uvijek se dijeli u faze. Opće prihvaćene faze su faza izvodljivosti (engl. *Feasibility Phase*) te izvedbena faza (engl. *Execution Phase*). U cikličkim projektima koji postoje u brodogradnji moguće je uvesti i zaključnu fazu (engl. *Conclusion Phase*) čije aktivnosti nisu vezane za ciljeve projekta, već za analizu iskustava i unapređenje projektnog rada.

- 1) *Proizvodi i rezultati*. Kod izvršenja projekata u brodogradnji nastaju proizvodi (brodovi) koji se isporučuju kupcu (naručitelju). Proizvodi zapravo predstavljaju cilj projekta, a trebaju biti opisani u definiciji zahtjeva (projektnoj specifikaciji, odnosno specifikaciji proizvoda). Uz gotov proizvod (brod) koji se isporučuju kupcu postoje i cijeli niz međuproizvoda koji nastaju na prijelazu iz jedne faze izvođenja projekta u drugu (sekcija, sklop, modul, porinuće, opremanje). Da bi ove tvorevine razlikovali od proizvoda koji se isporučuje kupcu naziva ih se rezultatima i
- 2) *Miljokaz*. To su vremenske točke u projektu kada se dovršavaju određeni rezultati i isporučuju narednoj fazi projekta ili kupcu. Kao i proizvodi ove vremenske točke trebaju biti opisane u definiciji zahtjeva (projektnoj specifikaciji).

3.2.2. Projektne metodologije

Pod projektnom metodologijom podrazumijeva se skup metoda, postupaka, standarda, preporuka i alata koje definiraju način uspostavljanja, vođenja i izvršenja projekata. Postoji velik broj takvih metodologija, kako općih, tako i konkretnih primjena. S obzirom da ovaj rad nema za cilj raspravu o projektnim metodologijama, važno je samo spomenuti da se dobra metodologija treba odlikovati [50]:

- usredotočenošću na poslovnu stranu problema (engl. *Focus on Business*) i jasnim razdvajanjem poslovnog (karakteristike, vrijeme, troškovi...) od izvedbenog aspekta (izvedba, metode, tehnologije, ...),
- dobrom korištenjem procesne (linijske) organizacije,
- preciznim definiranjem uloga i odgovornosti sudionika,
- kvalitetnim upravljanjem vremenom, troškovima i karakteristikama proizvoda,
- širokom primjenjivošću,
- kvalitetnim metodama rada s ljudima i mogućnostima razvoja njihovih sposobnosti te
- jednostavnošću.

3.2.3. Utjecaj karakteristika projektne organizacije na kvalitetu

Polazeći od definicije kvalitete, prema kojoj je kvaliteta stupanj zadovoljenja potreba kupca i potrebno je odrediti one čimbenike projektne organizacije od utjecaja na stupanj zadovoljenja tih potreba. Karakteristike projekta koje imaju značajniji utjecaj na kvalitetu su: (1) originalnost projekta, (2) proizvod, (3) vođenje projekta i komuniciranje, (4) kvaliteta rada sudionika u projektu, (5) definirani zahtjevi i (6) faze izvršenja posla.

- 1) *Originalnost projekta* je jedan od najvažnijih razloga za odabir projektne organizacije za obavljanje izvršenje određenog posla jer se zahtjevi odnose isključivo na određeni projekt. Neovisno o tome što postoji cikličko ponavljanje u gradnji brodova (ako je riječ o seriji brodova sličnih karakteristika (engl. *Sister Ship*)) i neki dijelovi procesa proizvodnje su ponovljivi, svaka novogradnja predstavlja neponovljiv projekt. Zbog toga je uspostavljanje i organiziranje projekta za voditelja projekta u načelu novi posao koji u sebi nosi veće neizvjesnosti, nego što ih sadrži neki ponovljivi proces. Što je veća neizvjesnost, to je kvaliteta ugroženja;
- 2) *Proizvod* direktno zadovoljava potreba kupca, pa se po definiciji kvalitete ujedno iskazuje i kvaliteta obavljenog posla;
- 3) *Vođenje projekta i komuniciranje*. Projekt novogradnje je redovito vrlo složen poduhvat i teško da se može uspješno realizirati bez racionalne organizacije, kvalitetnog vođenja ljudi i učinkovitog upravljanja materijalnim resursima. Utjecaj vođenja projekta na kvalitetu više je nego očit i nije ga potrebno posebno elaborirati;
- 4) *Kvaliteta rada sudionika u projektu*. Sudionici u projektu mogu biti pojedinci iz brodogradilišta ili izvana, organizacijske jedinice u brodogradilištu ili vanjski dobavljači. Oni se biraju prema ponudi koja vlada na unutarnjem ili vanjskom tržištu. Vodstvo projekta često se suočava s poteškoćama kada kod zasnivanja projekta treba formirati zajednicu izvršitelja, koji trebaju djelovati usklađeno u ostvarenju zajedničkog cilja. To može imati vrlo velik utjecaj na kvalitetu;
- 5) *Definirani zahtjevi*. Potrebe kupca izražene su u projektnom zadatku. Međutim, taj zahtjev nužno je pretvoriti u dokument koji precizno definira što u projektu treba napraviti i isporučiti kupcu. Taj dokument je specifikacija zahtjeva i sadrži dobro definiran opis svih funkcionalnih i tehničkih karakteristika proizvoda. Stupanj usuglašenosti projektnog zahtjeva s potrebama kupca, te specifikacije zahtjeva s projektnim zadatkom odnosno s potrebama kupca u tjesnoj su vezi s kvalitetom, što jasno proizlazi iz definicije kvalitete i
- 6) *Faze izvršenja posla* ili aktivnosti logičan su dio posla kojemu je jasno definiran početak, završetak i pravila po kojima se obavlja. Početak faze definira se ulaznim, a završetak izlaznim veličinama. Izlazi su specificirani miljokazima. Za sve ove rezultate trebaju se specificirati zahtjevi. Naravno, stupanj sukladnosti ovih rezultata njihovim

specifikacijama u velikoj je korelaciji s kvalitetom cjelokupnog posla. Može se definirati da se kvalitetom nekog rezultata definira i kvaliteta aktivnosti koja ga proizvodi.

Projektni pristup sve se više primjenjuje za razvoj i implementaciju složenih sustava. Takav pristup jedino i može odgovoriti sve složenijim zahtjevima tržišta. Može se očekivati da će u budućnosti primjena projektne organizacije biti sve izraženija, pa je logično očekivati značajan razvoj metoda, tehnika i alata za podršku projektnog pristupa. Kako, međutim, tržište neopozivo zahtjeva sve višu razinu kvalitete, sukladno tome iz dana u dan zahtjevi za kvalitetu projekata sve će više rasti.

Suvremene metode vođenja projekata imaju ugrađene metode osiguranja kvalitete, koje u kombinaciji s metodama osiguranja kvalitete u procesnoj organizaciji daju dobre rezultate. Uspješan projekt ne može se ni zamisliti bez primjene tih metoda. Zbog povećanog zahtjeva na kvalitetu projekata razvoj metoda osiguranja kvalitete u projektima sasvim je izvjestan. Isto tako se očekuje i daljnji razvoj procesne organizacije i odnosa između takve organizacije i projektne.

3.3. POSTUPCI UPRAVLJANJA KVALITETOM U PROJEKTIMA

Upravljanje kvalitetom u projektu novogradnje u brodogradilištu, u nastavku rada se analizira prema predlošku PMBOK-a, polazi se od pretpostavke da je brodogradilište u cijelosti prihvatiло projektni pristup gradnje broda te da je uspostavljena takva projektna organizacija u kojoj je sustav upravljanja kvalitetom u samom vrhu organizacijske strukture.

Druga bitna pretpostavka odnosi se na timsko upravljanje projektom. Budući da tim koji upravlja projektom novogradnje u brodograđevnoj industriji čine i stručnjaci kojima kvaliteta nije uža specijalnost, neophodno je da *tim za upravljanje projektom* odredi potrebne razine kvalitete i klasne razrede te da odrediti odgovarajuće razine točnosti i preciznosti.

Takva određenja su bitna za postupke osiguranja kvalitete jer valja razlikovati pojам **kvalitete** od pojma **klase** (stupnja, razreda... (engl. *Garde*)). Klasa je kategorija koja se dodjeljuje proizvodu koji ima istu funkciju ali različite tehničke karakteristike. Dok nivo kvalitete koji ne ispunjava zahtjeve kvalitete predstavlja problem, niski razred klase ne mora biti problem. Primjerice, neki proizvod (brod) može biti visoke kvalitete (bez očitih nedostataka) i niskog klasnog razreda (jednostavne namjene, barže) ili niske kvalitete (mnogo nedostataka, slabo organizirana korisnička dokumentacija) i visokog klasnog razreda (višenamjenski brodovi). Isto tako potrebno je razlikovati kako pojmovi "preciznost" i "točnost" nisu sinonimi. Preciznost znači vrijednost ponovljenih mjerjenja koji su grupirani i imaju mala odstupanja. Točnost znači da je izmjerena vrijednost vrlo blizu stvarne vrijednosti. Precizna mjerjenja nisu nužno točna. Vrlo točno mjerjenje ne mora nužno biti precizno.

U uskoj vezi s navedenim pojmovima jeste i određenje prema "pogreškama" i njihovim posljedicama. S obzirom da u brodogradnji svaki element koji se ugrađuje u sklop, modul ili sekciju kao i proces koji tu ugradnju omogućuje, podliježe određenim **zahtjevima** (naručitelja, standarda ili samog procesa) uobičajeno je koristiti termine "sukladno s zahtjevima" odnosno "nesukladno s zahtjevima". Stoga se u nastavku rada za ishode pogrešaka nastalih u projektnom procesu stvaranja broda koristi termin "nesukladno", štetu

koju je takva nesukladnost proizvela naziva se "troškom nesukladnosti", a sredstva koja se preventivno ulažu u proces kako bi se izbjegle nesukladnosti – "troškovima sustava upravljanja i unaprjeđenja kvalitete – SUUK".

Upravljanje kvalitetom u projektu uključuje procese i aktivnosti u skladu s zacrtanom politikom kvalitete, postavljenim ciljevima i odgovarajućim sustavom odgovornosti kako bi projekt u cijelosti udovoljio namjeni zbog koje je pokrenut. Proces upravljanja kvalitetom prema PMBOK-u uvažava Juranovu trilogiju kvalitete [51], s time da naglasak stavlja na aktivnosti osiguranja kvalitete [41]:

- 1) *Planiranje kvalitete* je proces identificiranja zahtjeva za kvalitetom, definiranje standarda na kojima se ti zahtjevi zasnivanju te načine dokumentiranja i dokazivanja usklađenosti s postavljenim zahtjevima i standardima. Suvremene projektne metodologije zahtijevaju da se u fazi izvodivosti usporedo s planiranjem glavnih aktivnosti projekta posebno planiraju aktivnosti osiguranja kvalitete;
- 2) *Osiguranje kvalitete* je proces audita zahtjeva za kvalitetom, analiza rezultata mjerena i kontrole kvalitete kako bi se osigurali odgovarajući standardi kvalitete i poštivala operativna procedura. Aktivnosti osiguranja kvalitete izvode se u izvedbenoj fazi projekta (engl. *Execution Phase*) prema vremenskom planu utvrđenom u glavnom planu projekta i planu kvalitete. Aktivnosti kvalitete mogu biti popraćene i dodatnim korektivnim akcijama. Osiguranje kvalitete, nadalje omogućuje kontinuirano poboljšanje procesa, koji je iterativno sredstvo za poboljšanje kvalitete svih procesa. Kontinuirano poboljšanje procesa smanjuje nesukladnosti i uklanja aktivnosti koje ne dodaju vrijednost. To omogućava procesima da postižu povećanu razinu učinkovitosti i djelotvornosti i
- 3) *Kontrola kvalitete* proizvoda što podrazumijeva ispitivanje karakteristika proizvoda prema definiranim vrijednostima.

Ovi procesi su u interakciji jedni s drugima kao i sa procesima upravljanja projektom. Svaki od navedenih procesa može uključivati djelovanje jedne ili više osoba ili grupe na osnovu zahtjeva projekta. Svaki proces događa se najmanje jednom u svakom projektu, a ako su projekti podijeljeni u fazama pojavljuju se u jednoj ili u više faza projekta.

Upravljanja kvalitetom u projektu povezuje upravljanje projektom i ostvarivanje projekta. To se odnosi na sve vrste projekata, bez obzira na njihovu namjenu. Upravljanje kvalitetom zajedničko je svim projektima neovisno da li se radi o projektima novogradnje ili izgradnji složenih industrijskih ili energetskih postrojenja. Razlike se pojavljuju jedino u pristupu i instrumentima mjerena, ali neuspjeh u osiguranju kvalitete može imati ozbiljne posljedice za pojedine podeiljeve ili cilj projekta u cjelini. Suvremeno upravljanje kvalitetom nadopunjuje upravljanje projektima. Oba pristupa prepoznaju važnost [41]:

- 1) *Zadovoljstva kupca*. Razumijevanje, vrednovanje, definiranje i upravljanje očekivanjima, tako da su zahtjevi klijenta zadovoljeni. To zahtijeva kombinaciju usklađenosti zahtjeva (kako bi se osiguralo ostvarenje projekta prema ideji i namjeni) i uporabne vrijednosti (proizvod ili usluga moraju zadovoljiti stvarne potrebe);
- 2) *Prevencija iznad kontrole*. Jedno od temeljnih načela suvremenog upravljanja kvalitetom je pravilo da je planirana kvaliteta zamišljena i ostvarena na – izostanku kontrole. Trošak sprječavanja nesukladnosti općenito ima puno manju cijenu od ispravljanja kontrolom utvrđene nesukladnosti;
- 3) *Kontinuirano poboljšanje*. PDCA ciklus je pronalaženje rješenja za kontinuirano unaprjeđenja kvalitete projekta i projektnog proizvoda;

- 4) *Odgovornosti uprave.* Uspjeh zahtjeva sudjelovanje svih članova projektnog tima, ali ostaje odgovornost upravljanja da se osiguraju sredstva potrebna za uspjeh i
- 5) *Procjene troškova kvalitete.* Odnosi se na procjenu ukupnih troškova svih aktivnosti vezanih uz upravljanje kvalitetom tijekom životnog ciklusa projekta ili proizvoda. Odluke u projektu mogu utjecati na operativne troškove kvalitete, poput reklamacija, garancija i povrata. Stoga, zbog privremene prirode projekta i smanjenja vanjskih troškova kvalitete, potrebno je predvidjeti financijska sredstva za sustav upravljanja kvalitetom. Kod predviđanja troškova potrebnih za osiguravanje kvalitete valja predvidjeti sredstva za:
 - troškove sprečavanja i procjenjivanja (trošak sustava upravljanja kvalitetom) koji uključuju troškove planiranja kvalitete, kontrole kvalitete i osiguravanja kvalitete, a kako bi se osiguralo da budu u skladu sa zahtjevima (npr. izobrazba, sustavi kontrole kvalitete itd.),
 - troškove koji nastaju uslijed neprilagođenosti zahtjevima (troškovi nesukladnosti), koji uključuju troškove ponovnog rada na proizvodima, komponentama ili postupcima koji nisu u skladu sa zahtjevima, troškove nastale u jamstvenom roku, te troškove nastale zbog gubitka ugleda.

Temeljni pristup postupka upravljanja kvalitetom, koji se detaljnije analizira u nastavku rada, zamišljen je da bude kompatibilan s onim Međunarodne organizacije za normizaciju (ISO). Takav pristup je u skladu s pristupom upravljanja kvalitetom kako ih pojašnjavanju Deming, Juran, Crosby i drugi, i pristupa poput Total Quality Management, Six Sigma...

3.3.1. Planiranje kvalitete

Planiranje kvalitete proces je prepoznavanja svih zahtjeva kvalitete i/ili standarda za određeni projekt odnosno proizvod, te dokumentiranje postupaka kojim se dokazuje usklađenost s zahtjevima.

Planiranje kvalitete valja provoditi paralelno s drugim procesima, s obzirom da bi možebitne promjene na proizvodu (i zadovoljenje novih zahtjeva kvalitete) mogle uzrokovati dodatne troškove te zahtjevati prilagodbe i dodatne analize rizika čime se utječe na temeljne planove projekta.

U nastavku se obrazlažu tehnike planiranja kvalitete prema PMBOK-u koje su primjerene temi i upotrebljive u brodograđevnim projektima.

Ulazne informacije planiranja kvalitete

Ulazne informacije na kojima se temelji plan kvalitete jesu: bilo koja stavka, unutar ili izvan projekta, koju zahtjeva postupak prije njegova nastavka (može biti rezultat nekog drugog, prethodnoga postupka) i dokument ili dokumentirana stavka prema kojoj će se postupak odvijati.

Temeljni plan projekta – izvorni plan (za projekt, radni paket ili aktivnost) naknadno dopunjeno odobrenim izmjenama, najčešće se pobliže označava npr. temeljni plan troškova, temeljni projektni kalendar, plan temeljnog mjerila učinkovitosti. Temeljni plan uključuje:

- strukturnu raščlambu poslova (engl. *Work Breakdown Structure – WBS*) koju čini: (1) hijerarhijska raščlamba posla koji projektni tim treba izvršiti orijentirana je na isporuke kako bi se postigli projektni ciljevi i stvorile tražene isporuke, organizira i definira ukupni projektni opseg, a svaka niža razina predstavlja detaljniju definiciju projektnoga rada. WBS se raščlanjuje na radne pakete, hijerarhijska orijentacija prema isporukama uključuje i unutrašnje i vanjske isporuke, (2) grupiranje projektnih elemenata orijentirani prema isporukama koje organizira i definira ukupni projektni opseg,
- opis strukturne raščlambe poslova (rječnik) je dokument koji opisuje svaku komponentu u WBS-u. Za svaku komponentu WBS-a rječnik uključuje kratku definiciju opsega ili izjave o poslu, definirane isporuke, popis relevantnih aktivnosti i popis kontrolnih točaka. Ostale informacije mogu uključivati: odgovornu organizaciju, datume početka i kraja, potrebne resurse, procjenu troškova, broj naplate, informacije iz ugovora, zahteve kvalitete i tehničke reference potrebne za poboljšanje učinkovitosti posla.

Zainteresirane stranke (popis) uključuju: (1) osobe i organizacije poput naručitelja, sponzora, izvođača i javnosti, koje su aktivno uključene u projekt ili na čije interesе završetak projekta može pozitivno ili negativno utjecati. One također mogu utjecati na projekt i njegove isporuke, (2) pojedinci i organizacije koje su aktivno uključene u projekt, ili na čije interesе se može pozitivno ili negativno utjecati provođenjem projekta ili njegovim završetkom. Također mogu utjecati na projekt i njegove rezultate.

Temeljni plan troškova je dokument kojim se odreduje oblik i ustanovljuju aktivnosti i kriteriji planiranja, strukturiranja i kontroliranja projektnih troškova. Plan upravljanja troškovima može biti formalan ili neformalan, detaljan ili okvirni, temeljen na zahtjevima različitih zainteresiranih strana. Plan upravljanja troškovima može biti sadržan u projektnom planu ili je dopunski plan plana upravljanja projektom.

Temeljni raspored aktivnosti čine planirani datumi za izvršenje planiranih aktivnosti i planirani datumi za kalendarske kontrolne točke.

Registrar rizika je dokument koji sadrži rezultate kvalitativne i kvantitativne analize rizika te planiranja odgovora na rizike. Registrar rizika opisuje pojedinosti svih prepoznatih rizika, uključujući opis rizika, kategoriju, uzrok, vjerojatnost pojave, utjecaj(e) na ciljeve, predložene odgovore na rizike, vlasnike i trenutni status. Registrar rizika je komponenta plana upravljanja projektom.

Čimbenici okruženja poduzeća su bilo koji ili svi vanjski čimbenici okruženja i unutrašnji organizacijski čimbenici koji okružuju projekt ili utječu na uspjeh projekta. To su čimbenici bilo kojeg ili svih poduzeća koja sudjeluju u projektu i uključuju organizacijsku kulturu i strukturu, infrastrukturu, postojeće resurse, komercijalne baze podataka, tržišne uvjete i aplikacije za upravljanje projektima.

Organizacijska procesna sredstva su bilo koja ili sva sredstva koja se odnose na procese, iz bilo koje ili svih organizacija uključenih u projekt, a koje se mogu koristiti tako da utječu na uspjeh projekta. Procesna sredstva uključuju formalne i neformalne planove, politike, procedure i smjernice. Procesna sredstva isto tako uključuju i baze znanja.

Alati i tehnike planiranja kvalitete

Alati i tehnike koji se koriste kod planiranja kvalitete čine skup definiranih i sistematiziranih procedura koje ljudski resursi koriste na projektu pri aktivnostima izrade proizvoda ili krajnjeg proizvoda, a uključuju uporabu jednog ili više alata.

Analiza koristi i troškova (engl. *Cost-Benefit Analysis*) je postupak (alat) kojim se prosuđuju koristi i troškovi, koje će se predvidivo pojaviti ostvarenjem nekog projekta. Primarne koristi koje se ostvaruju prema zahtjevima kvalitete mogu uključivati manji broj nesukladnosti, veću produktivnost, niže troškove, i povećano zadovoljstvo dioničara. U praksi se za svaku aktivnost uspoređuju troškovi kvalitete prema očekivanoj koristi.

Troškovi kvalitete (engl. *Cost of Quality-COQ*)³ uključuju sve troškove nastale tijekom trajanja proizvodnog procesa što podrazumijeva i ulaganja za sprečavanje nesukladnosti te ocjenjivanje usklađenosti s zahtjevima. Troškovi nesukladnosti mogu se kategorizirati na unutarnje (prepoznati unutar proizvodnje) i vanjske (prepoznate od strane kupca).

Kontrolne karte su alat statističke kontrole procesa koje omogućuju nadzor i kontrolu varijacije procesa kao i razlikovanje normalnih i specijalnih uzroka varijacije. Kontrolne su karte grafički prikaz obrađenih podataka kojima se prati tijek nekoga procesa. Obično se nadzire srednja vrijednost i rasipanje tijekom procesa i to unosi u odgovarajuće karte. Na ordinati se nanosi veličina koja opisuje srednju vrijednost (mod, medijan, aritmetička srednja vrijednost), odnosno vrijednost koja opisuje rasipanje procesa oko srednje vrijednosti (raspon, standardna devijacija). Na apscisi se nanosi redni broj uzorka ili vrijeme uzimanja uzorka. Kad se prati broj nesukladnih elemenata u uzorku, primjenjuju se p i np kontrolne karte. Za praćenje broja nesukladnosti po jedinici proizvoda primjenjuju se c i u kontrolne karte. Kad se o sukladnosti proizvoda zaključuje na temelju mjerjenja primjenjuju se X , R , s – kontrolne karte. Uočavanjem redoslijeda susjednih 3 do 6 točaka moguće je otkriti sustavne nesukladnosti u odvijanju procesa. Pored ovih karata, ponderiranjem vrijednosti dva susjedna događaja, dolazi se do posebnih kontrolnih karata za otkrivanje trendova (engl. *Exponentially Weighted Moving Average Chart – EWMA*).

Benchmarking je temelj procesa identifikacije, proučavanja, te implementiranja izvanrednih praksi. Sastoji se od otkrivanja najboljih praksi, nakon čega se analiziraju podaci kojima se određuje kako rezultati neke aktivnosti poduzeća kotiraju u odnosu na standard najbolje prakse. Cilj benchmarkinga je potpomognuti ostvarenje operativne izvrksnosti u raznim strateški važnim aktivnostima i aktivnostima potpore. Danas se mnoštvo poduzeća diljem svijeta koristi benchmarkingom kako bi unaprijedila svoja ulaganja u provedbu strategije te, u idealnome slučaju, osvojila stratešku, operativnu i financijsku prednost.

Planiranje pokusa (engl. *Design of Experiments – DOE*) je statistička metoda koja se bavi metodama takvog izvođenja pokusa koje osigurava sakupljanje podataka primjerenih statističkoj analizi na osnovi koje je moguće donijeti objektivne i valjane zaključke. Tim metodama obuhvaćena su dva usko povezana problema kod izvođenja pokusa: plan pokusa i statistička obrada rezultata. Planovi za izvođenje pokusa sastavljeni su tako da uravnotežuju odnos između preciznosti statističkog zaključivanja i troškova izvođenja pokusa. Faktorski

³ O troškovima kvalitete više cf. 3.4.

planovi primjenjuju se za pokuse koji uključuju više zavisnih varijabli odnosno faktora, a potrebno je ispitati ukupni utjecaj faktora na zavisnu varijablu. U slučaju k faktora od kojih svaki prima samo dvije različite vrijednosti, često se primjenjuje potpuni 2^k plan kojim se zavisna varijabla ispituje u svakoj od kombinacija vrijednosti faktora.

Statističko uzorkovanje ima za cilj donijeti zaključke o cjelini na temelju ispitivanja samo jednog podskupa. Razlozi korištenja metode statističkog uzorkovanja ogledaju se u prednostima koji se svode na: uštedu vremena i novca, praktičnost, psihološku prednost zbog smanjenog zamora u odnosu na potpun obuhvat, a ako se koriste statistički uzorci, tada je i kvaliteta, odnosno točnost nalaza, odnosno preciznost rezultata poznata. Pritom je najvažnije da se pri korištenju statističkih uzoraka rezultati smiju generalizirati na populaciju obuhvaćenu okvirom izbora, a preciznost dobivenih zaključaka ocjenjivati numeričkim mjerama.

Dijagram toka je alat čija je svrha da složene tokove sa različitim nadležnostima i zadacima toka prikaže na način da njihova struktura i logika bude jasna i transparentna. Iz dijagrama toka učesnici jednostavno prepoznavaju svoje zadatke. Tijekom planiranja kvalitete dijagram toka može ukazati na probleme provođenja plana. Svijest o potencijalnim problemima može dovesti do unaprjeđenja procesa.

Metode upravljanja kvalitetom u projektima mogu biti zastupljene one metode koje najbolje zadovoljavaju zahtjeve određenog projekta, u projektima novogradnji prikladne su metode Six Sigma te Lean Six Sigma.

Dodatni alati koji se koriste kako bi se bolje definirali zahtjevi kvalitete i aktivnosti plana kvalitete jesu: brainstorming, dijagrami afiniteta, dijagrami sila za i protiv promjena, matrični dijagrami, matrice prioriteta te ostali dostupni alati koji su aktualni u određenoj fazi procesa.

Izlazne informacije planiranja kvalitete

Izlazne informacije čine podaci koji su rezultat provođenja plana kvalitete. Takve informacije u pravilu predstavljaju ulazne informacije za sljedeći proces odnosno za osiguranje kvalitete. Plan upravljanja kvalitetom opisuje kako će tim za upravljanje projektom uspostaviti ili provoditi politiku kvalitete organizacije koja izvodi projekt. Plan upravljanja kvalitetom je komponenta ili dodatni plan plana upravljanja projektom. Plan upravljanja kvalitetom projekta može biti formalan ili neformalan, vrlo detaljan ili okvirno naznačen, ovisno o projektnim zahtjevima.

Metrika kvalitete je operativna definicija koja opisuje, u vrlo specifičnim uvjetima, atribute projekta i proizvoda. Mjerenje je stvarna vrijednost. Toleranciju definiraju dopuštene varijacije na metriku. Metrika kvalitete koristi se u *osiguranju kvalitete* i kontroli kvalitete procesa.

Lista provjere kvalitete (engl. *Checklist*) je specifična komponenta koja se koristi za provjeru izvršenja potrebnih koraka. Provjera popisa u rasponu od jednostavnih do složenih temelji se na zahtjevima projekta i prakse. Mnoge organizacije imaju standardizirane liste provjere koji su dostupne kako bi se osigurala dosljednost u često izvodljivim zadacima. Listu provjere

kvalitete često koriste i vanjski čimbenici (naručitelj projekta, registri, kontrolne kuće...). Lista provjere kvalitete koristi se u kontroli kvalitete procesa.

Plan unapređenja procesa je u uskoj vezi s planom upravljanja projektom. Plan unapređenja procesa sadrži detaljne korake za analizu procesa i prepoznavanje aktivnosti koje mogu poboljšati njihovu vrijednost.

Ažuriranje projektne dokumentacije podrazumijeva ažuriranje cjelokupne projektne dokumentacije.

3.3.2. Osiguranje kvalitete

Osiguranje kvalitete podrazumijeva postupak primjene planiranih, sustavnih aktivnosti vezanih uz kvalitetu (kao što su revizije ili stručni pregledi) kako bi se osiguralo da se na projektu primjenjuju svi postupci potrebni za ispunjavanje zahtjeva kvalitete.

Zahtjev kvalitete jest uvjet koji mora zadovoljavati ili mogućnost koju mora posjedovati neki sustav, proizvod, usluga, rezultat ili komponenta kako bi zadovoljila ugovor, standard, specifikaciju ili druge zadane dokumente. Zahtjevi uključuju kvantificirane i dokumentirane potrebe, želje i očekivanja naručitelja i ostalih zainteresiranih strana u projektu.

Služba (odjel) osiguravanja kvalitete nadgleda aktivnosti osiguranja kvalitete. Podrška osiguranju kvalitete treba biti osigurana od projektnog tima, menadžmenta poduzeća, od naručitelja kao i drugih zainteresiranih za uspjeh projekta, a koji nisu aktivno uključeni u rad projekta.

Ulagne informacije osiguranja kvalitete

Ulagne informacije na kojima se temelji osiguranje kvalitete jesu:

- 1) *Plan upravljanja projektom* koji sadrži sljedeće podatke, a koji se koriste za osiguravanje kvalitete:
 - plan upravljanja kvalitetom koji pokazuje kako će se uspješno upravljati kvalitetom u sklopu projekta,
 - plan unapređenja procesa koji koristi detaljne korake za analizu procesa i određivanje aktivnosti koje su u funkciji poboljšanja kvalitete;
- 2) *Metrika kvalitete;*
- 3) *Informacije i podaci o statusu planiranih aktivnosti projekta* koje se izvode kako bi se obavio projektni zadatak i koje se prikupljaju tijekom postupaka usmjeravanja i upravljanja izvršenjem projekta. Informacije uključuju: status isporuka, status implementacije zahtjeva za promjenama, korektivne mjere, preventivne mjere i uklanjanje nedostataka, prognozirane procjene do završetka, postotak fizički obavljenog posla, postignute vrijednosti mjerjenja tehničke izvedbe, početne i završne datume planiranih aktivnosti;
- 4) *Kvaliteta kontrolnih mjerjenja* je rezultat aktivnosti kontrole kvalitete. Oni se koriste za analizu i ocjenu standarda kvalitete i procesa izvođenja.

Alati i tehnike osiguranja kvalitete

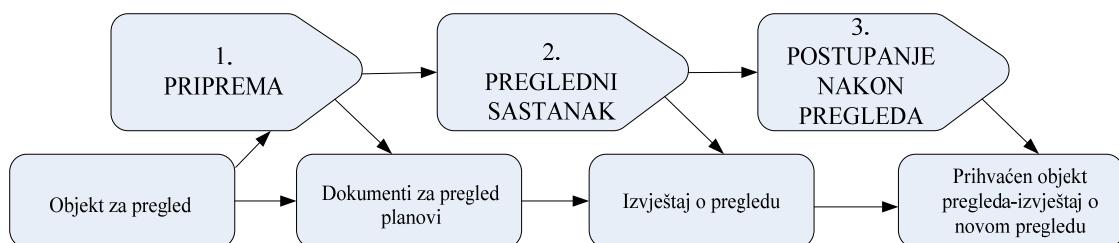
Alati i tehnike koji se koriste kod *osiguranja kvalitete* istovjetni su onima kod *planiranja kvalitete* te se primjenjuju u skladu s zahtjevima procesa proizvodnje.

Audit kvalitete je sustavan, neovisan i dokumentiran proces kojim se ocjenjuje stupanj ispunjenja zahtjeva koji su definirani kriterijem audita. Audit kvalitete je procjena djelotvornosti sustava upravljanja kvalitetom na temelju neovisnog i sustavnog ispitivanja. Kriterij audita je skup propisa, procedura i zahtjeva koji se koristi kao referenca. Auditi kvalitete omogućuju da se provjeri u koliko mjeri su zahtjevi postavljenog sustava upravljanja kvalitetom ispunjeni i koliko je takav sustav koristan u projektu u kojem se primjenjuje.

Ocjene (engl. *Assessments*) se u projektima općenito pojavljuju kao:

- poslovne ocjene rade se u okviru priprema sastanaka s naručiteljem, na kojima se odlučuje o poslovnim aspektima projekta (vezanim za karakteristike projekta, vrijeme dovršenja i troškove). Ovdje se ocjenjuje status projekta i očekivanih rezultata. Ovakve ocjene omogućuju naručitelju uključenost u odvijanje projekta i osigurava mu praćenje projekta već od ranih faza životnog ciklusa, što znatno povećava mogućnosti da projekt udovolji postavljenim zahtjevima,
- analiza rizika (engl. *Risk Analysis*). Osigurava platformu za procjenu uvjeta u kojima se projekt nalazi i vjerojatnosti da se ostvare ciljevi projekta. Ona utvrđuje čimbenike rizika, koji na bilo koji ugrožavaju projekt. Također, dobre metode pomažu da se vrednuje u kojoj mjeri svaki od tih čimbenika utječe na projekt (kvalitativno ili kvantitativno). Analize rizika obično se rade u okviru pripreme izvještaja za poslovno odlučivanje i u izvedbenoj fazi prilikom isporuke proizvoda i rezultata (miljokazi). Dobro je provoditi takve analize kad god se analizira status projekta, odnosno kad se projekt nađe na prekretnici.

Pregledi (engl. *Reviews*) su postupci koji su usredotočeni na rezultate rada u projektu, nastojeći osigurati njihovu potpunost i valjanost. Slika 3.3. prikazuje važnije aktivnosti pregleda:



Slika 3.3. Važnije aktivnosti pregleda

- priprema pregleda sastoji se od prikupljanja potrebnih podataka o objektima pregleda te planiranja pregleda. Rezultat ove aktivnosti je spisak objekata za pregled i plan pregleda,

- pregledni sastanak (engl. *Review Meeting*) je sastanak na kojem se vrši pregled prema planu. Pregled vodi osoba zadužena za osiguranje kvalitete, a odgovore na postavljena pitanja daje vodstvo projekta, odnosno projektni tim. Rezultat pregleda je izvještaj o pregledu, čiji bitni dio čini spisak pregledanih objekata s označenim statusima i podacima o stupnju kvalitete i sl. Izvještaj implicitno ili eksplicitno sugerira korektivne aktivnosti,
- postupanje nakon pregleda sastoji se od korektivnih aktivnosti, ukoliko u izvještaju o pregledu postoje primjedbe i sugestije. Postupanje, može značiti zadržavanje aktivnosti dok se ne otklone nesukladnosti sa zahtjevima, može čak biti ponavljanje pregleda nakon korektivnih mjera,
- pregledi miljokaza (engl. *Milestone Review*). Kako su miljokazi definirani rezultatima, koji se očekuju u tim točkama, pregled miljokaza se svodi na kontrolu tih rezultata. Kontrola se svodi na status i razinu kvalitete rezultata prema kriterijima miljokaza. Pregled se izvodi za svaki miljokaz u vrijeme koje definira vodstvo projekta. Procedura se sastoji od sljedećih koraka: prikupljanje ulaznih podataka (o definiciji miljokaza, planu miljokaza, radu na projektu), priređivanje kontrolne liste za pregled, formiranje liste osoba odgovornih za aktivnosti i rezultate koji će se pregledavati, ocjena rezultata, izvještavanje o rezultatima pregleda i odlukama u vezi s tim. Ako je pregled neposredno pred sastanak sa sponzorom izvještaj se uvrštava u materijale za sastanak, kontrola svih izvanrednih pitanja kojima treba posvetiti pažnju. Te točke trebaju biti istaknute na projektnim sastancima,
- pregled specifikacija (engl. *Specification Review*). Pregledava se ugovor ili narudžba ili bilo koji srođan dokument na kojem je projekt zasnovan te projektna specifikacija i specifikacija proizvoda. Provjerava se (1) da li su u specifikacijama ispunjeni zahtjevi iz takvog dokumenta, (2) da li je uzet u obzir faktor rizika i (3) da li su sve informacije potrebne za izvođenje projekta dokumentirane,
- pregled proizvoda (engl. *Product Review*). Ovim pregledom se provjerava da li je proizvod kompletan i da li su zadovoljeni zahtjevi predviđeni ugovorom ili sličnim dokumentom te da li je kupac testirao proizvod na test preuzimanja (engl. *Acceptance Testing*) i da li zadovoljava uvjete preuzimanja,
- pregled razvoja (engl. *Development Review*). Pregled razvoja je pregled rezultata, koji provjerava njihovu sukladnost s definiranim zahtjevima postavljenim u specifikacijama proizvoda.

Analiza procesa slijedi korake navedene u *planu unaprijeđenja procesa* kako bi se definirala potrebna poboljšanja. Ova analiza također obuhvaća povjesne probleme i ograničenja te neiskorištenosti pojedinih resursa tijekom procesa rada. Analiza procesa uključuje analizu uzroka – posebnu tehniku za identifikaciju problema, otkrivanje uzroka koji dovode do njega, i razvijanje preventivnih djelovanja.

Izlazne informacije osiguranja kvalitete

Ažuriranje organizacijskih procesnih sredstava podrazumijeva ažuriranje svih sredstava koja se odnose na procese, a koja utječu na uspjeh projekta.

Zahtjevi za izmjenu odnose se na zahtjeve za povećanje ili smanjenje opsega projekta, promjenom politike, postupaka, planova ili procedura, za prilagodbu troškova ili budžeta ili izmjenu kalendarja. Zahtjevi za izmjenu mogu biti izravni ili neizravni, pokrenuti unutar ili izvan organizacije te mogu i ne moraju proizaći iz zakonskih ili ugovornih obveza. Samo

formalno dokumentirani zahtjevi za izmjenama se razmatraju, a samo odobreni se implementiraju.

Ažuriranje *plana upravljanja projektom* odnosi se na elemente plana upravljanja projektima koji se mogu ažurirati uključuju ali nisu ograničeni na: plan upravljanje kvalitetom, plan provođenja aktivnosti i plan troškova.

Ažuriranje projektne dokumentacije odnosi se na: izvještaje audita kvalitete, planove obrazovanja i procesnu dokumentaciju.

3.3.3. Kontrola kvalitete

To je faza u kojoj se performanse sustava uspoređuju s ciljevima i provode korektivne akcije ako se pokaže potreba. Tim za upravljanje projektom treba posjedovati adekvatna znanja o statističkim metodama kontrole kvalitete, osobito o uzorkovanju i vjerojatnosti, kako bi mogli ocijeniti izlaznu kontrolu kvalitete.

Ulagne informacije kontrole kvalitete

Ulagne informacije na kojima se temelji *kontrola kvalitete* jesu:

- 1) *Plan upravljanja projektom*;
- 2) *Metrika kvalitete*;
- 3) *Lista provjere kvalitete*;
- 4) *Informacije i podaci o statusu planiranih aktivnosti*;
- 5) *Odobreni zahtjevi za promjenama*;
- 6) *Isporuke* – 1) bilo koji jedinstveni proizvod ili krajnji rezultat koji se može odobriti i koji mora biti proizveden kako bi se završio postupak, faza ili projekt. Često se koristi u užem značenju vanjske projektne isporuke koju odobravaju naručitelji projekta, 2) Svaka mjerljiva, opipljiva posljedica, rezultat ili stavka koja se može odobriti i koja mora biti proizvedena da se projekt ili dio projekta završe. Često se koristi u užem značenju vanjske projektne isporuke koju trebaju odobriti naručitelji projekta i
- 7) *Organizacija ostalih procesnih aktivnosti* koje mogu utjecati na kontrolu kvalitete.

Alati i tehnike kontrole kvalitete

Alati i tehnike koji se koriste u kontroli kvalitete čini sedam temeljnih, od Ishikawe definiranih alata kvalitete, sedam novih alata te ostalih jednostavnih i sustavnih alata koji su tablično sistematizirani prema [52] i [53] te predloženi tablicom 3.1.

Tablica 3.1. Alati i tehnike koji se koriste u kontroli kvalitete

Naziv	Primjena
SEDAM TRADICIONALNIH ALATA	
Dijagram uzroka i posljedica (Ishikawa dijagram, Riblja kost)	Sistematsko istraživanje svih mogućih uzroka koji mogu dovesti do određenih posljedica.
Ispitni list (List za brojanje i akumuliranje podataka, Check list)	Osigurava sistematsko zapisivanje podataka iz povjesnih izvora ili promatranja kako se događaju, tako da jasno mogu biti uočeni i prikazani trendovi.
Metoda prioriteta (Pareto princip, Pareto chart, ABC analiza)	Prikazuju po redoslijedu važnosti udio svakog dijela na ukupni učinak; utvrđuje najvažnije uzroke gubitaka; rangira prilike za poboljšanje.
Kontrolne karte (Control charts)	Koriste se za ocjenu sposobnosti procesa; određivanje sposobnosti procesa ili potrebe za poboljšavanje.
Dijagram tijeka (Algoritam, Flowchart)	Za opis postojećih procesa ili opis promjena ili projektiranje novih procesa.
Histogram (Dijagram frekvencija)	Prikazuje rasipanje podataka, te omogućuje jasan prikaz informacija o ponašanju procesa, što olakšava odlučivanje gdje usmjeriti napore za poboljšavanje.
Dijagram raspršenja (Korelačijski dijagram, Scatter dijagram)	Za utvrđivanje eventualne povezanosti između dvije grupe podataka ili dvije veličine.
SEDAM NOVIH ALATA	
Matrični dijagram (Matrix dijagram, Tablica kvalitete)	Prikaz i analiza povezanosti između grupe kriterija i liste zahtjeva, te definiranje prioritetnih zahtjeva potrebnih za kasnija istraživanja.
Dijagram afiniteta (KJ metoda, Dijagram odnosa, Affinity dijagram)	Omogućava istraživanje velikog broja ideja za rješenje, te ih organizira u prirodne skupine u svrhu razumijevanja suštine problema i pronalaženje rješenja.
Stablo dijagram (Dijagram "stablo", Tree diagram)	Stvaranje "objektivne hijerarhije"; Identifikacija svih mogućih akcija potrebnih za postizanje objektivnosti.
Dijagram međuodnosa (Dijagram međuveza, Interrelationship diagraph(ID))	Ovaj alat je oblikovan da uzme središnju ideju, sporno pitanje ili problem, te prikaže logičke i sekvenčjalne veze između povezanih čimbenika. On nastavlja zapravo s povlačenjem logičkih veza koje su postale očitim na dijagramu afiniteta.
PDCA-programirane kartice za proces odlučivanja (Dijagram programiranja procesa odlučivanja)	Koristi se za prikaz svakog događaja i nepredvidljivih okolnosti (slučajnih događaja) do kojih može doći tijekom progresije aktivnosti od momenta uočavanja problema pa sve do njegova rješenja. Koristi se za predviđanja neočekivanih događaja i usvajanje plana djelovanja, da ih se presretne, odnosno sprječi. Ovaj dijagram je povezan s PDCA-om i njegovom struktura je slična onoj kod dijagrama u obliku drva.
Metoda strijela dijagram (Dijagram u obliku strelice)	Koristi se za planiranje, odnosno terminiranje zadataka. Da bi ga se moglo primijeniti, potrebno je znati niz podciljeva i njihovo vremensko trajanje. Taj alat je u biti jednak standardnom Ganttovom dijagramu. Premda je jednostavan i poznat kao alat za planiranje poslova, često ga se zapostavlja. Ovaj dijagram je koristan za analizu poslova, koji se ponavljaju kako bi ih se učinilo efikasnim.
Matrična analiza podataka	Uzimaju se podaci iz matričnog dijagrama, pregrupiraju radi lakšeg ispitivanja (bolja preglednost), a zatim se prikaze i jačina povezanosti među varijablama. Ova se analiza najviše koristi u marketingu i kod istraživanja proizvoda. Koncept na kome ona počiva prilično je jednostavan, ali njegova provedba (uključujući prikupljanje podataka) može biti složena.
OSTALI JEDNOSTAVNI ALATI	
Gantogram (Pert lista, Bar lista, Vremenski plan)	Za slikovito prikazivanje zadataka u vremenu (Planiranje).
Metoda QFD (Kuća kvalitete)	Razvoj ili redizajn proizvoda zasnovan na zahtjevima kupaca. Promovira višefunkcionalni timski rad i konkurentni inženjeringu organizaciji. Skraćuje vrijeme razvoja proizvoda.
Demingov krug-PDCA (Plan-Do-Check-Act)	Koristi se u postupku stalnog poboljšanja kvalitete. U četiri koraka ili faze procesa kontinuiranog poboljšanja, odnosno unapređivanja provodi se ciklus: Plan-Do-Check-Act.

Analiza mogućih grešaka i njihovih posljedica (FMEA-Failure Mode and Effect Analysis)	Analitička metoda kojom se otkrivaju potencijalne slabe točke i pogreške u razvoju, planiranju i proizvodnji. Greške se otkrivaju prije njihove pojave, a otklanjanjem uzroka stvaraju se zнатне uštede, što ima direktni utjecaj na cijenu proizvoda i zadovoljstvo kupca.
Projektna metoda (Fazna metoda)	Fazni pristup rješavanju složenih problema-projekata uključujući i znanstveni pristup.
Metoda "8D"	Koristi se za rješavanje problema samo ako je uzrok problema nepoznat, a pristup planski i sistematski.
Metoda u "6 koraka"	Sustavni postupak za rješavanje kompleksnih problema u 6 koraka.
Planovi prijema (Uzorkovanje, AQL)	Preuzimanje pošiljaka zasniva se na utvrđivanju realnog stanja kvalitete predmeta s obzirom na utvrđene standarde, ugovore ili specifikacije kvalitete. Ti predmeti (materijali, dijelovi, gotovi proizvodi i sl.) mogu biti za jednu organizaciju njezini inputi ili outputi. U odnosu prema procesu transformacije, njihova se inspekcija provodi prije samog procesa transformacije ili pak nakon njega. Planovi prijema mogu biti za atributivna ili varijabilna obilježja i to jednostrukim ili pak višestrukim uzimanjem uzoraka.
Planiranje pokusa (Taguchi-jeve metode)	Optimalizacija efikasnosti pokusa testiranjem max. broja čimbenika i njihovih povezanih nivoa u min. broju pokusa. Osigurava velike uštede vremena i drugih resursa.
Analiza korelacijske i regresije	Izračunom osnovnih parametara korelacijske i regresije dolazi se do spoznaje o odnosima između dviju veličina.
Trend	Pokazuje osnovnu tendenciju kretanja neke pojave kroz određeno, duže vremensko razdoblje.
Radarska karta (Radar, Radar chart)	Za vizualni prikaz, na jednoj slici, veličina jaza između "sadašnjeg" načina provedbe organizacije i "idejnog" načina provedbe.
Mrežni dijagram aktivnosti (Activity Network Diagram)	Pronalaženje optimalnog puta i tijeka poslova u realizaciji nekog projekta, grafički prikaz ukupnog vremena provedbe.
SUSTAVNI ALATI	
Kružoci kvalitete	Grupe zaposlenih formirane na dragovoljnoj osnovi, koje rješavaju određene probleme iz djelokruga svoga rada.
Samoprosudba	Pažljivo razmatranje vrednovanja čiji je rezultat mišljenje ili sud o efikasnosti organizacije i zrelosti sistema za upravljanje kvalitetom.
Usporedivanje (Benchmarking)	Metoda usporedivanja s najboljima u svojoj "branši", odnosno sa "svjetskom klasom".
SWOT matrica	SWOT matrica je alat za donošenje strategijskih odluka koji vodi računa o vanjskim šansama i prijetnjama, te unutrašnjim sposobnostima i slabostima.
Metoda scenarija	Koristi se pri donošenju strateških odluka, odnosno za predviđanje budućnosti zasnovano na vjerojatnosti. Scenarij opisuje neka prihvatljiva i vjerojatna sa više alternativa.
Portfolio matrica	Metoda se koristi za strateška istraživanja u organizacijama, a služi za dobivanje uvida o poziciji proizvoda na tržištu.
Delphi metoda	Metoda intuitivnog predviđanja s osnovnom idejom da se znanje eksperata, izraženo kroz profesionalno iskustvo i intuiciju, iskoristi na sistematičan i racionalan način. Metoda se zasniva na anketiranju visoko kvalificiranih stručnjaka u nekom području s ciljem prikupljanja informacija koje će se s određenom tehnologijom preraditi u predviđanja. Metoda sistematskog traženja kasnije se može koristiti za tehnološko ili neko drugo predviđanje, potrebno organizaciji ili instituciji.
Metoda analize vrijednosti (Vrijednosna metoda, Funkcionalna analiza vrijednosti, Value analysis)	Metoda za utvrđivanje i poboljšavanje efikasnosti i učinkovitosti proizvoda ili organizacije u cijelini. To nije konkurenčija drugim instrumentima upravljanja, nego sustavno problemsko rješavanje koje se primjenjuje pomoću specifičnog niza tehnik, znanja i stečenog iskustva. Ona predstavlja organizirani i kreativni pristup koji ima za svrhu efikasno identificiranje nepotrebног troška koji ne osigurava kvalitetu proizvoda niti služi ispunjenju kupčevih zahtjeva, potreba i očekivanja. Ova metoda je predviđena za rješavanje kompleksnih problema u poslovanju. Koristi se vrlo uspješno u svim segmentima poslovnih procesa, a prave rezultate daje u organizacijama gdje najviša uprava poznaje ovu metodu i zna kako je iskoristiti za postizanje boljih rezultata, smanjenje troškova, poboljšavanje kvalitete ili povećanje prodaje.

Izlazne informacije kontrole kvalitete:

- rezultati kontrole kvalitete čine dokumentirani rezultati u obliku određenom tijekom planiranja kvalitete,
- odobrene promjene,
- potvrda isporuke,
- organizacija ostalih procesnih aktivnosti koje mogu utjecati na kontrolu kvalitete,
- ažuriranje projektne dokumentacije.

Dobra organizacija projekata traži odvojenost procesa upravljanja projektom od radnih aktivnosti. Izvršitelji radnih aktivnosti mogu biti sami članovi projektnog tima, proces unutar brodogradilišta ili organizacija izvan brodogradilišta.

Najčešći izvršitelji radnih aktivnosti su unutarnje organizacijske jedinice s organiziranim procesom, dakle linijska organizacija. Bez obzira izvršava li aktivnost unutarnja organizacijska jedinica ili vanjski izvršitelj (kooperant), to se radi na temelju dobro definiranih zahtjeva, a rezultat je proizvod s definiranim zahtjevima na kvalitetu. Vanjski izvršitelj može dobro obaviti ugovoreni posao, ako ima dobro organizirani proces i provjereni sustav kvalitete. Projektna organizacija treba koristiti ponudu organizacija s osvjeđenočenom kvalitetom (certifikati ISO 9001) jer samo takve organizacije mogu garantirati kvalitetan proizvod i unapređenje struke. Može se ustvrditi da kvalitetni projekti ne mogu ni opstati bez dobro organiziranih procesnih organizacija.

3.4. TROŠKOVI KVALITETE U PROJEKTU

Sve veća konkurenčija na svjetskom brodograđevnom tržištu uzrokovana novim tehnologijama i proizvodno tehnološkim napretkom, s jedne strane, i sve većom potrošnjom, potrebama i izbirljivošću naručioca, sa druge strane, nameću permanentnu i iscrpnu analizu čimbenika konkurentnosti vlastitog proizvoda. U takvom okruženju kvaliteta postaje ne samo normizirani (ISO 9000ff), već odlučujući čimbenik opstanka na svjetskom tržištu.

U nastavku rada se pored naglaska na činjenici da kvaliteta "košta", odnosno da sustavi za upravljanje kvalitetom predstavljaju trošak, nastoji i olakšati razumijevanje te distinkciju pojmova troškova vezanih uz kvalitetu.

3.4.1. Pojam i struktura troškova kvalitete

Općenito, troškove je moguće definirati kao novčanu vrijednost ulaznih veličina korištenih u proizvodnom procesu tijekom vremena. Visina troškova ovisi o količini korištenih ulaznih veličina i njihovoj cijeni. Kvantitativno, trošak je umnožak elemenata proizvodnje i odgovarajućih cijena elemenata proizvodnje po:

$$T = \Sigma \cdot Cu \quad (3-1)$$

gdje:

T – označava trošak;

Σ – utrošak elemenata proizvodnje;

Cu – cijena sredstava za proizvodnju po jedinici utroška, odnosno zarada po jedinici rada.

Troškovi kvalitete (T_K) su dodatni izdatci koji nastaju u procesu proizvodnje s ciljem dobivanja zamišljenog proizvoda. Kao dodatni trošak, trošak kvalitete sastavni je dio ukupnog utroška elemenata proizvodnje (Σ) i svojom veličinom neposredno utječe na veličinu troška (T). Veličinu T_K je, zbog njene složenosti, u pravilu teško odrediti u apsolutnim novčanim jedinicama te se češće izražava u postotnom iznosu od ukupne vrijednosti proizvoda ostvarene prodajom [18].

Važnost poznавања troškova kvalitete u projektu od bitnog je značaja za uspješnost izvedbe samog projekta, njegove uporabne i tržišne vrijednosti te isplativosti izvedbe. Prema normi ISO 9004 (6.3.) troškovi kvalitete se definiraju kao troškovi koji su u najvećem dijelu izazvani uvođenjem sustava kvalitete, tj. troškovi koji su izazvani aktivnostima na sprečavanju nesukladnosti, planskim sustavnim ispitivanjem kvalitete kao i interno ili eksterno utvrđenim nesukladnostima.

Važnija obilježja troškova kvalitete prema Andrijaniću, Bilenu, Lazibatu, jesu [54]: oni postoje, oni su u pravilu prikriveni, sadržani su u kalkulacijama, ali ne kao posebno iskazana stavka kalkulacije, oni su u pravilu nepoznati, u pravilu njihova je struktura nepoznata. Zbog svih mogućih nepoznanica, oni čine najopasniji trošak, oni su potencijalna, neiskorištena pričuva, stupanj spoznaje o njima u brodogradilištu je mjerilo stupnja svjesnosti o kvaliteti uopće, oni mogu biti značajni pokazatelj kvalitete, koristan, prije svega, poslovodstvu za donošenje ispravnih odluka.

Ovako navedena obilježja oslikavaju troškove kvalitete kao nemjerljivu ili teško mjerljivu veličinu, koja stavlja u odnos sredstava utrošena za osiguranje kvalitete proizvoda sa sredstvima potrebnim za popravak doradu ili izradu novog pogrešno izrađenog proizvoda. Pojednostavljeni, to bi povećanim ulaganjem u sustav kvalitete zasigurno dovelo do minimalnih ili nikakvih nesukladnosti ali tada postaje upitna isplativost takvog proizvoda. Stoga je prihvatljivije trošak kvalitete promatrati kao sumu troškova uloženih u sustav upravljanja kvalitetom i troškova nesukladnosti:

$$T_K = T_{SUUK} + T_{NSUK} \quad (3-2)$$

gdje je:

T_K – trošak kvalitete

T_{SUUK} – trošak sustava upravljanja i unaprjeđenja kvalitete

T_{NSUK} – trošak nesukladnosti

Troškove sustava upravljanja i unaprjeđenja kvalitete (T_{SUUK}) čini sveukupnost iznosa koje je potrebno uložiti u proces poslovanja da bi se osigurao kvalitetan proizvod ili kvalitetno pružanje usluga. Tu pripadaju [55]: (1) troškovi preventive (tp) i (2) troškovi ocjenjivanja (to) i (3) troškovi unaprjeđenja kvalitete (tu).

- 1) *Troškovi preventive (tp)* su troškovi koji se nameću zbog održavanja troškova propusta i ocjenjivanja na minimum. Primjeri su [54]:
 - *planiranje kvalitete*: široki niz aktivnosti koje skupno čine sveukupan plan kvalitete i brojne posebne planove, također pripremu postupaka koji su potrebni za prijenos tih planova svima zainteresiranim,
 - *preispitivanje novog proizvoda*: troškovi inženjeringu za pouzdanost i drugih aktivnosti vezanih uz kvalitetu povezano s lansiranjem novih projekata,

- *kontrola procesa*: troškovi kontrole i ispitivanja u procesu radi određivanja statusa procesa, što je bolje od prihvaćanja proizvoda,
 - *neovisne provjere kvalitete*: troškovi vrednovanja obavljanja aktivnosti u sveukupnom planu kvalitete,
 - *vrednovanje kvalitete dobavljača*: troškovi vrednovanja aktivnosti za kvalitetu dobavljača prije izbora dobavljača, pregledavanje aktivnosti za vrijeme trajanja ugovora i provođenje zajedničkih nastojanja s dobavljačima,
 - *podučavanje*: troškovi pripremanja i provođenja programa podučavanja za kvalitetu (kao što je to slučaj kod troškova ocjenjivanja, neke od tih poslova može obaviti osoblje koje nije na platnom popisu odjela za kvalitetu; presudan je kriterij opet tip posla, a ne naziv odjela koji obavlja posao).
- 2) *Troškovi ocjenjivanja (to)* su troškovi koji se javljaju u određivanju stupnja sukladnosti sa zahtjevima kvalitete. Primjeri su:
- *ulazna kontrola i ispitivanje*: troškovi određivanja kvalitete kupljenih proizvoda, bilo kontrolom kod prijama, kontrolom na vrelu ili nadziranjem,
 - *kontrola i ispitivanje u procesu*: troškovi vrednovanja sukladnosti prema zahtjevima u procesu,
 - *završna kontrola i ispitivanje*: troškovi vrednovanja sukladnosti u odnosu na zahtjeve za prihvatljivost proizvoda,
 - *pregledi kvalitete proizvoda*: troškovi provođenja pregleda kvalitete na proizvodima u procesu ili gotovim proizvodima,
 - *održavanje točnosti opreme za ispitivanje*: troškovi održavanja mjernih instrumenata i opreme u stanju umjerenosti (kalibriranosti),
 - *kontrola i ispitivanje materijala i usluga*: troškovi materijala i rada u kontroli i ispitivanju dobavljača (npr. film za rendgensko snimanje) i usluga (npr. električna energija) tamo gdje su oni značajni,
 - *vrednovanje zalihe*: troškovi ispitivanja proizvoda u skladištima na terenu ili na zalihama radi vrednovanja propadanja (degradacije).
- Kod prikupljanja troškova ocjenjivanja odlučujuća je vrsta obavljenoga posla, a nije važan naziv odjela (posao mogu obaviti kemičari u laboratoriju, razvrstači u proizvodnji, ispitivači u kontroli ili neka vanjska tvrtka iznajmljena u svrhu ispitivanja).
- 3) *Troškovi unaprjeđenja kvalitete (tu)* jesu troškovi poboljšanja i inovacija. Oni predstavljaju trošak kroz vid nagrada za inovativnost, konzultantske usluge ili naručene studije.

Troškove nesukladnosti čine svi rashodi koji se javljaju radi ispravljanja nastalih nesukladnosti. Može ih se podijeliti na: (1) troškove unutarnjih manjkavosti (*tm*) i (2) troškove vanjskih propusta (*tp*).

- 1) *Troškovi unutarnjih manjkavosti (tm)* su troškovi vezani uz nesukladnosti koje su pronađene prije otpreme proizvoda kupcu. To su troškovi kojih ne bi bilo da nisu postojali nedostaci u proizvodu prije otpreme. Primjeri potkategorija jesu [56]:
- *škart*: rad, materijal i opći troškovi na robi s nekim nedostatkom koji se ne može ekonomično popraviti, nazivi su brojni – škart, oštećevine, proizvodi s nedostatkom itd.,

- *dorada*: troškovi popravaka na proizvodima s nedostatkom da bi se uskladili sa specifikacijom,
- *analiza propusta*: troškovi analiziranja nesukladnog proizvoda radi utvrđivanja uzroka,
- *škart i dorade robe na zalihi*: troškovi škarta i dorade radi nesukladnog proizvoda primljenog od dobavljača,
- *sortiranje stopostotnom kontrolom*: troškovi pronalaženja jedinica s nedostatkom u isporukama proizvoda koji sadrže neprihvatljivo visoke razine proizvoda s nedostatkom,
- *ponovljena kontrola i ponovljeno ispitivanje*: troškovi ponovljene kontrole i ponovljenog ispitivanja proizvoda koji su prošli doradu ili druge revizije,
- *gubici u procesu koji se mogu izbjegći*: troškovi gubitaka koji se javljaju čak i kod sukladnih proizvoda – na primjer, prepunjivanje spremnika (koji idu kupcima), radi pretjerane varijabilnosti u opremi za punjenje i mjerjenje,
- *sniženje cijene*: razlika između normalne prodajne cijene i umanjene cijene zbog razloga kvalitete.

Troškovi unutarnjih gubitaka su svi troškovi nastali zbog niske razine kvalitete u fazi proizvodnje ili pružanja usluge. U ovoj su skupini troškova oni troškovi koji su vezani izravno ili neizravno uz loš proizvod ili proces, uz njegov popravak ili korekciju i uz posredne gubitke zbog smanjenja učinkovitosti procesa.

2) *Troškovi vanjskih propusta (tp)* su troškovi vezani uz nedostatke koji su ustanovljeni pošto je proizvod isporučen kupcu. Ovih troškova također ne bi bilo da nije bilo proizvoda s nedostacima. Primjer su [56]:

- *troškovi jamstva*: troškovi uključeni u zamjenu ili u popravke na proizvodima koji su još u zajamčenom roku,
- *nagodbe prema pritužbama*: troškovi istraživanja i nagodbe prema opravdanim pritužbama koji se mogu pripisati nedostatku na proizvodu ili ugradnji,
- *vraćeni materijal*: troškovi vezani uz prijem i zamjenu proizvoda s nedostatkom primljenog s terena,
- *odštete*: troškovi povlastica danih kupcima kad je proizvod izvan norme, a koji je kupac prihvatio onakav kakav jest, ili zbog sukladnosti proizvoda koji ne zadovoljava specifikacije prikladnosti za upotrebu.

Posljedica su nezadovoljstva korisnika proizvoda ili usluge, a smatraju se istovremeno i najznačajnijim dijelom troškova kvalitete i najsloženijima za kvantificiranje. Ova kategorija troškova kvalitete, osim neposrednih troškova proizvoda koji su reklamirani kao neispravni i radnji neposredno vezanih uz rješavanje reklamacije, neizostavno moraju sadržati i procjenu gubitka koji će nastati zbog stvaranja “lošeg ugleda” kod promatranoga ili drugih potencijalnih kupaca.

Složenost strukture troškova kvalitete moguće je izraziti:

$$T_K = \sum_{i=1}^n T_{SUUK} + \sum_{j=1}^n T_{NSUK} \quad (3-3)$$

Izraz (3-3) upućuje na zaključak da teze o nemjerljivosti ili teškoj mjerljivosti troška kvalitete ima svoje uporište u velikom broju čimbenika koji, u složenom projektu kao što je izgradnja broda, ovaj izračun, usprkos suvremenoj računalnoj tehnologiji, čine teško izvedivim.

Međutim, kako je mjera svakog troška, pa tako i troška kvalitete novčana jedinica, to projektni pristup rješavanja problematike ovakvog troška čini izvedivim i transparentnim.

Ako se u projektu organizacijski odredi "Služba za provođenje sustava upravljanja kvalitetom" s točno određenim proračunom i ako se znaju troškovi otkrivenih nesukladnosti, tada se jednostavno zbrajanjem tih veličina dolazi do vrijednosti troška kvalitete u projektu.

Kako se u brodogradnji radi o ponavljajućim (cikličkim) projektima čiji su izvođači, promatrano u određenom vremenu, isti, logično je da će u svakom narednom ciklusu T_{SUUK} bivati manji (makar za trošak upoznavanja s projektom), a kontinuirani sustav poboljšanja trebao bi dovesti i do smanjenja T_{NSUK} .

Može se zaključiti da troškovi kvalitete predstavljaju sve one izdatke potrebne za ispravljanje nastalih grešaka i izdatke za sprečavanje njihova nastanka. Troškovi kvalitete čine sintezu preventive i kurative koje se mogu analizirati kroz četiri osnovne kategorije: troškovi preventive, troškovi ocjenjivanja, troškovi unutarnjih gubitaka i troškovi vanjskih gubitaka. Značaj troškova kvalitete proizlazi iz činjenice da sve što se potroši za izradu neupotrebljivih učinaka može se iskoristiti za izradu upotrebljivih učinaka ili za poboljšanje postojećih čime se neposredno utječe na povećanje konkurentnosti.

3.4.2. Pokazatelji troškova kvalitete

Norma ISO 9004-1 u točki 6. upozorava da je važno učinkovitost sustava kvalitete mjeriti finansijskim pokazateljima. Tako se troškove kvalitete mogu izraziti [51]: kao postotak izvedenog projekta, u usporedbi s profitom, po jednoj emitiranoj običnoj dionici, kao postotak tržišne vrijednosti projekta, kao postotak ukupnih troškova proizvodnje, kao utjecaj troškova kvalitete na prag rentabilnosti.

Troškovi kvalitete, sami po sebi, izraženi u jednoj brojci, daju informaciju da postoje i koliki su. Teško je, bez usporedbe s povijesnim podacima prethodnog projekta, u tom slučaju reći jesu li veliki, mali ili optimalni.

Svaki od troškova kvalitete pojedinačno moguće je staviti u odnos s projektom i utvrditi odstupanje od dopuštenog. Stavljanjem u odnos troškova kvalitete s ostalim kategorijama troškova dolazi se do osnovnih pokazatelja troškova kvalitete [54]:

- 1) $P_{TK1} = \frac{T_K}{T_P}$, ovaj pokazatelj daje vrijednost udjela troškova kvalitete u ukupnim troškovima projekta;
- 2) $P_{TK2} = \frac{T_K}{T_{SUUK}} \cdot 100\%$, ovdje je riječ o promjeni u strukturi troškova kvalitete. Što su troškovi kvalitete manji, veći je udio troškova sustava upravljanja kvalitetom;
- 3) $P_{TK3} = \frac{T_K}{T_{NSUK}} \cdot 100\%$, kao i kod prethodnog pokazatelja što su troškovi kvalitete manji, veći je udio troškova nesukladnosti.

Što su troškovi sustava upravljanja kvalitetom veći, projekt stoji lošije. Ako su troškovi sustava upravljanja kvalitetom svega nekoliko postotaka ukupne vrijednosti projekta, to je znak da su locirani i da projekt dobro napreduje, a ako su troškovi sustava upravljanja kvalitetom izraženi u svim fazama projekta, stanje upućuje na neodrživost projekta [55].

Ostali pokazatelji troškova kvalitete koji su relevantni za projekt (P_{TK}) mogu se izraziti relativnim veličinama:

- 4) $P_{TKZ} = \frac{T_K}{broj zaposlenih}$ pokazuje vrijednost udjela troška kvalitete po broju zaposlenih;
- 5) $P_{TKB} = \frac{T_K}{bruto plaće zaposlenih} \cdot 100\%$ pokazuje postotak udjela troškova kvalitete u bruto plaćama zaposlenih iz čega se vidi da se upravljanjem troškovima kvalitete vjerojatno može stvoriti prostor za povećanje plaća ili za neku drugu finansijsku aktivnost;
- 6) $P_{TKI} = \frac{T_K}{iznos planiranih investicija} \cdot 100\%$ pokazuje postotak udjela troškova kvalitete u ukupnom iznosu planiranih, investicija. Upravljanjem troškovima kvalitete vjerojatno se otvara mogućnost angažiranja dodatnih sredstava za investiranje ili za neku drugu finansijsku aktivnost.

Troškove kvalitete, nadalje je moguće staviti i u odnos s prihodom, dobiti, itd., čime se dobivaju relevantni pokazatelji održivosti projekta i uvid u neiskorištene mogućnosti.

3.4.3. Praćenje troškova kvalitete

Troškovi nesukladnosti (T_{NSUK}) u svjetskoj industrijskoj proizvodnji kreću se u rasponu od 4% - 8% od ukupne prodane vrijednosti [57]. Takvi podaci temelje se na uzorku sakupljenom od pedesetak američkih tvrtki. Tako veliki postotak troškova kvalitete tipičan je za slabije organizirane tvrtke. Podaci za industrijske grane s visokim stupnjem organiziranosti pokazuju da se ti troškovi kreću u rasponu od 0,8% do 3,5%. Zbog složenosti proizvodnih procesa i jake povezanosti s tržištem, troškovima kvalitete intenzivno se bavi i najdalje je dospjela u njihovom praćenju, automobiliška industrija sa svim svojim dobavljačima [58].

Praćenje troškova kvalitete u svom razvoju prošlo je kroz određene faze razvoja. Pa tako u početnoj fazi ne postoje podaci o troškovima kvalitete, što ne znači da oni ne postoje. Kada se krene u sustavno praćenje troškova kvalitete ti troškovi postaju sve uočljiviji čime im se posvećuje sve više pažnje, što realno dovodi do njihova postupnog smanjivanja. Potom, slijedi faza u kojoj se mogu prepoznati gotovo svi postojeći troškovi kvalitete, da bi u konačnici nastupila faza trajnog smanjivanja troškova kvalitete.

Klasični modeli upravljanja troškovima promatrali su troškove isključivo kroz "smanjenje troška" i to je bio dominantan način upravljanja troškovima [59]. Pri tome je najveća prepreka unapređenju kvalitete, a time i sustavu praćenja troškova kvalitete činilo neprihvaćanje njezine ekonomske koristi, zasnovanom na tvrdnjama kako [60]:

- 1) "Viša kvaliteta košta više". To je najraširenija zabluda o kvaliteti. Nove spoznaje o mehanizmima stvaranja kvalitete i o proizvodnim postupcima pokazala su kako visoka kvaliteta nije redovito skuplja. Važno je shvatiti kako se kvalitetu ugrađuje u proizvod u modernim procesima proizvodnje;
- 2) "Inzistiranje na kvaliteti uzrokuje smanjenje proizvodnosti". Među direktorima proizvodnje raširena je tvrdnja da se kvalitetu može postići jedino smanjenjem količine.

Takvo je razmišljanje naslijedeno iz vremena kada se kvalitetu provjeravala uglavnom pregledom gotovoga proizvoda. Sada je naglasak na prevenciji pri planiranju i u proizvodnji, tako da se oštećeni proizvod i ne pojavi na tržištu;

- 3) "Radnici su krivi za lošu kvalitetu". Osnovna analiza toga pitanja, pokazuje da radnici mogu biti odgovorni samo u slučaju ako je poslovodstvo: potpuno sposobilo operatore procesne opreme, dalo uposlenima potanke naputke o tome što moraju činiti, odredilo načine vrednovanja ili ocjenjivanja radnoga učinka, odredilo mjere za podešavanje opreme ili radnoga postupka, kada je učinak nezadovoljavajući;
- 4) "Unapređenje kvalitete zahtijeva velika ulaganja". Rašireno je mišljenje da organizirani program unapređenja kvalitete zahtijeva ogromna ulaganja u nova postrojenja i opremu, ali to nije uvijek točno. Kvalitetu se može znatno unaprijediti upoznavanjem uposlenika sa zahtjevima, uvođenjem standarda u radne postupke, sposobljavanjem operativnog osoblja i zahtijevanjem tehničke discipline. Za sve to nisu potrebna velika ulaganja, nego samo čvrsta odluka o kvaliteti i nedopuštanje odstupanja u upravljanju;
- 5) "Kvalitetu se može osigurati strogim nadzorom". Nadzorom se jedino može odvojiti dobre od loših komada, a ne unaprijediti kvalitetu izrađenih predmeta. Nadzor kvalitete nije izdvojena djelatnost kakvu može obaviti samo odjel za nadzor. Da bi se djelovalo učinkovito, u tome moraju sudjelovati svi odjeli i proizvodni procesi. Bitno je razumjeti zahtjeve korisnika i dobiti pravu povratnu sliku o tome kako oni doživljavaju kupljeni proizvod.

Suvremeni modeli upravljanja troškovima polaze od kvalitativnog pristupa u kome se troškovi promatraju u kontekstu sinteze kvalitativnih mjera i kvantitativno izraženih podataka. Kvalitativni ambijent promatranja troškova uključuje koncepte kao što su benchmarking, zadovoljstvo kupca, statistička kontrola procesa, održavanje sveukupne proizvodnosti, upravljanje na osnovi ciljanih troškova.

4. IDENTIFIKACIJA TOČKE POGODNE ZA POGREŠKU U PROCESU

Svaka novogradnja predstavlja projekt sa svim obilježjima izvođenja projekta. Brod se u projektu brodograđevne industrije može odrediti kao unikatni proizvod provedenog poduhvata u zadanom vremenu. Brod ima svoju osobnost koju dokazuje imenom i karakteristikama koje je stekao tijekom procesa proizvodnje i neovisno o sve prisutnjim elementima serijske proizvodnje. Svaki brod je projekt.

Kontinuiranost proizvodnje, posebice kada se izgrađuju brodovi u serijama, omogućuje brodograđevnoj industriji da se u sustavu upravljanja kvalitetom u projektima, čiji se segmenti, ili čak čitavi procesi proizvodnje ponavljaju, usredotoči na one faze životnog ciklusa projekta u kojima se zamjećuju povećani troškovi nesukladnosti (T_{NSUK}). Prepoznavanje mjesta u kojima do izražaja dolaze povećani troškovi zbog nesukladnosti znači ujedno i lociranje mjesta u kojem se generiraju ti troškovi. To pored poznavanja organizacije proizvodnih procesa i rizika pojavljivanja pogreške koja dovodi do nesukladnosti, iziskuje diferencirani pristup upravljanja kvalitetom koji bi bio usmjeren prema tako identificiranim točkama pogodnim za pogrešku (TPP). U skladu s navedenim u ovom dijelu rada analiziraju se: *1) diferencijacija sustava upravljanja i unaprjeđenja kvalitete, 2) pogreške i rizik pogreške u procesu proizvodnje, 3) značajke točke pogodne za pogrešku, 4) pokazatelji postojanja točke pogodne za pogrešku i 5) primjer operacija u točki pogodnoj za pogrešku u procesu.*

4.1. DIFERENCIJACIJA SUSTAVA UPRAVLJANJA I UNAPRJEĐENJA KVALITETE

Svako brodogradilište i svaki projekt su specifični. Tu specifičnost čini čitav splet vanjskih i unutarnjih čimbenika koji svojim djelovanjem utječu na uspostavljeni sustav upravljanja i unaprjeđenja kvalitete. Tijekom posljednjih desetljeća u brodograđevnoj industriji učinjeni su veliki napori kako bi se sustav kvalitete što više približio onima u auto i zrakoplovnoj industriji što je u mnogim segmentima, a posebice na pitanjima sigurnosti i postignuto. To je aktualiziralo problematiku nesukladnih elemenata. Naime, što su viši zahtjevi za kvalitetom i što je više stupnjeva kontrole to je i broj ustanovljenih nesukladnosti viši. Uklanjanjem nesukladnih elemenata, provođenjem 100% kontrole proizvoda i procesa postiže se konačni proizvod koji zadovoljava standardizaciju i zahtjeve naručitelja. Da se izbjegne povećani broj nesukladnih elementa uspostavljuju se sustavi upravljanja kvalitetom koji osiguravaju okruženje za "zero defect" elemenata koji se ugrađuju u brod i procese njihove ugradnje.

Takvi sustavi u procesnim organizacijama vrlo brzo postaju preglomazni jer zbog velikog broja elementa koji se ugrađuju u brod, sukladno tome i velikog broja aktivnosti potrebnih za ugradnju, broj kontrolora postaje sve veći.

Ako bi se i uspio uspostaviti sustav potpunog upravljanja kvalitetom – TQM, s visokim stupnjem robotizacije i automatizacije, uvijek ostaje otvoren problem fluktuacije ljudskih resursa što svaki sustav čini nestabilnim protekom vremena. Drugi problem čini isplativost

takvog sustava, odnosno da li bi takvi troškovi sustava upravljanja i unaprjeđenja kvalitete (TSUUK) u tolikoj mjeri utjecali na konačnu vrijednost projekta što bi ga činilo nekonkurentnim na tržištu.

Stoga je razumljivo da brodogradilišta teže ka diferenciranom pristupu upravljanja kvalitetom kako bi se fokusirali na uzroke nesukladnosti i time postigli pokretnost sustava upravljanja i unaprjeđenja kvalitete i njegovu veću efikasnost. Valja naglasiti da diferencirani pristup SUUK-u ne pretpostavlja napuštanje TQM filozofije, već naprotiv, podržava "kaizen radionice" s time da on nije čvrsto vezan za određenu proizvodnu jedinicu ili aktivnost, već je mobilan u vremenu i prostoru prema trenutnim potrebama zasnovanim na empirijskim opažanjima ili povijesnim podacima.

4.1.1. Diferenciranje sustava upravljanja i unaprjeđenja kvalitete u procesnoj organizaciji

Osnovna načela TQM-a su [9]: zadovoljstvo kupaca, stalno poboljšavanje i timski rad. Svako načelo je implementirano odgovarajućim skupom metoda i alata [61].

Prvim načelom izražava se vjerovanje da je kupac (naručitelj) i njegovo zadovoljstvo temelj dugoročnog uspjeha brodogradilišta, jer ako je brodovlasnik zadovoljan izrađenim brodom, pretpostavka je da će sve druge zainteresirane strane biti zadovoljne. Iz tih razloga je bitno da se svi zaposlenici na svojim radnim mjestima i procesima usmjere prema kupcu, odnosno prema ispunjenju njegovih zahtjeva i prepoznavanju potreba i očekivanja. Drugo načelo izražava vjerovanje da se u brodogradilištu može sve poboljšati. Iz tih razloga potrebno je sustavno pristupiti prikupljanju podataka – mjerenu, njihovoj analizi i poduzimanju mjera poboljšavanja. Treće načelo naglašava potrebu za timskim radom i smatra ga osnovnim pristupom u rješavanju svih problema.

TQM filozofija smatra da se u svakoj točci procesa proizvodnje, neovisno o složenosti proizvoda i tehnološkoj razini uspostave načela modernog koncepta TQM-a i to:

- 1) Demingov PDCA i njegovih 14 točaka kvalitete;
- 2) Juranovih 10 koraka u kvaliteti;
- 3) Faingenbaumov TQC koncept koji promovira integrirani sustav razvoja, održavanja i poboljšavanja kvalitete i
- 4) Crosby-evih 14 točaka kvalitete.

Pristup diferenciranog upravljanja kvalitetom u procesnoj organizaciji brodogradilišta teško je provediv iz razloga što:

- u brodogradilištu se istovremeno gradi više brodova koji su u različitim fazama izgradnje ili opremanja,
- nisu sve vrste novogradnjni istih zahtjeva za kvalitetom,
- nisu sve faze gradnje istih zahtjeva za kvalitetom.

Ciljano djelovanje na jedan proizvodni proces (ili fazu gradnje), vjerojatno bi doprinijelo smanjenju nesukladnosti novogradnjama s većim brojem zahtjeva za kvalitetom, ali bi istovremeno predstavljalo i "nepotreban trošak" na onim novogradnjama na kojima problemi nesukladnosti te vrste nisu uočeni.

Sustavi za upravljanje kvalitetom mogu se diferencirati sukladno s diferencijacijom proizvoda zbog kojeg su uspostavljeni. Uobičajeno je da se kod istovrsnih proizvoda razlike uočavaju prema tehnološkom stupnju izrade i uporabljivosti što predstavlja vertikalnu diferencijaciju i prema atributima odnosno horizontalnoj diferencijaciji. S obzirom da horizontalna diferencijacija prvenstveno dolazi do izražaja kod serijskih proizvoda široke potrošnje (boja, dizajn, oprema... koju diktiraju kupci na tržištu), ona u brodogradnji nema veće mogućnosti primjene.

Vertikalna diferencijacija je, naprotiv, u brodogradnji poželjna jer između brodova mogu postojati značajne tehnološke razlike. Za očekivati je da će složeniji projekti iziskivati ugradnju većeg broja elemenata, da je za njihovu ugradnju potreban veći broj aktivnosti, veći broj izvršioca, dobavljača..., te da će i postavljeni zahtjevi za kvalitetom biti na višem nivou. Za razliku od toga, kod jednostavnih projekata (barže) najčešće ne postoje posebni zahtjevi već je dovoljno poštovati procedure i zadane norme. Pojednostavljeni primjer vertikalne diferencijacije proizvoda u brodogradnji prikazuje se tablicom 4.1.

Tablica 4.1. Vertikalna diferencijacija (procesni pristup)

	TEHNOLOŠKA SLOŽENOST	ZAHTJEVI ZA KVALITETOM	KLASA (GRADE)
Brodovi specijalnih namjena	Visoka	Visoki	Visoka
Višenamjenski brodovi	Srednja	Standardni	I
Namjenski brodovi	Srednja	Standardni	II
Brodovi jednostavne izrade	Niska	Standardni	III

Iz tablice 4.1. je vidljivo kako vertikalna diferencijacija proizvoda koja je uvjetovana tehnološkom složenošću ujedno predstavlja i polazište za diferencijaciju upravljanja kvalitetom.

U procesnoj organizaciji brodogradilišta to znači da će se, sukladno zahtjevima za kvalitetom i visokom klasom proizvoda i težište sustava za upravljanje kvalitetom, biti postavljeno na proizvodu visoke tehnološke složenosti. S obzirom na ograničenost sredstava i resursa koji SUUK-u stoje na raspolaganju, za očekivati je da će proizvodi niže tehnološke složenosti i standardnih zahtjeva za kvalitetom biti marginalizirani, što može uzrokovati ozbiljne posljedice.

4.1.2. Diferenciranje sustava upravljanja i unaprjeđenja kvalitete u projektnoj organizaciji

S gledišta propulzivnog brodogradilišta prihvatljivije je diferencijaciju sustava upravljanja kvalitetom provesti u projektnoj organizaciji koja se uspostavlja već pri stvaranju projekta (na temelju povijesnih podataka), a prestaje završetkom projekta odnosno faze životnog ciklusa projekta zbog kojeg je i uspostavljena. Ovakvim pristupom moguće je:

- 1) *Ciljano djelovati na prepoznate točke generiranja nesukladnosti;*
- 2) *Uspostaviti mjere prevencije;*
- 3) *Uspostaviti mjere kontrole;*
- 4) *Uspostaviti lanac odgovornosti;*

- 5) *Ustanoviti troškove nesukladnosti;*
- 6) *Ustanoviti troškove projektnog SUUK-a i*
- 7) *Ustanoviti ukupne troškove kvalitete po završenom projektu.*

Na temelju podataka o poduzetim mjerama i dobivenim rezultatima, stvaraju se podatkovne baze koje, zbog cikličnosti projekata u brodogradnji, služe pri projiciranju troškova kvalitete u slijedećem projektu.

Projektna organizacija, odnosno projektni pristup upravljanja kvalitetom u brodogradnji, omogućuje da se projekt ne promatra po njegovoj tehnološkoj složenosti već se unutar samog projekta provodi diferencijacija. Na taj način izbjegavaju se vanjska obilježja broda koja su prisutna u procesnoj organizaciji te se svakoj novogradnji prilazi na isti način (neovisno o tehnološkoj složenosti, zahtjevima i klasi).

U tablici 4.2. daje se pojednostavljeni primjer vertikalne diferencijacije upravljanja kvalitetom u projektu u skladu s fazama razvoja proizvodnog procesa u projektu.

Tablica 4.2. Vertikalna diferencijacija (projektni pristup)

	TEHNOLOŠKA SLOŽENOST	ZAHTJEVI ZA KVALITETOM	KLASA (GRADE)
Rezanje limova	Niska	Standardni	III
Predmontaža	Srednja	Standardni	II
Montaža sekciјa	Visoka	Visoki	I
Opremanje	Visoka	Visoki	I

U tablici 4.2. prikazana je vertikalna diferencijacija prema stupnju tehnološke složenosti proizvodnog procesa prilikom izgradnje broda. Tehnološki najzahtjevnija faza u projektu novogradnje jest faza montaže sekciјa. Tu do izražaja dolaze sva znanja i iskustva brodograditelja i to je faza u kojoj se iznimna pažnja posvećuje zadanim zahtjevima kvalitete, uspostavljaju se visoke razine kontrole. Tu se ukazuju sve nesukladnosti koje su "prošle nezamijećene" u prethodnim fazama.

Daljnju diferencijaciju moguće je provoditi u svakoj fazi životnog ciklusa projekta, odnosno svakoj fazi proizvodnog procesa. U nastavku se daje primjer diferencijacije faze montaže sekciјa kao tehnološki najzahtjevnije faze, tablica 4.3.

Tablica 4.3. Vertikalna diferencijacija u fazi montaže sekciјa (projektni pristup)

	TEHNOLOŠKA SLOŽENOST	ZAHTJEVI ZA KVALITETOM	KLASA (GRADE)
Prostor strojarnice	Visoka	Visoki	I
Prostor tereta	Srednja	Standardni	II
Prostor nadgrađa	Srednja	Standardni	II
Prostori pramac i krma	Niska	Standardni	III

Iz tablice 4.3. može se razaznati kako je prostor strojarnice tehnološki najzahtjevniji, te analogno prethodnim analizama vertikalne diferencijacije, iziskuje i više zahtjeve za kvalitetom i samim time fokusiranje sustava upravljanja i unaprjeđenja kvalitete.

Daljnja diferencijacija dovodi do elemenata od kojih se sastoji prostor strojarnice i aktivnosti vezanih za njihovo sklapanje. Naredna tablica 4.4., prikazuje pojednostavljeni primjer elementa prostora strojarnice prema njihovoj tehnološkoj složenosti.

Tablica 4.4. Vertikalna diferencijacija u prostoru strojarnice (projektni pristup)

	TEHNOLOŠKA SLOŽENOST	ZAHTJEVI ZA KVALITETOM	KLASA (GRADE)
Cijevi	Visoka	Visoki	I
Kablovi	Srednja	Standardni	I
Profili	Srednja	Standardni	II
Limovi	Niska	Standardni	III

Kao rezultat provedene vertikalne diferencijacije prema tehnološkoj složenosti proizvodnog procesa nameće se zaključak da je tehnološki najzahtjevnija izrada cijevi u prostoru strojarnice u fazi montaže sekcije. Kako tehnološka složenost u funkciji zahtjeva za kvalitetom i klasom, razvidno je da će i SUUK usmjeriti svoje aktivnosti kako bi udovoljio postavljenim zahtjevima i standardima. To omogućuje diferencirani pristup upravljanja i unaprjeđenja kvalitete.

Opisani pojednostavljeni postupak diferencijacije upravljanja kvalitetom u projektu, predstavlja polazište za uspostavljanje modela diferenciranog upravljanja kvalitetom. Pored teorijskog razmatranja potrebno je provesti i empirijsko istraživanje koje bi potvrdilo ili odbacilo tezu o prednostima diferenciranog pristupa SUUK-a. To se postiže analizom pogrešaka i nesukladnosti u prethodnim projektima čime se dobivaju relevantni podaci za izračun rizika pogreške, pronalaženje mjesta u kojima se one zbivaju češće su i intenzivnije nego u drugim točkama procesa, te se ciljanim djelovanjem želi postići zahtijevana kvaliteta.

4.2. POGREŠKE I RIZIK POGREŠKE U PROCESU PROIZVODNJE

Zbog složenosti procesa proizvodnje, u kojoj sudjeluju mnogi čimbenici, mogućnost pogreške je uvijek prisutna. Vjerovatnost nastupa pogreške koja uzrokuje neku posljedicu, bilo u sigurnosnom ili troškovnom smislu, predstavlja rizik koji neposredno utječe na kvalitetu proizvoda. Kvaliteta promatrana s gledišta rizika predstavlja svaku aktivnost kojom se smanjuje mogućnost ispunjenja štetnih rizika, uklanjaju posljedice rizika ili se svode na najmanju moguću mjeru.

4.2.1. Pojam rizika pogreške u procesu proizvodnje

Pod pojmom rizika, općenito se podrazumijeva mogućnost štete ili gubitka kao posljedice određenog ponašanja ili događanja. To se odnosi na nepovoljne okolnosti u kojima mogu, ali ne moraju, nastupiti posljedice. Rizici koji su svojstveni tehnološkim procesima mogu nastupiti [62]: (1) ako nisu iskorištene sve pretpostavke neophodne za odvijanje proizvodnih

procesa, (2) ako su načinjeni propusti u izboru tehnologije, rukovođenju, odnosno radu ili (3) ako su se ostvarile prijetnje. Tu spada i opasnost od zlonamjernih postupaka od strane zaposlenika poduzeća i/ili trećih osoba.

Međunarodna organizacija za standarde (ISO), za potrebe upravljanja rizikom, prihvatile je definiciju tehničkog rizika, prema kojoj je rizik (R) spoj vjerljivosti (v) nastupa nekog događaja (d) koji će prouzročiti posljedicu (p) [63].

Posljedica proizlazi iz događaja, što znači da posljedica zavisi od nastupa nekog događaja $p(d)$. Iz istog događaja može proistići i više posljedica – $p_j(d)$. Posljedica može poprimati pozitivne ili negativne vrijednosti.⁴ Promatrano s gledišta rizika, vrijednost posljedice je uvek negativna. Vjerljivost nastupa događaja $v(d)$ jest veličina koja kazuje, kako često se očekuje nastup tog događaja [64].

Za razmatranje poslovnih i tehnoloških rizika prihvatljivija je definicija Američke agencije za svemirska istraživanja (engl. *National Aeronautics and Space Administration* – NASA), koja rizik definira kao vjerljivost nastupa nekog neželjenog događaja i njegove veličine ili snage s neizvjesnim krajnjim ishodom [65].

Rizik je dvodimenzionalna veličina te se općenito odnosi na neizvjesnost budućeg događaja. Matematički izraz definicije rizika s tehnološkog stajališta dan je izrazom (4-1), koji rizik R izjednačuje s umnoškom učestalosti v i posljedice p .

$$R = v \cdot p \quad (4-1)$$

gdje je:

- R – rizik [šteta/jedinica vremena],
- v – učestalost [broj događaja/jedinica vremena],
- p – posljedica [šteta/prosječni događaj].

Vremenski okvir u kojem se rizik pojavljuje vezuje se uz trajanje životnog vijeka poslovnog ili tehnološkog sustava kojeg se promatra. Metrika za praćenje i kontrolu zajedno s dodatnim informacijama o riziku, osnova je za vrednovanje rizika, odnosno zornog predočenja njegove veličine. Stoga tvrdnja "uz trenutno stanje postoji mogućnost da dođe do neželjene posljedice", ukazuje na to da su vrijeme i veličina bitne karakteristike rizika [66].

Vrijednost rizika koji se odnosi na određeni vremenski okvir, odnosno određeno vremensko razdoblje, izjednačuje se sa sumom umnožaka svih učestalosti v i posljedice p , to jest sumom svih prepoznatih rizika koji nastaju u promatranom razdoblju.

$$R = \sum_{j=1}^n v_j \cdot p_j \quad (4-2)$$

Ukoliko se rizike može prepoznati, analizirati i vrednovati tada se mogu stvoriti i uvjeti za njihovo praćenje i nadziranje te se mogu razviti i načini upravljanja rizikom. Potreba za upravljanjem rizikom nastaje kao odgovor na nepouzdano i često nepredvidivo ponašanje

⁴ Pozitivne vrijednosti proizlaze obično iz špekulativnih poslova, uklanjanja konkurenčije i sl.

okoline koje dovodi do nestabilnosti sustava i potiče potrebu za stvaranjem sigurnosti i predvidivosti svih sastavnica sustava [67].

4.2.2. Čimbenici generiranja pogrešaka u procesu

Pogreška, s gledišta rizika, jest događaj čiji je ishod izvanredna šteta, gubitak ili trošak na materijalnoj imovini (stroju, opremi i dobiti) za vrijeme trajanja proizvodnog procesa. Pri tome valja naglasiti da je pogreška izvanredan događaj koji nastupa uslijed nepovoljnog djelovanja čimbenika sustava i/ili čimbenika okolnosti.

Pogreška nastupa onda kada nepovoljno djelovanje u određenom trenutku pređe iz prihvatljivog stanja u neprihvatljivo stanje, odnosno kada nastupi štetna posljedica. Tijek slijeda nastupa pogreške odnosno prijelaza iz prihvatljivog u neprihvatljivo stanje, prikazuje se slikom 4.1.



Slika 4.1. Tijek slijeda nastupa pogreške

Slijed nastupa pogreške započinje nekim prihvatljivim stanjem, koje samo po sebi predstavlja opasnost (loša vidljivost, umor, neispravan alat, neispravan stroj), ali je prihvatljivo do trenutka kada zbog djelovanja poticajnog impulsa ili početnog događaja, cijeli sustav prelazi u neprihvatljivo stanje, odnosno u stanje pogreške.

Pogreške u procesu proizvodnje mogu biti uzrokovane djelovanjem: (1) vanjskih čimbenika ili čimbenika okoline i (2) unutarnjih čimbenika ili čimbenika sustava.

- 1) *Čimbenici okoline* su svi oni čimbenici koji djeluju izvan sustava, dakle izvan samog brodogradilišta, a koji svojim djelovanjem mogu utjecati na proces odnosno uzrokovati pogrešku. Čimbenici okoline su čimbenici čije djelovanje svojim smjerom i veličinom sudjeluju u nastanku pogreške, na koje nije moguće učinkovito utjecati, već se prihvaćaju kao zadata okolnost. Potrebno je razlučiti koji od njih mogu imati značajniji utjecaj na pojavu nesukladnosti i stalno ih nadzirati, pratiti njihove promjene i ustanoviti određene pravilnosti u ponavljanju. Pogreške koje generiraju čimbenici okoline nisu pod neposrednim djelovanjem uređenog slijeda događaja, već nastaju djelovanjem spletla okolnosti u određenom području u kojem svaki od tih čimbenika okoline može u nekom trenutku promijeniti prvobitno stanje i prijeći u drugo više ili manje predvidljivo stanje. Na njih nije moguće značajnije djelovati jer su u pravilu zadani zemljopisnim, klimatskim ili političkim utjecajima. To se, primjerice, odnosi na proizvodne procese u ekstremnim klimatskim uvjetima (polarnim, tropskim, vjetrovitim...) te onima koji se odvijaju pod određenim političkim pritiskom (diktatura, blokada, ratna zbivanja...);
- 2) *Čimbenici sustava* ili unutarnji čimbenici djeluju unutar samog sustava brodogradilišta. Na njih je moguće djelovati samo ako se pravilno prepoznaju i na konzistentan način predoče menadžmentu kako bi se otklonili. Prvenstveno se to odnosi na organizacijske, sigurnosne i tehnološke čimbenike koji protekom vremena zahtijevaju "osvježenja" i

poboljšanja. Čimbenici sustava svojim djelovanjem u konačnici predstavljaju samo brodogradilište te se i poistovjećuju sa pojmom brodogradilište.

Posljedice koje proizlaze iz pogrešaka u procesu mogu se razvrstati po snazi od katastrofalnih do neznatnih. S obzirom da se posljedica promatra kao nesukladnost po prosječnom događaju, za vrednovanje posljedice potrebno je prepoznati koje su najznačajnije nesukladnosti i na osnovi kojeg broja događaja je izведен prosjek.

Kvantitativna mjera za nesukladnosti, koje su prisutne u posljedici pogreške u procesu, izražavaju se u novčanim jedinicama. Šteta koja je prisutna u posljedici pogreške u procesu može biti:

- izravna, to jest ona koja je mjerljiva nakon samog nastupa pogreške i ogleda se u broju nesukladnih proizvoda,
- neizravna, koja je mjerljiva naknadno, nakon što se izvrše popravci i sagledaju gubici nastali zbog zastoja, izgubljene dobiti, povećane premije osiguranja, odštetnih zahtjeva i drugih potraživanja koja mogu proizići iz pogreške u procesu.

Pogreške se u procesu proizvodnje javljaju s određenom učestalošću (U) čija je posljedica (P) nesukladan proizvod. Veličina posljedice (P) množitelj je rizika pogreške u procesu te o njenoj vrijednosti ovisi i vrijednost rizika (R).

Upravljanje rizikom organizirani je i sustavni proces donošenja odluka u kojem se učinkovito utvrđuje, analizira, planira, prati, kontrolira i dokumentira rizik s ciljem smanjenja njegove vrijednosti. Taj proces uključuje stalno procjenjivanje okolnosti i uočavanje promjena te praćenje i ublažavanje svih povezanih rizika [68].

4.2.3. Upravljanje tehnološkim rizikom

Rizik najčešće dobiva naziv prema vrsti pogreške čije možebitne posljedice karakteriziraju njegovu veličinu i značaj. Za temu istraživanja važno je razmotriti rizik s aspekta tehnologije koja je ključna za odvijanje proizvodnih procesa.

Tehnološki rizik predstavlja opasnost, odnosno prijetnju koja se može ostvariti u tehnološkim procesima, a čijim ostvarenjem mogu nastupiti posljedice sa znakovitim štetama po ljude, tehnička sredstva, okoliš i proizvode. Obilježja koji karakteriziraju tehnološke rizike najčešće su: vjerojatnosti pojavljivanja, procjena vremenskog okvira u kojem se tehnološki rizik pojavljuje, metrike za praćenje i kontrolu, kao i općenite informacije koje daju dodatne podatke o riziku.

Tehnološki rizik u nekom aktivnom tehnološkom procesu odnosi se na dvije ključne situacije: (1) stanje postojeće tehnologije i (2) neko buduće stanje [69].

U procesu upravljanja tehnološkim rizicima u postojećem stanju potrebno je tražiti odgovor na slijedeća pitanja [70]:

- postoji li dovoljna količina tehnoloških znanja i resursa za upravljanje postojećom tehnologijom?
- je li postojeći tehnološki sustav stabilan i pouzdan?
- koliki je rizik sadržan u održavanju postojeće tehnologije?

Vjerojatnost pojavljivanja tehnološkog rizika usko je vezana uz pouzdanost tehničko-tehnološkog procesa. Tehnološki su procesi tijekom provedbe izloženi različitim opasnostima koje su uzrokovane djelovanjem vanjskih i unutarnjih čimbenika. Vremenski okvir u kojem se rizik pojavljuje vezan je uz duljinu životnog vijeka tehnološkog procesa ili tehničkog objekta kojeg se promatra. U pravilu vrijednost rizika raste s vremenom primjene tehnološkog sustava i s učestalošću uporabe tog tehnološkog procesa.

Procjena stanja tehnološkog rizika uzima u razmatranje sljedeće elemente [62]: (1) tehnološki rizici koji se odnose na sredstva rada – tehnički rizici, (2) mogućnosti unaprjeđenja postojeće tehnologije i (3) posebnosti koje iziskuje izvršenje tehnoloških procesa.

Tehnički rizici

Tehnološki proces promatra se u rasponu od uhodanog i ustaljenog do novog i nedovoljno provjerenog. To podrazumijeva i tehničke rizike koji se javljaju zbog zastarjelosti tehničkih sustava, kao i onih novih tehničkih sustava koji se još nisu dokazali u primjeni. Na tim osnovama mogu se vrednovati tehnički rizici kod kojih je stanje tehničkih sustava odlučujući čimbenik, što dolazi do izražaja kod [62]:

- uporabe provjerenih i uhodanih tehnologija, što se ocjenjuje vrlo vjerojatnim za uspješno poslovanje,
- uporabe provjerenih i uhodanih tehnologija zasnovanih na iskustvima drugih sličnih sustava,
- uporabe djelomično novih, ali provjerenih tehničkih rješenja,
- uporabe potpuno novih tehničkih rješenja,
- uporabe inovacija, neprovjerenih i nedovoljno poznatih tehničkih rješenja.

Tehnički rizici u projektu novogradnje odnose se na opće stanje brodogradilišta i njegove opremljenosti u odnosu na potrebe ostvarenja projekta. Tehnička ispravnost strojeva, uređaja i instalacija dokazuje se ispravama o tehničkoj i uporabnoj ispravnosti.

Mogućnosti unaprjeđenja postojeće tehnologije

Tehnološki proces može se unaprijediti povećanjem produktivnosti i sigurnosti na nekoliko načina, primjerice na način da se koriste [62]:

- isprobani i ustaljeni tehnološki procesi s kompatibilnom tehnologijom otvorenom za nadogradnju,
- isprobani i ustaljeni tehnološki procesi sa zastarjelom tehnologijom koja ima mogućnosti nadogradnje,
- isprobani i ustaljeni tehnološki procesi sa zastarjelom tehnologijom koja nema mogućnosti nadogradnje,
- neprovjereni tehnološki procesi sa zastarjelom tehnologijom koja nema mogućnosti nadogradnje.

Prilagođavanje postojeće tehnologije novim tehnološkim rješenjima u sustavu brodogradilišta svakako predstavlja trošak kojeg treba analizirati i utvrditi njegovu opravdanost. Ponekad vanjski čimbenici (sindikati, inspekcije zaštite na radu, osiguravatelji...) uvjetuju izmjene u tehnološkim procesima koje nije moguće izbjegći ako se želi nastaviti s poslovanjem [70].

Posebnosti izvršenja tehnološkog procesa

Posebnosti koje se javljaju u izvršenju tehnološkog procesa mogu uvelike djelovati na uspješnost izvršenja te je potrebno izvršiti vrednovanje tih posebnosti. Posebnosti se ogledaju prvenstveno u složenosti izvedbe tehničkih sustava na kojima se tehnologija zasniva. Ukoliko pak zahtjevi za izvršenjem tehnološkog procesa iziskuju uporabu novih tehničkih izvedbi (inovacije), tada se radi o novim posebnostima izvršenja koje iziskuju dodatne provjere i pažnju.

Uspješnost izvršenja tehničko-tehnološkog procesa moguće je ocijeniti na sljedeći način [62]:

- ako za uobičajeno izvršenje procesa nisu potrebne znatnije posebnosti koje bi "odskakale" od uobičajenih, tada se uspješnost izvršenja tehničko-tehnološkog procesa ocjenjuje vrlo vjerojatnom za uspjeh,
- ako su za uobičajeno izvršenje procesa potrebne određene posebnosti koje su neophodne za izvršenje, tada se uspješnost izvršenja tehničko-tehnološkog procesa ocjenjuje vjerojatnom za uspjeh,
- ako su za uobičajeno izvršenje procesa potrebne znatne posebnosti koje su neophodne za izvršenje, tada se uspješnost izvršenja tehničko-tehnološkog procesa ocjenjuje prihvatljivim,
- ako su za uobičajeno izvršenje procesa potrebne potpuno nove posebnosti koje su neophodne za izvršenje, tada se uspješnost izvršenja tehničko-tehnološkog procesa ocjenjuje uvjetnim,
- ako su za uobičajeno izvršenje procesa potrebne nove posebnosti nepoznate i neprimjenjivane, a neophodne su za izvršenje, tada se proces ocjenjuje malo vjerojatnim odnosno upitnim za uspjeh.

Kod tehnoloških rizika se na osnovi vrednovanja navedenih pokazatelja može procijeniti trenutno stanje sustava kao polazište za razmatranje mogućeg prijelaza i predviđanja posljedica.

4.3. ZNAČAJKE TOČKE POGODNE ZA POGREŠKU

Teoretski, u svakoj točki procesa može nastupit pogreška. Praksa međutim pokazuje da se pogreške u nekim segmentima proizvodnog procesa pojavljuju s većom učestalošću nego u drugim. Pogreška, koja se javlja u procesu proizvodnje, jest čin koji je nastao ljudskom aktivnošću, a koji za posljedicu ima nesukladan proizvod. Ovakva definicija pogreške isključuje proces kao pogrešku što proizlazi iz postavke da su u cikličkim projektima svi procesi definirani provjerenom tehnologijom. Nadalje, pogreške strojeva, robotike i automatike smatraju se pogreškom ljudske aktivnosti nastale nepravilnim rukovanjem održavanjem ili programiranjem. Za analizu ljudske pogreške moguće je uključiti čitav niz analitičkih metoda od jednostavne liste provjere ljudskih čimbenika, kroz sustavnije (korak po korak) analize ljudskog djelovanja, do sofisticiranih analiza ljudske pouzdanosti. U ovim vrstama analize pažnja se usmjerava na utvrđivanje i ispravljanje okolnosti pogodnih za nastanak ljudske pogreške koja vodi do nesukladnosti.

Točka pogodna za pogrešku (TPP) je pojам koji je izведен na osnovi iskustva i upućuje na potencijalno za pogrešku pogodna mesta ili procese. Točka "pogodna za pogrešku" je

prepostavljeno mjesto unutar proizvodnog procesa koje zbog svoje posebnosti ili zbog prošlih događanja predstavlja veću razinu opasnosti odstupanja od postavljenih zahtjeva za kvalitetom od ostalih točaka u okruženju. Točka "pogodna za pogrešku" nije statičan pojam, naprotiv, to je dinamična veličina koja mijenja svoj položaj u zavisnosti od tehnološke složenosti te cijelog niza vanjskih i unutarnjih čimbenika.

S obzirom da je položaj točke ili točaka pogodnih za pogrešku promjenjiv u vremenu i prostoru, tako i rizik pogreške koji im je pridružen predstavlja promjenjivu veličinu i može poprimati vrijednosti od prihvatljivih do vrlo visokih. Ovakav raspon vrijednosti moguće je očekivati u područjima više tehnološke složenosti, visokih zahtjeva za kvalitetom te zahtijevanom visokom klasom proizvoda. Stoga treba voditi računa o sljedećem:

- koliko često se točke pogodne za pogrešku pojavljuju i u kojem broju,
- kakvu opasnost predstavljaju točke pogodne za pogrešku,
- koji stupanj rizika predstavljaju ustanovljene točke,
- ako je pogreška izvjesna, koje je vrste,
- koje su moguće posljedice pogreške,
- ako nastupi pogreška, koliko je vremena potrebno za popravak ili otklanjanje štete.

Sama spoznaja o postojanju točaka pogodnih za pogrešku u nekom proizvodnom procesu ne čini taj proces nestabilnim. Često naprotiv, saznanje o postojanju takvih točaka djeluje na sudionike u procesu kao upozorenje, pa se time pojačava budnost i spremnost odgovora na moguću pogrešku.

Pojmovi koji dodatno pojašnjavaju točku pogodnu za pogrešku jesu: (1) poticajni impuls (2) početni događaj i (3) opisne varijable.

1) *Poticajni impuls* je događaj koji prethodi promjeni stanja od prihvatljivog ka neprihvatljivom koji je izazvan djelovanjem neke sile u kratkom vremenskom razdoblju, koja u posebnim uvjetima uzrokuje znatne promjene stanja sustava [71]. Pogreška se veže uz uzrok koji se smatra presudnim za njeno nastajanje. Često se uzrok poistovjećuje s poticajnim impulsom što je pogrešno jer je djelovanje impulsa trenutno, a veličina sile nije odgovarajuća učinku. Primjerice, ako je u nekom proizvodnom procesu električna snaga strojeva u radu na granici instalirane snage postrojenja tada će i neznatan dodatni potrošač (grijalica, žarulja) uzrokovati ispadanje sustava električnog napajanja. Poticajni impuls nastupiti će pod djelovanjem:

- prirodnih sila koje se očituju u naglim udarima vjetra i mora, snažnih nevremena, vijavica, jakih kišnih pljuskova i slično,
- uslijed tehničkih neispravnosti, odnosno kvara kao što je kvar rezačice, nestanak električne struje odnosno gubitak napajanja na računalnom sustavu ili lom stroja kao i cijeli niz kvarova na raznim sklopovima.

2) *Početni događaj* jest čin ili propust nastao u najnepovoljnijem trenutku slijeda događanja i u posebnim uvjetima uzrokuje znatne promjene stanja sustava. Početni događaj za razliku od početnog impulsa ne mora uvijek biti i fizikalna veličina već može biti čin ili propust. Početni događaj proizvod je ljudske pogreške i posljedica čimbenika koji je određuju [71]:

- smanjena sposobnost – fizička, psihička, motivacijska ili emocionalna, umanjuje prosuđivanje,
- opasno okruženje – loš ergonomski oblik ili neuredno održavanje,
- oskudno znanje, neozbiljnost, neiskustvo, nepoznavanje procedure,

- pogrešne percepcije ili nerazumijevanje – nemogućnost razabiranja važnosti vanjskih utjecaja.

Moguće je i zajedničko djelovanje poticajnog impulsa i početnog događaja, kao i neobjašnjivih okolnosti pod kojima je nastupila pogreška, jer je provođenje istražnih radnji i otkrivanja uzroka nemoguće zbog gubitka tragova (kod eksplozija ili požara).

- 3) *Opisne varijable*. Pri mogućem predviđanju pogrešaka postavlja se opća pretpostavka da na mogućnost nastanka pogreške, pored navedenih čimbenika sustava i okolnosti, postojanja točaka pogodnih za pogrešku te poticajnog impulsa ili početnog događaja, postoji još čitav niz čimbenika, ili kako ih Jebsen i Papakonstantinou jednostavno nazivaju "opisne varijable" (engl. *Explanatory Variables*) koje svojim intenzitetom djeluju na ukupnost rizika pogreške [72]. Pojam opisne varijable prihvatljiv je izraz za sve one vrijednosti koje se u procesu proizvodnje javljaju s različitim stupnjem učestalosti, a imaju svoje uporište u opisivanju događaja vezanih uz okolnosti koje čine tehnologiju proizvodnog procesa.

Uvođenjem pojma "opisne varijable rizika", proširen je popis čimbenika koji utječu na rizik pogreške, na način da se ostavlja mogućnost predviđanja združenog djelovanja više veličina, koje u konačnici predstavljaju pogrešku.

4.4. POKAZATELJI POSTOJANJA TOČKE POGODNE ZA POGREŠKU

Posljedica pogreške u procesu jest nesukladan proizvod koji je kao takav jedino moguće mjerilo pogreške. Budući da se nesukladnosti u pravilu ustanovljavaju tek nakon završetka određenog proizvodnog procesa – kontrolom, jasno je da će se i relativna frekvencija pojavljivanja nesukladnosti promatrati kao *a-posteriori* vjerojatnost.

U projektnom pristupu nesukladnosti se ustanovljavaju u točkama miljokaza odnosno u onim točkama u projektu kada se dovršavaju određeni rezultati i isporučuju narednoj fazi projekta ili korisniku. Projektni pristup omogućuje prepoznavanje rizika od pogreške u točkama miljokaza kao referentnim točkama na kojima se temelji uspjeh projekta.

Kako je već elaborirano u prethodnoj točci 4.1., diferencijalni pristup upravljanja kvalitetom upućuje na promatranje određenog proizvodnog procesa tijekom cijelog životnog ciklusa projekta, fokusirajući se na tehnološku složenost procesa, zahtjevima za kvalitetom i klasom.

4.4.1. Primjer TPP-a u procesu izrade brodskih cjevovoda

Izrada brodskog cjevovoda prisutna je u svim fazama životnog ciklusa projekta novogradnje. Ovisno o tehnologiji gradnje broda, ovisi i intenzitet prisutnosti. U klasičnim tehnologijama gradnje (koje su više zastupljene u hrvatskim brodogradilištima), cjevovodi se ugrađuju u brod u kasnijim fazama gradnje, dok su u suvremenom pristupu gradnje, u modulima ili sekcijama, prisutni u svim fazama podjednako.

Neovisno o tehnologiji gradnje za izradu brodskih cjevovoda, prihvatljivo je izdvojiti pet miljokaza odnosno referentnih točaka na kojima je potrebno sagledati kvalitetu učinjenog u prethodnoj fazi proizvodnog procesa kao što se to prikazuje na slici 4.2.

t_0	t_1	t_{II}	t_{III}	t_{IV}	t_V
IZRADA CIJEVI	RADIONIČKO TESTIRANJE	KOROZIVNA ZAŠTITA	MONTAŽA	ZAVRŠNO TLAČENJE I PREDAJA	
M_0	M_I	M_{II}	M_{III}	M_{IV}	M_V

Slika 4.2. Miljokazi u procesu izrade brodskih cjevovoda u projektu novogradnja

- I. *Proizvodni proces izrade cjevi* odvija se strojno ili ručno, automatski, poluautomatski ili klasično, a sastoji se od slijedećih osnovnih operacija: rezanje na mjeru, savijanje, privarivanje, označavanje...
- II. *Proizvodni proces testiranje radioničkih spojeva cjevi* odvija se strojno ili ručno, automatski, poluautomatski ili klasično, a sastoji se od slijedećih osnovnih operacija: tlačenje vodom, zrakom, ili uljem, ultrazvučno, RTG testiranje spojeva...
- III. *Proizvodni proces korozivne zaštite cjevi* odvija se strojno ili ručno, automatski, poluautomatski ili klasično, a sastoji se od slijedećih osnovnih operacija: sačmarenje, cinčanje, kemijsko tretiranje, bojanje...
- IV. *Proizvodni proces montaže cjevi* odvija se strojno ili ručno automatski, poluautomatski ili klasično, na sklopovima, modulima, sekcijama ili brodu, a sastoji se od slijedećih osnovnih operacija: transport, sklapanje, prirubničko spajanje, zavarivanje, ljepljenje...
- V. *Proizvodni proces završno tlačenje i predaja cjevovoda* odvija se strojno ili ručno, automatski, poluautomatski ili klasično, a sastoji se od slijedećih osnovnih operacija: tlačenje vodom, zrakom, ili uljem, ultrazvučno, RTG testiranje spojeva...

Kako nakon izvršenog jednog proizvodnog procesa slijedi predaja izratka slijedećoj fazi, potrebno je kontrolom ustanoviti ispravnost proizvoda koji se preuzima na daljnju obradu. To se u pravilu provodi na četiri načina:

- 1) Kontrolu izrađenih proizvoda provodi organizacijska jedinica koja ih je proizvela. Ovakav način je prihvatljiv u visoko automatiziranim postrojenjima gdje je prisutnost ljudskog rada neznačajna. Podložna je subjektivnim ocjenama;
- 2) Kontrola prilikom preuzimanja koju provodi organizacijska jedinica u narednoj fazi proizvodnog procesa. Ovaj način je čest kod proizvoda koji zahtijevaju visoku prisutnost ljudskog rada i služi više otklanjanju odgovornosti nego li unaprjeđenju kvalitete. Također je podložna subjektivnim ocjenama te je često uzrok konfliktnih situacija;
- 3) Kontrolu vrše kontrolori sustava upravljanja kvalitetom, nasumice, programirano, redovno ili izvanredno. Ovaj način učinkovit je u procesnoj organizaciji i kod serijske proizvodnje. Protekom vremena prelazi u rutinu, gubi komponentu unaprjeđenja kvalitete i svodi se na običnu kontrolu s represivnim mjerama;
- 4) Četvrti način, koji je svojstven projektima, je način pokretnih timova. Kontrolu vrše posebni neovisni timovi za upravljanje kvalitetom. Djeluju na mjestima povećanog rizika od pogreške, ustanovljavaju posljedice pogreške, ekonomsku vrijednost posljedice odnosno posljedični trošak izražen u novčanim jedinicama. Ovaj način je učinkovit u projektnoj organizaciji, posebice u cikličkim projektima, gdje zbog povijesnih iskustava postoje mogućnost ciljanog djelovanja na točke pogodne za pogrešku.

Valja naglasiti da četvrti način kontrole, ne isključuje prethodna tri, već, koristeći se njihovim spoznajama, dijagnosticira uzroke i poduzima mjere za njihovo uklanjanje. Koliko god takav tim bio sastavljen od eksperata za tehnologiju, kvalitetu, sigurnost i troškove, on ne može poznavati sve procese koji se pojavljuju u projektu novogradnje. Stoga su i mjere koje tim poduzima za uklanjanje pogreške i unaprjeđenje kvalitete proizvodnog procesa, usmjerena ka smanjenju ili uklanjanju posljedičnog troška, a način njegova provođenja prepušta se rukovoditelju proizvodnog procesa s jasnim rokovima i zadanim veličinama.

U projektu je moguće postaviti neodređeni ali konačan broj miljokaza (Mk_{1-n}), što zavisi o složenosti projekta i vremenskom trajanju projekta. S obzirom da se nesukladnosti odnosno posljedični trošak prepoznaju u referentnim kontrolnim točkama (miljokazima), jasno je da je pogreška nastupila u proizvodnom procesu koji prethodi takvoj točki.

Miljokaz kao "završno tlačenje i predaja sustava" je ključni pokazatelj nesukladnosti. U toj točci se pokazuju svi nedostaci nastali u proizvodnom procesu, te se pripisuju pojedinim fazama procesa. Ovo prepostavlja da je dokumentacija, na temelju koje je započeo i dovršen proizvodni proces, sukladna zahtjevima. Ustanovljene nesukladnosti, koje bi bile posljedica onih faza projekta koje prethode fazi proizvodnje, isključuje troškove nesukladnosti proizvodnog procesa i pripisuje se prethodnim fazama.

Pokazatelji koji upućuju na postojanje točke pogodne za pogrešku u određenom proizvodnom procesu jesu: (1) učestalost pojavljivanja nesukladnosti i (2) trošak kojeg su te nesukladnosti proizvele – posljedični trošak. Kako su učestalost i posljedica množitelji rizika, tada se točka pogodna za pogrešku može promatrati kao locirani rizik pogreške. Pokazatelji točke pogodne za pogrešku u proizvodnim procesima sistematiziraju se tablicom 4.5.

Tablica 4.5. Pokazatelji točke pogodne za pogrešku

PROCES	PODRUČJE PROCESA	TRAJANJE PROCESA	BROJ NESUKLADNOSTI	TROŠAK NESUKLADNOSTI
Izrada cijevi	$Mk_0 \rightarrow Mk_I$	$t_I - t_0$	n_I	$T_{NSUK\ I}$
Radioničko testiranje	$Mk_I \rightarrow Mk_{II}$	$t_{II} - t_I$	n_{II}	$T_{NSUK\ II}$
Korozivna zaštita	$Mk_{II} \rightarrow Mk_{III}$	$t_{III} - t_{II}$	n_{III}	$T_{NSUK\ III}$
Montaža	$Mk_{III} \rightarrow Mk_{IV}$	$t_{IV} - t_{III}$	n_{IV}	$T_{NSUK\ IV}$
Završno tlačenje i predaja	$Mk_{IV} \rightarrow Mk_V$	$t_V - t_{IV}$	n_V	$T_{NSUK\ V}$

Iz tablice 4.5. te matematičkog izraza za rizik, proizlazi da se rizik pogreške u pojedinoj fazi procesa mogu izračunati kao:

$$R_I = \frac{n_I}{t_I - t_0} \cdot \frac{T_{NSUK\ I}}{n_I} \text{ odnosno } R_I = v_I \cdot p_I; \quad (4-3)$$

$$R_{II} = \frac{n_{II}}{t_{II} - t_I} \cdot \frac{T_{NSUK\ II}}{n_{II}} \text{ odnosno } R_{II} = v_{II} \cdot p_{II}; \quad (4-4)$$

$$R_{III} = \frac{n_{III}}{t_{III} - t_{II}} \cdot \frac{T_{NSUK\ III}}{n_{III}} \text{ odnosno } R_{III} = v_{III} \cdot p_{III}; \quad (4-5)$$

$$R_{IV} = \frac{n_{IV}}{t_{IV}-t_{III}} \cdot \frac{T_{NSUK\ IV}}{n_{IV}} \text{ odnosno } R_{IV} = v_{IV} \cdot p_{IV}; \quad (4-6)$$

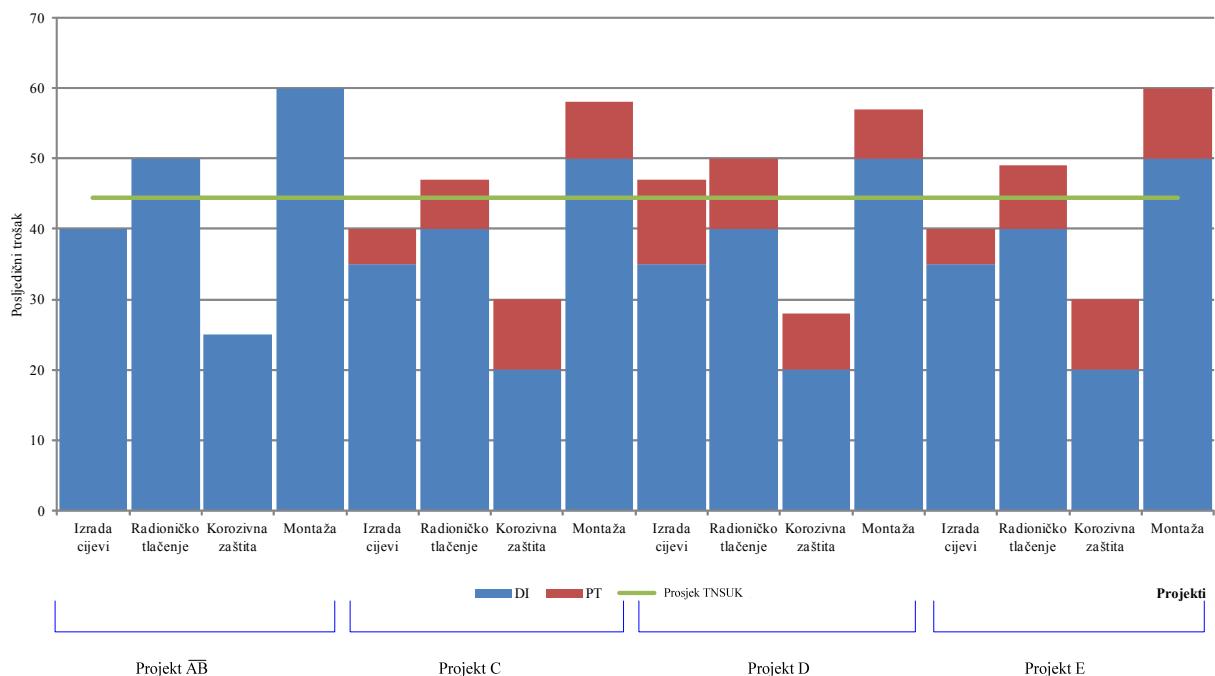
$$R_V = \frac{n_V}{t_V-t_{IV}} \cdot \frac{T_{NSUK\ V}}{n_V} \text{ odnosno } R_V = v_V \cdot p_V \quad (4-7)$$

Izračunavanjem vrijednosti rizika pogrešaka u pojedinim fazama procesa dobivaju se vrijednosti koje se mogu uspoređivati s vrijednostima u prošlim projektima. Vrijednosti izračunatih rizika pogrešaka, koji su veće od prosjeka, ukazuju na procese u kojima se, češće nego u drugima, pojavljuje rizik od pogreške odnosno u kojima su prisutne točke pogodne za pogrešku.

U točkama miljokaza utvrđen je trošak nesukladnosti prethodne faze proizvodnog procesa. Taj trošak sastoji se od osnovne vrijednosti ili u prošlosti dostignute izvrsnosti, koja predstavlja polaznu vrijednost, na koju je potrebno djelovati SUUK – om kako bi se ta vrijednost smanjila ili eliminirala. Ta osnovna veličina je "dostignuta izvrsnost" DI, a njezina vrijednost je trošak dostignute izvrsnosti – TDI, odnosno:

$$TDI = \min T_{NSUK} \quad . \quad (4-8)$$

Kada je trošak nesukladnosti veći od TDI, odnosno kada je došlo do povećanog troška koji je posljedica nekog štetnog događaja ili propusta, može se govoriti o posljedičnom trošku – PT. Jednom dostignuta izvrsnost u nekoj točci proizvodnog procesa postaje referentna izvrsnost za tu točku. Dostignuti TDI ne može dobivati na vrijednosti. On se može samo smanjivati. Načelni prikaz dostaignute izvrsnosti i posljedičnog troška prikazuje se slikom 4.3.



Slika 4.3. Načelni prikaz dostaignute izvrsnosti i posljedičnog troška

Suma svih referentnih izvrsnosti u proizvodnom procesu predstavlja dostignutu izvrsnost proizvodnog procesa. Suma svih dostignutih izvrsnosti proizvodnih procesa predstavlja dostignutu izvrsnost projekta. Svaki slijedeći projekt polazi od dostignute izvrsnosti projekta te djelovanjem sustava upravljanja i unaprjeđenja kvalitete (SUUK), koji nastoji postići niže vrijednosti TDI-a i uspostaviti nove referentne vrijednosti.

Može se zaključiti kako je cilj svakog novog projekta smanjiti TDI na nulu odnosno postići "zero defect".

Ma koliko god bile učinkovite kontrole u pojedinim fazama procesa određeni broj nesukladnosti ostaje neprepozнат i prelazi u daljnju fazu. Tako se može desiti da posljednja faza "završno tlačenje i predaja sustava" ima relativno visoku dostignutu izvrsnost i trošak nesukladnosti, budući da tu do izražaja dolaze sve "propuštene" nesukladnosti iz pojedinih prethodnih faza. Stoga je potrebno odrediti maksimalno dopuštenu veličinu takvih "propuštenih" nesukladnosti, te ako one prelaze postavljene vrijednosti, preispitati učinkovitost kontrole na kontrolnim točkama.

Ova faza se *ne smatra* točkom pogodnom za pogrešku, već se veličina ustanovljenih nesukladnosti, ako se ne može odrediti kojoj fazi pripada, sukcesivno pridodaje prethodnim fazama razmjerno njihovim veličinama, prema faktoru proporcionalnosti kK^5 .

Trošak nesukladnosti u pojedinim referentnim točkama procesa te na miljokazima, sastoji se od:

$$T_{NSUK\ I} = TDI_I + PT_I + kK_I, \quad (4-9)$$

dok je ukupni

$$T_{NSUK} = \sum_{I=1}^I^n (TDI_I + PT_I + kK_I) \quad (4-10)$$

Praćenjem faza izrade cjevovoda novogradnje definirano je 5 miljokaza i 12 kontrolnih točaka u proizvodnom procesu. Nameće se zaključak da toliki broj kontrolnih točaka neće dopustiti "prolaz" nesukladnostima. Praksa, međutim, demantira takvu tvrdnju⁶. Praksa drugih hrvatskih brodogradilišta potvrđuje slične (neznatno lošije ili bolje) pokazatelje. Uzroke takvog stanja mogu se opravdati:

- 1) Kontrole nisu 100%-tne;
- 2) Nije uspostavljen odnos trošak = šteta;
- 3) Nisu prepoznata mjesta povećanog troška;
- 4) Nisu ustanovljene točke pogodne za pogrešku.

Nakon što su poznati troškovi nesukladnosti u pojedinim fazama proizvodnog procesa, izračuna se njihova prosječna vrijednost \bar{T} i standardna devijacija (σ). Vrijednost standardne devijacije predstavlja mjeru za ocjenu varijabilnosti troška nesukladnosti proizvodnog procesa ili pojedine faze proizvodnog procesa.

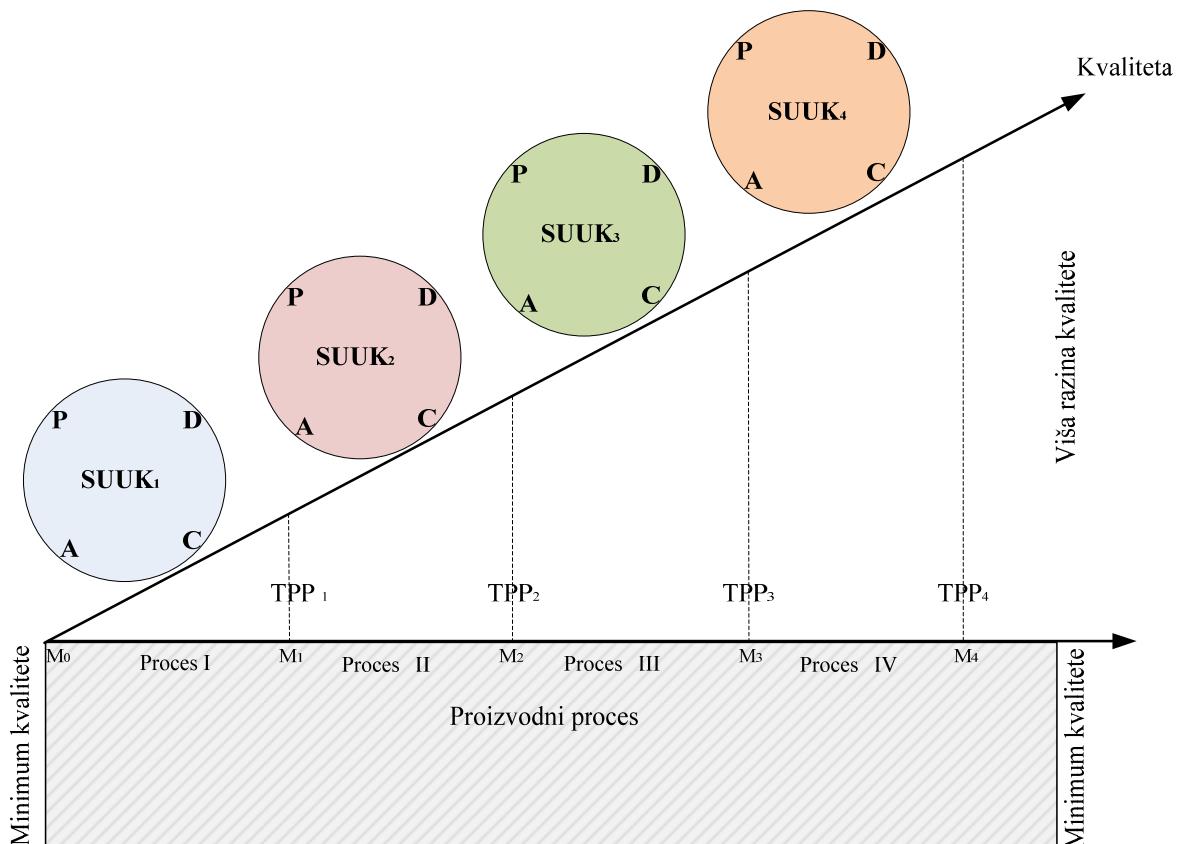
⁵ Izvedene veličina koja je upravo proporcionalna s fazama projekta.

⁶ Praktični primjeri izvedeni su u Brodogradilištu 3.MAJ d.d. Rijeka.

Početna vrijednost troška nesukladnosti jest najmanji izmjereni trošak ili trošak dostignute izvrsnosti (TDI). Prema definiciji, točka pogodna za pogrešku nije statičan pojam. Naime, ako se tijekom vremena izmjeri niži trošak od troška dostignute izvrsnosti, bilo kao ukupni trošak proizvodnog procesa ili samo trošak jedne faze proizvodnog procesa, tada se taj trošak smatra troškom dostignute izvrsnosti.

4.5. PRIMJER OPERACIJA U TOČKI POGODNOJ ZA POGREŠKU U PROCESU

Kako bi se već unutar samog proizvodnog procesa, koji je prepoznat kao točka pogodna za pogrešku, mogle učinkovito provoditi mjere predviđene SUUK-om, potrebno je aktivno provođenje svih mjera SUUK-a u svim radnim operacijama. PDCA krug predstavlja slikoviti prikaz aktivnosti u okvirima SUUK-a i stalnog poboljšavanja, a zasniva se na ciklusu od četiri osnovne aktivnosti: (1) planiraj (engl. *Plan*), (2) učini (engl. *Do*), (3) provjeri (engl. *Check*) i (4) djeluj (engl. *Act*). Načelni prikaz veze mjera SUUK-a i složenosti zahtjeva za kvalitetom, prikazuje se slikom 4.4.

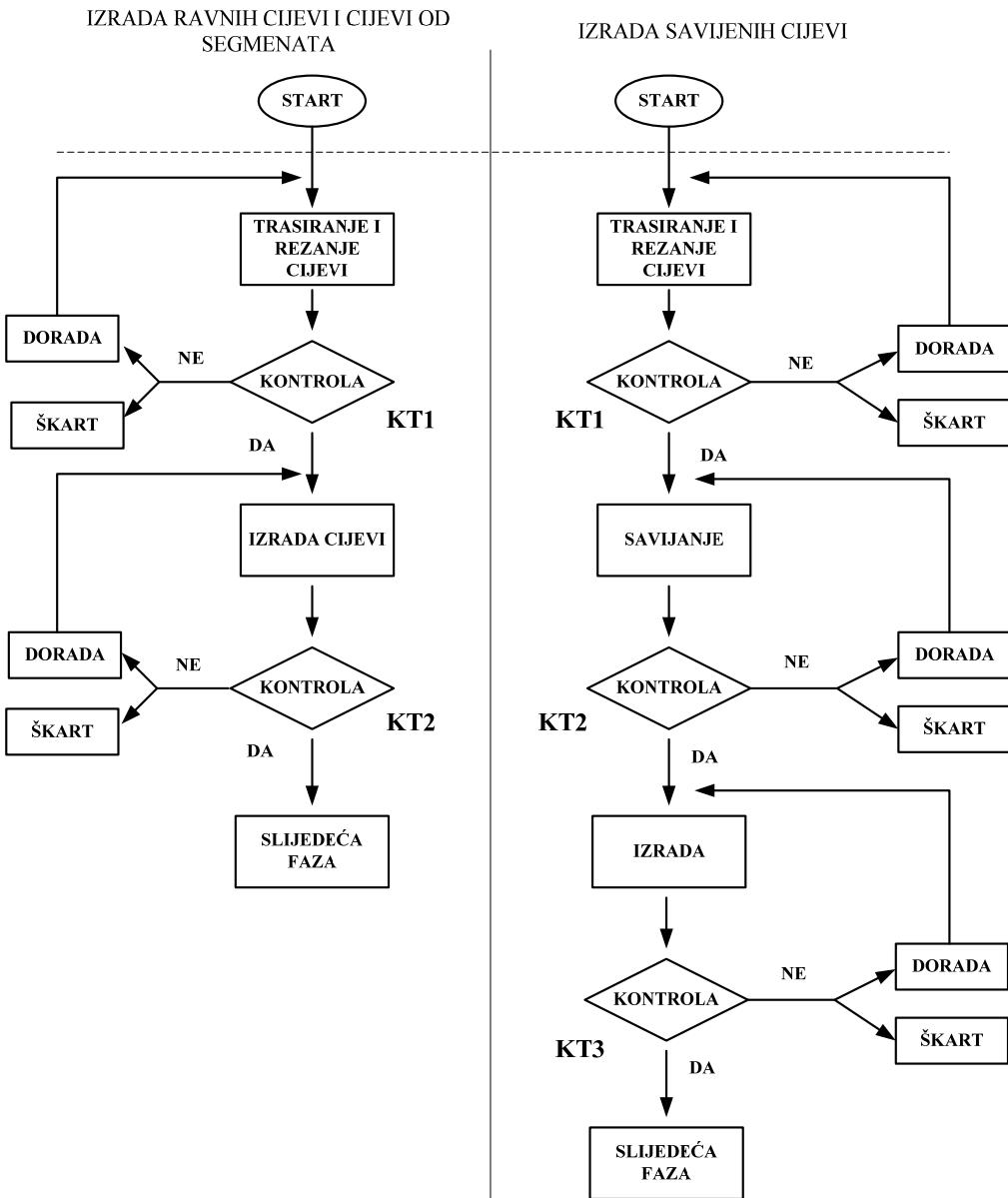


Slika 4.4. Načelni prikaz veze mjera SUUK-a i složenosti zahtjeva za kvalitetom

Slika 4.4. prikazuje postojanje veza između mjera SUUK-a i složenosti zahtjeva za kvalitetom.

4.5.1. Operacije u proizvodnom procesu "izrada cijevi"

Radne operacije u proizvodnom procesu "izrada cijevi", odvijaju se sukladno prikazanom dijagramu toka izrade cijevi, slika 4.5.



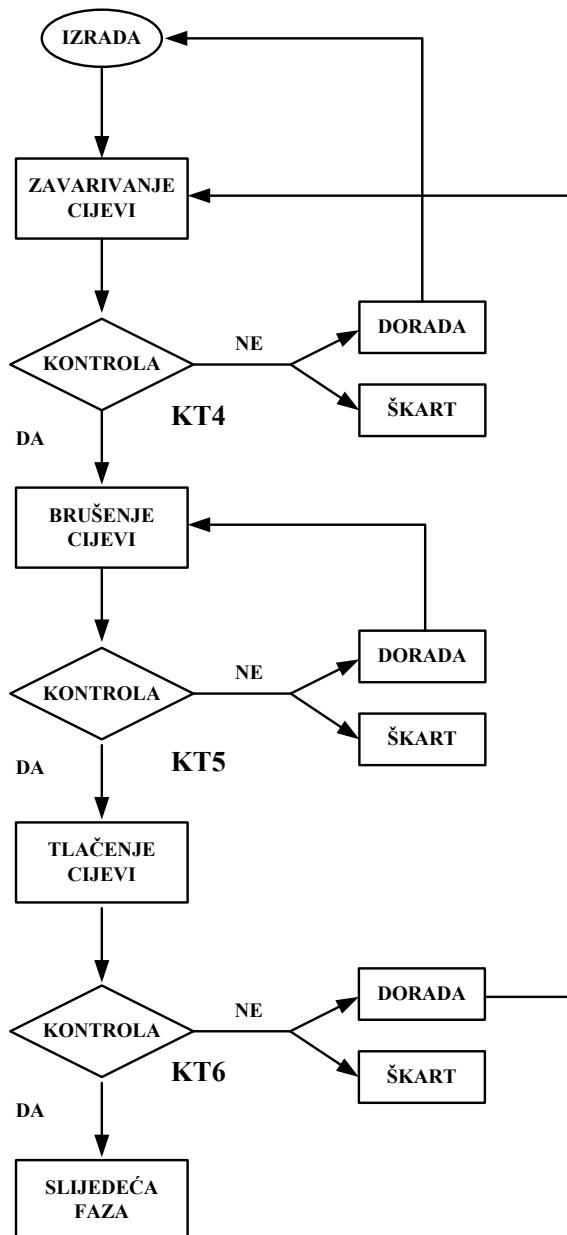
Slika 4.5. Dijagram toka izrade cijevi

Kao točke kontrole –KT u procesu izrade cijevi su:

- KT₁ – Geometrija cijevi/Svijanje cijevi – kontrola odabira i rezanja/svijanja cijevi prema zadanim nacrtima. Kontroliraju se dimenzije i vanjski izgled,
- KT₂ – Geometrija privarivanja prirubnica – kontrola kuta prirubnice i okomica,
- KT₃ – Geometrija radnog stola – podrazumijeva kontrolu stanja radnog stola.

4.5.2. Operacije u proizvodnom procesu "radioničko testiranje"

Radne operacije u proizvodnom procesu "radioničko testiranje", odvijaju se sukladno prikazanom dijagramu toka izrade cijevi koji, slika 4.6.



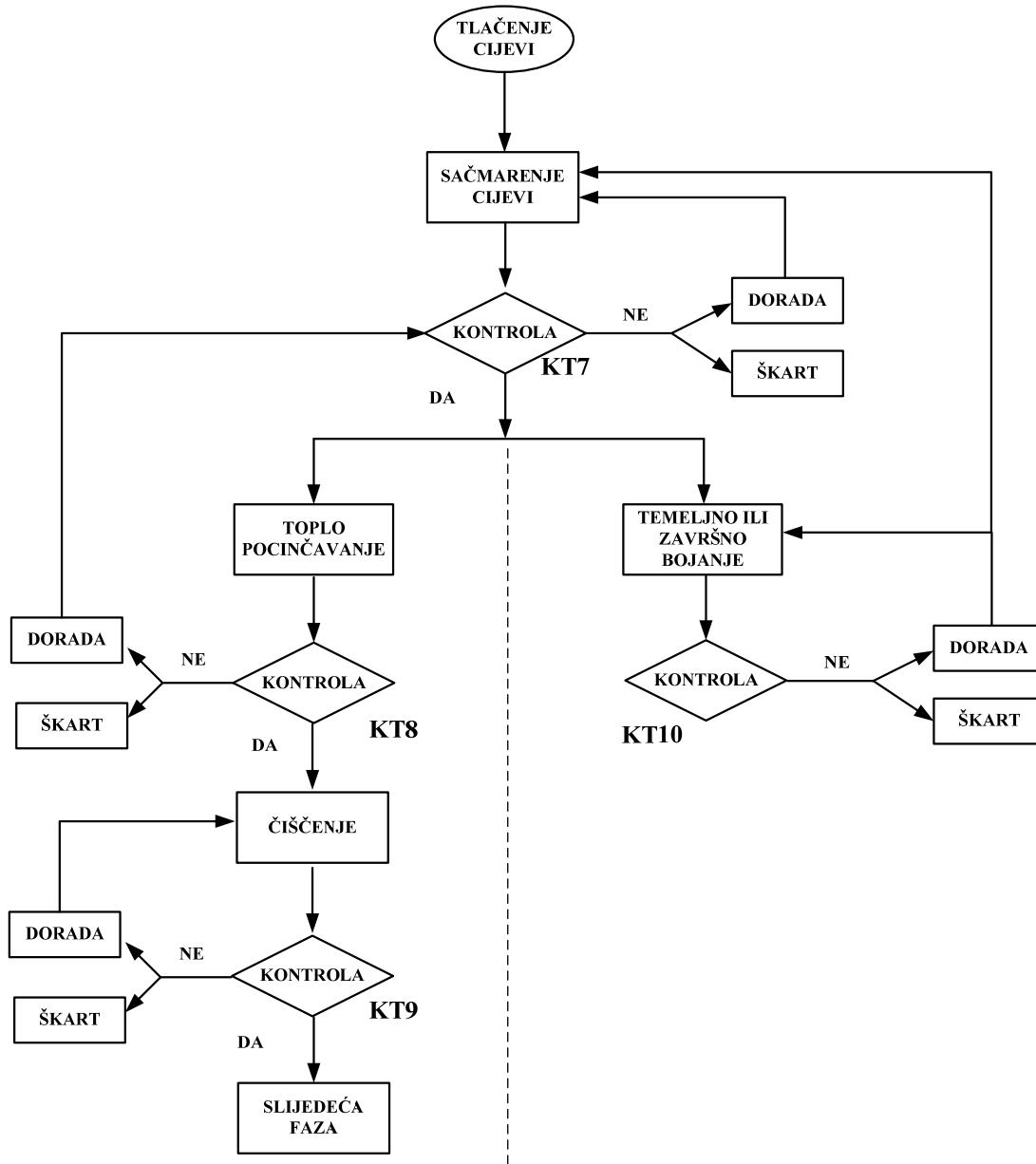
Slika 4.6. Dijagram toka radioničko testiranje

Kao točke kontrole u procesu radioničko testiranje uzete su:

- KT₄ – Zavarivanje cijevi – kontrolira se postupak zavarivanja,
- KT₅ – Brušenje cijevi – kontrola postupka brušenja prema zadanim kriterijima,
- KT₆ – Tlačenje cijevi – kontrola nepropusnosti spojeva.

4.5.3. Operacije u proizvodnom procesu "korozivna zaštita"

Radne operacije u proizvodnom procesu "korozivna zaštita", odvijaju se sukladno prikazanom dijagramu toka izrade cijevi, slika 4.7.



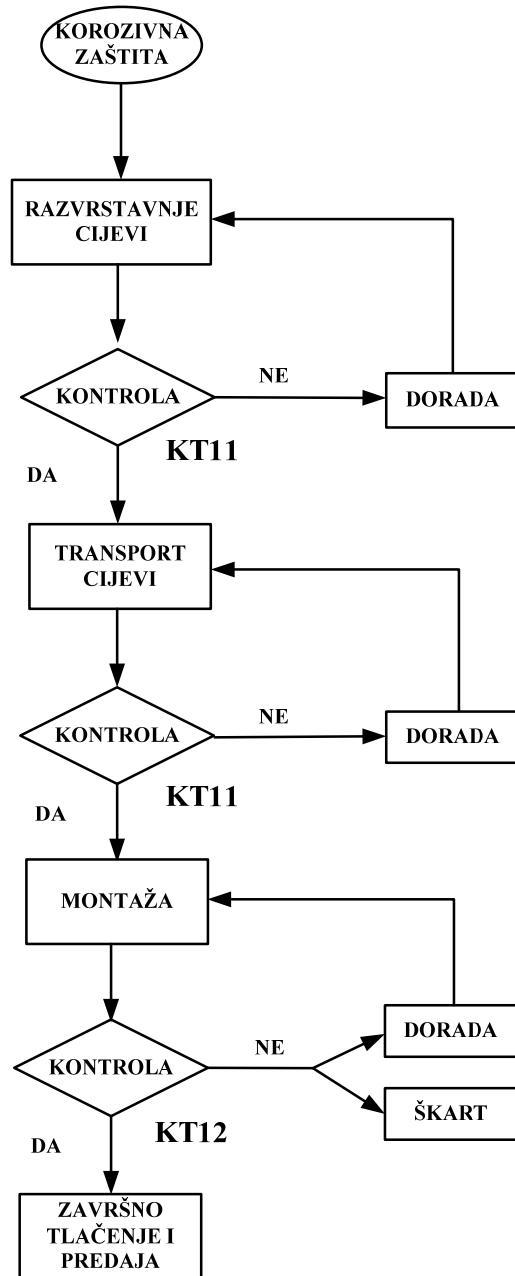
Slika 4.7. Dijagram toka korozivna zaštita

Točke kontrole u procesu korozivna zaštita su:

- **KT₇** – Sačmarenje cijevi – kontrola mikrostrukture prema zadanim kriterijima,
- **KT₈** – Toplo pocinčavanje – kontrola debljine sloja prema zadanim kriterijima,
- **KT₉** – Čišćenje – kontrola čistoće površine prema zadanim kriterijima,
- **KT₁₀** – Bojanje – kontrola vrste i debljine premaza prema zadanim kriterijima.

4.5.4. Operacije u proizvodnom procesu "montaža"

Radne operacije u proizvodnom procesu "montaža", odvijaju se sukladno prikazanom dijagramu toka izrade cijevi, slika 4.8.



Slika 4.8. Dijagram toka montaže cijevi

Točke kontrole u procesu montaža cijevi jesu:

- KT₁₁ – Razvrstavanje cijevi – kontrola cijevi i montažnih nacrta,
- KT₁₁ – Transport – kontrola eventualnih oštećenja prilikom transporta,
- KT₁₂ – Montaža – kontrola cjevovoda, usklađivanje s montažnim nacrtima.

4.5.5. Operacije u proizvodnom procesu "završno tlačenje i predaja"

Završno tlačenje je operacija tlačenja gotovih cjevovoda zahtijevanim medijem (zrak, voda, ulje...), u nazočnosti svih relevantnih čimbenika završne kontrole kvalitete od strane brodogradilišta, brodovlasnika i registra. Tu do izražaja dolaze sve nepravilnosti prethodnih operacija, a čije otklanjanje u pravilu predstavlja značajan trošak.

Iz provedenog razmatranja, u ovom dijelu rada, može se zaključiti kako je identifikacija točke pogodne za pogrešku složen proces koji iziskuje dobro poznavanje tehnoloških procesa svojstvenih brodogradnji, prepoznavanje pogrešaka u procesu, vjerojatnosti njihova pojavljivanja, te vrednovanja posljedica koje iz takvih pogrešaka proizlaze. Kako bi se mogle utvrditi pravilnosti (zakonitosti) pojavljivanja točaka pogodnih za pogrešku, potrebno je provesti opsežno empirijsko istraživanje na relevantnom uzorku i relevantnom proizvodnom procesu.

5. MJERENJE, ANALIZA I VREDNOVANJE MJESTA POTENCIJALNIH POGREŠAKA U PROCESU

Prepoznavanje točaka pogodnih za pogrešku u procesu proizvodnje broda vezano je za iskustava koja postoje u svim brodogradilištima. Ako su ta iskustava pohranjena u podatkovnim bazama predstavljaju materijalnu vrijednost intelektualnog kapitala brodogradilišta, a ako su samo prisutna kao "pohranjeno iskustvo brodograditelja", tada je njihova vrijednost minorna. Stoga su od posebnog značaja sva evidentirana mjerenja i podaci o izvršenim kontrolama koja mogu biti u funkciji unaprjeđenja sustava upravljanja kvalitetom.

Posebice su značajni podaci koji se odnose na cikličke projekte novogradnji brodova u serijama, kada se usporedbama s prethodnim projektima mogu provoditi analize i izvoditi zaključci o uspješnosti funkciranja SUUK-a i tražiti najbolji načini poboljšanja.

Hrvatska brodograđevna industrija⁷ stekla je iskustva u proizvodnji brodova za prijevoz nafte i derivata odnosno tankera nosivosti 50.000 – 80.000 DWT koje je u serijama, uz kraće ili duže razdoblje proizvodila od 1990. – 2010. godine.

Stečena iskustava uvelike su ubrzala postupke ugovaranja, projektiranja i izvedbe takvih brodova ali su istovremeno učinjeni samo mali pomaci u smanjenju troškova kvalitete. U cilju potvrđivanja ove teze, provedena su istraživanja (temeljena na dostupnoj dokumentaciji, osobnom iskustvu doktoranda i ostvarenom suradnjom sa srodnim proizvodnim procesima u drugim hrvatskim brodogradilištima).

Kako su cjevovodi na tankerima, pored uobičajene servisne namjene i sastavni dio rukovanja prekrcajem tekućih tereta, njihova uloga je ključna sastavnica brodske opreme, te su i nesukladnosti registrirane u procesu proizvodnje cjevovoda često isticane kao neuralgične točke. Stvorena je percepcija o prepoznatim točkama pogodnim za pogrešku, ali one nisu bile adekvatno argumentirane, te se pristupilo detaljnoj analizi proizvodnog procesa izrade cijevi.

5.1. PRIKUPLJANJE RELEVANTNIH PODATAKA

Prikupljeni su podaci iz procesa izrade brodskih cjevovoda na projektima novogradnje tankera tijekom 2009., 2010. i 2011. godine. S obzirom da se radilo o seriji od pet tankera sličnih karakteristika, koji imaju ciklički karakter, u radu su prikazani kao projekti A, B, C, D i E. To podrazumijeva da se radi o podjednakom utrošku osnovnog i potrošnog materijala, energije i ljudskog rada, čime su uspostavljeni uvjeti za uspoređivanja odnosno statističke i ekonomske analize.

Kako bi se mogla provesti analiza troška kvalitete u prepoznatoj točci povećanog troška bilo je potrebno:

⁷ Podrazumijevaju se tri "velika" brodogradilišta: Brodosplit, 3. MAJ i Uljanik.

- 1) Mjerenjima ustanoviti broj nesukladnih izradaka tijekom proizvodnog procesa opisanog dijagramima prikazanim na slikama od 13-16;
- 2) Iz kontrolnih evidencija razdvojiti nesukladnosti: (1) dorade i (2) škarta;
- 3) Do svake pojedine kontrolne točke (KT) izračunati utrošak radnih sati (RS) ;
- 4) Svaki škart vrednovati prema materijalu i utrošenim radnim satima;
- 5) Izraziti vrijednost osnovnog materijala za izradu cijevi u jedincima s time da je usvojena osnova za izračun, jedna tona najčešće korištenih crnih (čeličnih) cijevi ($\varphi=90$, $l = 6000$) = 1M ;
- 6) Vrijednost radnog sata odrediti kao prosječnu vrijednost sata svih zaposlenih u procesu izrade uključujući i režijsko osoblje, $RS = 1$. Radni sat je osmi dio bruto osmosatnog radnog dana u koje je uključeno vrijeme pripreme, dnevnog odmora i prekida zbog fizioloških potreba izvršioca te kraći zastoje strojeva;
- 7) Vrijednost utrošenog materijala korozivne zaštite izraziti na temelju prosječne potrošnje cinka i boja po jednom izratku;
- 8) Vrijednost utrošene energije (struja, gorivo i mazivo transportnih sredstava) izraziti na temelju prosječne mjesecne potrošnje preračunato na radni sat;
- 9) Vrijednost potrošnog materijala (elektrode, brusovi, acetilen, kisik...) izraziti na temelju prosječne mjesecne potrošnje preračunato na radni sat;
- 10) Vrijednost zastojia uslijed nepravovremene dostave nacrta osnovnog i potrošnog materijala utvrđuje se u radnim satima i pridodaje u startnoj poziciji ili kontrolnim točkama gdje su zastoji evidentirani;
- 11) Vrijednost sata transporta jednaka je vrijednosti radnog sata i ona opterećuje svaku fazu proizvodnog procesa na način da se u kontrolnoj točki pribraja prethodnoj fazi. To uključuje i vrijednost transporta kod vraćanja izradaka na doradu odnosno odvoženje škarta na odlagalište škarta;
- 12) Povrati (reklamacije) od strane slijedećih faza proizvodnje (završno tlačenje montiranih cjevovoda) predstavljaju trošak koji se razmjerno pridodaje procesima proizvodnje cijevi.

Ekvivalenti vrijednosti tako prepoznatih troškova jesu hrvatske kune, kao valuta koja u promatranim godinama (2009.-2011.) nije bitno mijenjala svoju vrijednost u odnosu na EUR. Cijene električne energije i pogonskog goriva, osnovnog i potrošnog materijala i pored određenih oscilacija nisu bitno mijenjali vrijednost kao što nisu bile značajne provedene korekcije vrijednosti radnog sata.

Može se ustvrditi da su analizirani proizvodni procesi na projektima A, B, C, D i E u razdoblju od 2009. do 2011. godine, odvijali u relativno nestabilnom ekonomskom okruženju⁸, s stalnim brojem izvršioca bez značajnije fluktuacije kadrova i s malim učešćem outscoringa⁹.

5.1.1. Određivanje vrijednosti radnog sata

Radni sati, za potrebe ovog istraživanja, počinju teći od trenutka kada su nacrti, osnovni i potrošni materijal dostavljen u proizvodni pogon prema planovima dnevne, tjedne i mjesecne proizvodnje. To znači da zastoji koji nastupaju uslijed nepravovremenog dostavljanja istih

⁸ Financijska i gospodarska kriza 2008. ...

⁹ Za potrebe istraživanja korišteni su stvarni podaci prikupljeni u brodogradilištu 3.MAJ, dok su nazivi projekata iz razumljivih razloga izmijenjeni.

predstavljaju nesukladnosti koje se izražavaju u radnim satima i opterećuju poziciju START ako proizvodni proces zbog njih nije mogao započeti (a bio je planiran) odnosno pozicije kontrolnih točaka gdje je ustanovljeno.

U tablici 5.1. prikazana su normirana vremena potrebna za izvršenje određenih radnih operacija, proizvodnog procesa, i ukupne izrade prema normativima brodogradilišta 3. MAJ. Broj radnih mesta kao i broj izvršioca su prosječne veličine u redovnom osmosatnom radnom vremenu.

Tablica 5.1. Normirana vremena potrebna za izvršenje pojedinih operacija i procesa

VRIJEME (T)	OPERACIJA – KT	RADNIH MJESTA	TRAJANJE OPERACIJE (SAT)	BROJ IZVRŠIOCA	REŽIJSKO OSOBLJE	UKUPNO RADNI SATI (RS)	KUMULATIV RADNIH SATI (KRS)
t ₁ -t ₀	Trasiranje i rezanje cijevi -KT1	6	0,2	8	1	0,30	0,30
t ₂ -t ₁	Savijanje cijevi-KT2	5	0,3	6	1	0,42	0,72
t ₃ -t ₂	Izrada cijevi-KT3	15	0,25	19	1	0,33	1,05
PROCES I		26	0,75	33	3	1,05	1,05
t ₄ -t ₃	Zavarivanje-KT4	15	0,5	15	1	0,53	1,59
t ₅ -t ₄	Brušenje-KT5	4	0,1	4	1	0,13	1,71
t ₆ -t ₅	Tlačenje-KT6	1	0,2	3	1	0,80	2,51
PROCES II		20	0,8	22	3	1,46	2,51
t ₇ -t ₆	Saćmarenje-KT7	2	0,1	8	1	0,45	2,96
t ₈ -t ₇	Pocinčavanje-KT8	1	0,1	8	1	0,90	3,86
t ₉ -t ₈	Čišćenje i pasivacija-KT9	2	0,1	2	1	0,15	4,01
t ₁₀ -t ₉	Bojanje-KT10	3	0,1	3	1	0,13	4,15
PROCES III		8	0,4	21	4	1,63	4,15
t ₁₁ -t ₁₀	Razvrstavanje-KT11	1	0,03	4	1	0,13	4,27
t ₁₂ -t ₁₁	Montaža-KT12	12	2,00	25	1	4,33	8,60
PROCES IV		13	2,03	29	2	4,46	8,60
UKUPNO		67	3,98	105	12	8,60	8,60

Iz tablice 5.1. određuju se RS u svakoj kontrolnoj točci. Kumulativno se vrijednost povećava svakom dalnjom operacijom. Dodana vrijednost izratka raste svakom dalnjom operacijom te je jasno moguće razabrati kako nesukladnost, koja je ocjenjena kao škart u KT12, nema istu vrijednost kao ona koja je prepoznata u početnoj fazi izrade KT1. Slično vrijedi i za dorade s time što se u tom slučaju "dodata šteta" izražava u dodatnim RS-ima.

5.1.2. Određivanje vrijednosti osnovnog materijala

Određivanje radnih sati i određivanje količine potrebnog osnovnog materijala za potrebe proizvodnje brodskih cjevovoda zasniva se na planiranim i ostvarenim količinama i predmet su kalkulacija kod određivanja vrijednosti projekta. Posebice to dolazi do izražaja zbog nestalne cijene materijala za izradu cijevi na tržištu što uzrokuje poremećaje u nabavi (stvaraju se zalihe ili manjkovi). Osnovna količinska jedinica za metalurgijske proizvode je tona. Stoga je i nabava osnovnog materijala zasnovana na tonama. Kod cjevarskih elemenata radi se o složenijim načinima izražavanja nabavne vrijednosti (težinski, komadno i volumno),

te se za potrebe istraživanja uzimaju prosječne vrijednosti po komadu preračunate na ekvivalentnu jedinicu.

Temeljni materijal čine cijevi i cijevni elementi (koljena, priključci, prirubnice, redukcije, spojnice...). Potrošni materijal čine dodatni i pomoćni materijali za zavarivanje, brusne ploče, cink i zaštitne boje, te drugi potrošni materijal manje pojedinačne vrijednosti (papir, stupa, pasta, sapu...). Osnovni materijal koji je ekvivalent za sve ostale materijale jest jedna tona "crnih cijevi", te se svi ostali materijali određuju u odnosu na njega.

"Crne cijevi" su čelične cijevi brodograđevnog čelika Č1212, koje se najviše upotrebljava u izradi brodskih cjevovoda. Iz prakse slijedi da one čine 70% svih cijevi u izradi. Slijede cijevi od nehrđajućeg čelika AISI 316L, koje čine 20% cijevi u izradi dok su preostalih 10% cijevi od CuNiFer-a (8%) i bakrene cijevi (2%).

- vrijednost jedne tone AISI 316l materijala, odnosi se na Č1212 u omjeru 1:6,
- vrijednost jedne tone CuNiFer-a materijala, odnosi se na Č1212 u omjeru 1:8,
- vrijednost jedne tone bakrenog materijala, odnosi se na Č1212 u omjeru 1:9.

Ako prosječan broj izradaka u promatranim projektima A-E iznosi 15264, te ako se po jednom projektu novogradnje ugradi oko 450 tona cijevi i cjevarskih elemenata, tada se mogu izračunati slijedeće veličine, kako je prikazano u tablici 5.2.

Tablica 5.2. Izračun vrijednosti materijala prosječnog izratka

VRSTA CIJEVI	PROSJEČNO IZRADAKA PO PROJEKTU	PROSJEČNA MASA IZRADAKA	FAKTOR VRIJEDNOSTI	EKVIVALENT VRIJEDNOSTI M =1 TONA Č1212
Č1212	10685	315000	1	315 M
AISI 316L	3053	90000	6	540M
CuNiFer	1221	36000	8	288M
Cu cijevi	305	9000	9	81M
UKUPNO	15264	450000		1224M
PROSJEČNA VRIJEDNOST MATERIJALA 1 IZRATKA = 0,08M				

Razumljivo je da na ovaj način provedeno vrednovanje ne prezentira u cijelosti realnu računovodstvenu vrijednost materijala, jer ne uzima u razmatranje sve ekonomski parametre određivanja njihove vrijednosti, kao ni porezna opterećenja koja prate svaku pojedinu stavku. Iskazivanja svih stavki prema računovodstvenim vrijednostima bilo bi moguće spajanjem na računovodstvene računalne aplikacije što u postojećim okolnostima nije provedivo, već predstavlja predmet razmatranja poboljšanja sustava praćenja troškova.

Ipak ovako izražena vrijednost materijala može poslužiti, bez značajnog odstupanja¹⁰, za potrebe istraživanja, kao način da se dođe do pokazatelja vrijednosti jednog prosječnog izratka.

U vrijednosti koja označava stvarno utrošeni osnovni materijal i cjevarске elemente uključene su veličine koje su od značaja za upravljanje kvalitetom, a odnose se na onaj osnovni

¹⁰ Op.a., cijena čelika na svjetskom tržištu početkom 2011. godine iznosila je 700 USD \$, što bi značilo da se po projektu nabavlja $1224 \cdot 700 = 856.800$ USD \$, što približno (+3%) odgovara nabavnoj računovodstvenoj vrijednosti utrošenog materijala u brodogradilištu.

materijal i cjevarske elemente koji su utrošeni za ispravljanje nesukladnosti (dorada), kao i onaj koji je djelomično ili u potpunosti izgubljen zbog nepopravljive nesukladnosti (škarta). Ovisno o kontrolnoj točci u kojoj su takve nesukladnosti prepoznate ovisi i količina dodatnog materijala (osnovnog ili elemenata), koja je potrebna za njihovo otklanjanje odnosno ponovnu izradu.

5.1.3. Određivanje broja utrošenih sati po projektu

Odrediti točan broj utrošenih radnih sati po jednom projektu dio je poslova koje u brodogradilištima obavljaju administrativne službe plana i kontrolinga, a čine ključan podatak za projekciju troškova kod ugovaranja cijene izvedbe projekta. S obzirom na činjenicu da gradnja broda nije u cijelosti predvidljiv proces, te da na tijek izvedbe utječu mnogi vanjski i unutarnji čimbenici (poput vremenskih uvjeta, nepravovremene dostave osnovnog ili potrošnog materijala, kvarova na strojevima, ispadima energetskih sustava, nezgodama na radu, konfliktima i štrajkovima), broj predviđenih radnih sati nije uvijek jednak planiranim te se za potrebe analize koriste podaci o stvarno utrošenim radnim satima.

U procesu proizvodnje na operacijama potrebnim za izradu brodskih cjevovoda prosječno stalno radi 105 operativnih radnika, koji svoje zadatke obavljaju na 67 radnih mjesta. Proizvodnju stalno prati i režijsko osoblje, koje sudjeluje istovremeno ili s odmacima u prosječno tri projekta, te se smatra da trećina zaposlenog režijskog osoblja sudjeluje u projektu. Utrošeni sati pri izradi brodskih cjevovoda po projektu prikazuju se tablicom 5.3.

Tablica 5.3. Utrošeni sati pri izradi brodskih cjevovoda po projektu

PROJEKT	BROJ IZRADAKA	PLANIRANI EFEKTIVNI SATI*	OPERATIVNI SATI**	REŽIJSKI SATI***	UKUPNI RADNI SATI
A	14923	120000	92523	35815	128338
B	15201	120000	94246	36482	130728
C	15029	115000	93180	36070	129250
D	15213	110000	94321	36511	130832
E	15955	105000	98921	38292	137213
UKUPNO	76321	570000	473190	183170	656360
PROSJEČNO	15264,2	114000	94638	36634	131272

* efektivni radni sati su planska kategorija, uključuju vremena potrebna za izradu, temeljena na normativima i prethodnim procesima koja uključuje i kategoriju režijskog osoblja.

** operativni sati su stvarno utrošeni sati po pojedinim operacijama uvećani za vrijeme pripreme, transporta i čišćenja radnog mjesa.

*** režijski sati su sati režijskog osoblja neposredno uključenog u proizvodni proces.

U veličini koja označava stvarno utrošene radne sate nalaze se i radni sati koji su od značaja za upravljanje kvalitetom, a odnose se na one radne sate koji su utrošeni za ispravljanje nesukladnosti (dorada), kao i one koje su uzrokovane zbog nepopravljive nesukladnosti (škarta). Ovisno o kontrolnoj točci u kojoj su takve nesukladnosti prepoznate ovisi i količina radnih sati koja je potrebna za njihovo otklanjanje odnosno ponovnu izradu.

5.1.4. Određivanje količine i vrijednosti potrošnog materijala po projektu

Određivanje količine potrošnog materijala, neophodnog za nesmetano odvijanje proizvodnog procesa izrade brodskih cjevovoda, svakako je najzahtjevnija stavka koja od računovodstvene vrijednosti nabave do potrošnje (ugradnje) prolazi kroz više faza. Neki se potrošni materijali troše svakodnevno (elektrode, brusevi...), neki povremeno (cink, boje...), neki moraju biti nazočni samo iz sigurnosnih razloga, ostali se proizvode unutar samog brodogradilišta (acetilen, kisik, destilirana voda) dok se drugi koriste jednokratno ili višekratno. Zbog složenosti izračuna troška potrošnog materijala, po jedinici proizvoda (izratka) u ovom istraživanju, ona se posebice ne prikazuju, već se pridodaje vrijednosti radnog sata.

Kako je potrošnja potrošnog materijala (PM) proporcionalna slijedu operacija proizvodnog procesa, odnosno kako vrijednost utrošenog potrošnog materijala raste, tako raste i broj radnih sati utrošenih u proizvodni proces, te je logično da se on veže uz radne sate. To se može provesti na način da se vrijednost radnog sata poveća, razmjerno prosječnoj vrijednosti potrošnog materijala, po projektu svedenoj na sat. Takvo opterećenje čini jedinicu 1PM, koja se pridodaje vrijednosti radnog sata izraženog u novčanim jedinicama.

Unutar tako izračunatog proizvodnog sata nalaze se veličine koje su od značaja za upravljanje kvalitetom, a odnose se na onaj potrošni materijal koji je utrošen za ispravljanje nesukladnosti (dorada), kao i onaj koji je u potpunosti izgubljen zbog nepopravljive nesukladnosti (škarta). Ovisno o kontrolnoj točci u kojoj su takve nesukladnosti prepoznate, ovisi i količina dodatnog potrošnog materijala koja je potrebna za njihovo otklanjanje odnosno ponovnu izradu.

5.1.5. Određivanje količine i vrijednosti utrošene energije po projektu

Odrediti točno utrošenu električnu energiju, te troškove goriva i maziva transportnih sredstava po projektu, složen je izračun, budući da se u proizvodnim halama i prometnicama odvijaju paralelni procesi na više projekata kao i radovi koji nisu vezani uz projekte. Stoga se evidentirana mjesečna potrošnja električne energije kao i mjesečni troškovi goriva i maziva svode na sat i množe brojem utrošenih radnih sati potrebnih za izradu brodskih cjevovoda u projektu. Takvo opterećenje čini jedinicu 1E, koja se pridodaje vrijednosti radnog sata izraženog u novčanim jedinicama.

U vrijednosti koja označava stvarno utrošenu energiju nalaze se veličine koje su od značaja za upravljanje kvalitetom, a odnose se na onu energiju koja je utrošena za ispravljanje nesukladnosti (dorada), kao i onu koja je "uzalud" utrošena zbog nepopravljive nesukladnosti (škarta). Ovisno o kontrolnoj točci u kojoj su takve nesukladnosti prepoznate, ovisi i količina dodatne energije koja je potrebna za njihovo otklanjanje odnosno ponovnu izradu.

5.2. ODREĐIVANJE VRIJEDNOSTI TROŠKA DORADE I ŠKARTA

Ako je u prethodnim izračunima određena vrijednost radnog sata, osnovnog materijala, cjevarskih elemenata, potrošnog materijala i utrošene energije po projektu i ako je poznat broj izrađenih elemenata brodskih cjevovoda (izradaka), moguće je izračunati prosječnu vrijednosti jednog gotovog izratka. Polazeći od tako dobivene vrijednosti gotovog izratka,

moguće je retroaktivnim praćenjem doći do njegove prosječne vrijednosti u svakoj fazi procesa izrade odnosno u pojedinim kontrolnim točkama.

Pri računanju s prosječnim vrijednostima do izražaja mogu doći lako uočljive neujednačenosti vrijednosti pojedinih operacija i utroška potrošnog materijala. Tako primjerice, trošak cinčanja opterećuje jednako operaciju rezanja na mjeru kao i operaciju montaže, što je prepoznato kao problem koji predstavlja opasnost da dobivene vrijednosti ne odražavaju u potpunosti stvarno stanje, ali koji, u konačnici, nema većeg utjecaja na predmet istraživanja.

Vrijednost prosječnog izratka \bar{I} određenog projekta može se izraziti u novčanim jedinicama, kada se i sve druge veličine koje na nju utječu izraze u novčanim jedinicama. Kako je vrijednost \bar{I} odredena prosječnim brojem radnih sati \bar{RS} , prosječnom vrijednošću utrošenog osnovnog materijala i cjevarskih elemenata \bar{M} , prosječnom vrijednošću utrošenog potrošnog materijala \bar{PM} i prosječno utrošenom vrijednošću energije \bar{E} , sve preračunato u novčane jedinice tada je:

$$\bar{I} = \bar{RS} + \bar{M} + \bar{PM} + \bar{E} \quad [\text{novčana jedinica}] \quad (5-1)$$

Kako je ranije navedeno, troškovi potrošnog materijala i utrošene energije uključuju se u trošak radnog sata koji se kao takav može nazvati proizvodni sat PS¹¹ odnosno njegova prosječna vrijednost \bar{PS} , te tada izraz za prosječnu vrijednost jednog gotovog izratka glasi:

$$\bar{I} = \bar{PS} + \bar{M} \quad [\text{novčana jedinica}] \quad (5-2)$$

gdje je:

\bar{I} – vrijednost prosječnog izratka izražena u novčanim jedinicama,

\bar{PS} – vrijednost prosječnog proizvodnog sata izražena u novčanim jedinicama,

\bar{M} – prosječna vrijednost utrošenog osnovnog materijala i cjevarskih elemenata izražena u novčanim jedinicama.

Prosječna vrijednost izratka temelj je za izračun vrijednosti dorade i škarta koja će varirati u zavisnosti od faze procesa izrade. Tako je njegova vrijednost, u poziciji start, jednaka prosječnoj vrijednosti materijala po izratku, a potom raste proporcionalno s utrošenim proizvodnim satima potrebnim za njegovu izradu.

5.2.1. Nesukladnost – dorada

Dorada (D) je proces u kojem je uočenu nesukladnost moguće otkloniti jednostavnim ili složenijim operacijama, a da se pri tome ne mijenjaju elementi osnovnog materijala. Dorada je rezultat pogreške čija se posljedica može mjeriti u dodatnim proizvodnim satima potrebnim za ispravljanje nesukladnosti. Dakle, trošak dorade (TD) jednak je vremenu (t) potrebnom da

¹¹ Proizvodni sat (PS) je veličina izvedena samo za potrebe ovog rada i nema realnu vrijednost. Njome se samo naglašava da radni sati i temeljni materijal nisu isključivi trošak, koji se javlja u istraživanju troškova kvalitete vezanih uz ispravljanje nesukladnosti, već su tu uključeni i troškovi potrošnog materijala, energije kao i drugi neimenovani troškovi.

se nesukladnost otkloni, uvećan za trošak dodatnog doradnog materijala DM-a, sve izraženo u novčanim jedinicama¹².

$$TD_n = tD_n(PS) + TDM \text{ [novčana jedinica]} \quad (5-3)$$

Vrijeme potrebno za doradu smatra se vremenom potrebnim za operaciju koja je prethodila njenom otkrivanju u skladu s postavljenim zahtjevima za kvalitetom. To znači, primjerice, ako je nesukladnost koja iziskuje doradu ustanovljena u KT₃ prema postavljenom zahtjevu, vrijeme koje je potrebno za njeno otklanjanje jednak je vremenu operacije "izrada cijevi", odnosno t₃-t₂ vremena procesa I, tablica 5.4.

Ukoliko je pak nesukladnost koja iziskuje doradu otkrivena u KT11, u kojoj su definirana dva zahtjeva za kvalitetom, tada se vrijeme dorade uvećava za 20%, odnosno u KT12 (tri zahtjeva kvalitete) se uvećava za 30%¹³. Iz navedenog proizlazi da osnovna tablica normiranih vremena za izvršenje pojedinih operacija, tablica 5.1., poprima vrijednosti kako su naznačene u tablici 5.4.

Tablica 5.4. Korigirana normirana vremena proizvodnih operacija i procesa u proizvodnim satima

VRIJEME (T)	OPERACIJA - KT	RADNIH MJESTA	TRAJANJE OPERACIJE (SAT)	BROJ IZVRŠIOCA	REŽJSKO OSOBLJE	UKUPNO PROIZVODNIH SATI (PS)	KUMULATIV PROIZVODNIH SATI (KPS)
t ₁ -t ₀	Trasiranje i rezanje cijevi	6	0,2	8	1	0,30	0,30
t ₂ -t ₁	Savijanje cijevi	5	0,3	6	1	0,42	0,72
t ₃ -t ₂	Izrada cijevi	15	0,25	19	1	0,33	1,05
PROCES I	26	0,75	33	3	1,05	1,05	
t ₄ -t ₃	Zavarivanje	15	0,5	15	1	0,53	1,59
t ₅ -t ₄	Brušenje	4	0,1	4	1	0,13	1,71
t ₆ -t ₅	Tlačenje	1	0,2	3	1	0,80	2,51
PROCES II	20	0,8	22	3	1,46	2,51	
t ₇ -t ₆	Sačmarenje	2	0,1	8	1	0,45	2,96
t ₈ -t ₇	Pocinčavanje	1	0,1	8	1	0,90	3,86
t ₉ -t ₈	Čišćenje i pasivacija	2	0,1	2	1	0,15	4,01
t ₁₀ -t ₉	Bojanje	3	0,1	3	1	0,13	4,15
PROCES III	8	0,4	21	4	1,63	4,15	
t ₁₁ -t ₁₀	Razvrstavanje	1	0,03	4	1	0,15	4,30
t ₁₂ -t ₁₁	Montaža	12	2,00	25	1	5,66	9,96
PROCES IV	13	2,03	29	2	5,81	9,96	
UKUPNO		67	3,98	105	12	9,96	9,96

5.2.2. Nesukladnost – škart

Škart (Š) je posljedica proizašla iz pogreške u proizvodnom procesu, za kojeg ne postoji mogućnost popravljanja ili kada bi ono iziskivalo veće ukupne troškove od izrade novog proizvoda.

¹² op. a., dodatni temeljni materijal i cjevarski elementi koji se utroše u procesu dorade jednog izratka, određuju se na temelju iskustva, a smatra se da ne prelazi 10% vrijednosti materijala jednog izratka.

¹³ Detaljnije Cf.infra točka 5.3.1.

Trošak škarta (TŠ) jednak je:

- vremenu t koje je utrošeno u operacijama koje su prethodile njegovu nastanku (otkrivanju) izraženom u proizvodnim satima (PS) i preračunato u novčane jedinice,
- vrijednosti njegova osnovnog materijala (M) preračunato u novčane jedinice,
- vremenu izraženom u proizvodnim satima potrebnom za njegovo uklanjanje (t_{uk}) iz proizvodnog procesa preračunato u novčane jedinice,
- izradi nadomjesnog izratka (t_m) izraženog u proizvodnim satima uvećanim za vrijednost osnovnog materijala i cjevarskih elemenata (M_m) preračunato u novčane jedinice.

$$T\check{S}_n = t\check{S}_n(PS) + t_{uk}PS + M_n + t_m(PS) + M_m \quad [\text{novčane jedinice}] \quad (5-4)$$

Vrijeme koje optereće trošak škarta jest ukupno vrijeme koje je prethodilo kontrolnoj točci u kojoj je škart evidentiran. Pa tako, primjerice, trošak škarta koji je ustanovljen u kontrolnoj točci KT₁₂ jednak je utrošku vremena $t_{12}-t_0$ izraženog u PS, vrijednosti osnovnog materijala i cjevarskih elemenata od kojih je sačinjen izraženog u ekvivalentnim jedinicama vrijednosti materijala i vremena potrebnog za uklanjane škartiranog izratka t_{uk} izraženog u PS, kao i vrijednosti nadomjesnog izratka.

Kod razmatranja troškova škarta valja uzeti u obzir i slijedeće kategorije:

- djelomični škart – je škart samo jednog dijela izratka koji je neupotrebljiv, dok se ostatak ispravlja u procesu dorade. Kod analiziranja ovakvi slučajevi smatraju se doradom,
- obrada škarta – je pojava kada je evidentirani izradak trajno neupotrebljiv za namijenjenu funkciju ali ga je uz doradu moguće iskoristiti na nekom drugom mjestu. Kod analiziranja ovakvi slučajevi smatraju se doradom,
- prodaja škarta – prodajom škarta kao otpada pribavljaju se određena sredstava koja umanjuju napravljenu štetu. S obzirom da se time ostvaruju razmjerno neznatna sredstava u odnosu na nabavnu vrijednost materijala ovi, dobici nisu uzeti u razmatranje.

5.2.3. Nesukladnost – reklamacija

Reklamacije, odnosno povrati, kako što je ranije navedeno¹⁴, ako se ne mogu odrediti kojoj operaciji pripadaju, pridodaju se razmjerno svim operacijama prema utrošenim proizvodnim satima. Ukoliko se radi o doradi, troškovi se povećavaju u veličini proizvodnih sati uvećani za materijal dorade, a ako se radi o škartu, tada se trošak izražava u ukupnoj vrijednosti izratka kao i vremenu i materijalu potrebnom za njegovu ponovnu izradu.

5.3. ANALIZA TOČAKA POGODNIH ZA POGREŠKU U PROCESU

Provedene kontrole i njihovo sustavno evidentiranje omogućile su stvaranje relevantne količine podataka pogodnih za statističke analize provedenih procesa u projektima te njihove usporedbe. Sustavno prikupljanje podataka u projektima A i B omogućilo je prepoznavanje onih operacija u procesu proizvodnje brodskih cjevovoda u kojima su izraženiji troškovi nesukladnosti bilo da su uzrokovani doradom ili škartom. Kako su takva mjesta bila gotovo identična u oba promatrana projekta (A i B), umanjena je mogućnost slučaja, te se one

¹⁴ Cf. supra točka 4.1.

promatraju kao sustavni generatori pogrešaka u procesu. S obzirom na aktualnu situaciju u hrvatskoj brodogradnji (nedefinirana vlasnička struktura, nedovršeni procesi restrukturiranja, najavljeni procesi privatizacije...), te time i ograničenim mogućnostima djelovanja mjera SUUK-a, odlučeno je na nivou pogona za izradu cijevi, aktivirati određene metode i tehnike kontrole kvalitete na mjestima najizraženijih nesukladnosti. Time se krenulo na način poboljšanja kvalitete metodom "korak po korak", odnosno uspostavljen je diferencijalni pristup SUUK-a.

5.3.1. Određivanje TPP-a u projektima A i B

Određivanje TPP-a u projektima A i B provodi se prema podacima o nesukladnostima u 12 kontrolnih točka, raspoređenih u četiri proizvodna procesa, na temelju 10% kontrole. Prema tim sistematiziranim podacima, određuje se TPP: (1) prema broju nesukladnosti, (2) prema trenutnoj Sigma razini odnosno vrijednosti uočenih nesukladnosti na milijun izradaka i (3) prema troškovima nesukladnosti.

Određivanje TPP-a prema broju nesukladnosti

U tablici 5.5. prikazani su brojčani podaci zabilježenih nesukladnosti dorade i škarta u projektima A i B, prema kontrolnim točkama u kojima su prepoznata.

Tablica 5.5. Broj nesukladnosti prema kontrolnim točkama u projektima A i B

OPERACIJA	KONTROLNA TOČKA	A			B		
		DORADA (D)	ŠKART (Š)	UKUPNO	DORADA (D)	ŠKART (Š)	UKUPNO
TRASIRANJE I REZANJE CIJEVI	KT 1	114	28	142	147	28	175
SAVIJANJE CIJEVI	KT 2	114	57	170	57	57	113
IZRADA CIJEVI	KT3	187	68	256	209	68	277
PROCES I		415	153	568	413	153	566
ZAVARIVANJE	KT 4	108	24	132	122	24	147
BRUŠENJE	KT 5	64	49	113	49	59	108
TLAČENJE	KT 6	166	78	245	166	68	235
PROCES II		338	152	489	338	152	489
SAČMARENJE	KT 7	31	1	32	18	1	20
POCINČAVANJE	KT 8	11	15	27	15	17	32
ČIŠĆENJE I PASIVIZACIJA	KT 9	19	1	20	21	4	24
BOJANJE	KT 10	21	11	32	34	12	46
PROCES III		82	29	110	88	34	122
RAZVRSTAVANJE	KT 11	139	41	181	88	35	123
MONTAŽA	KT 12	148	82	230	158	70	229
PROCES IV		287	123	410	246	106	352
UKUPNO		1121	457	1578	1085	444	1529

Kao što je već ranije naglašeno projekti A i B su uzeti u razmatranje samo kao polazna osnova za daljnja istraživanja. U njima su primjenjivane redovne mjere SUUK-a na nivou brodogradilišta. Kontrole su u kontrolnim točkama vršene s 10% učestalosti te su evidentirane i pohranjene. Kontrolne karte su predstavljale glavni alat za prepoznavanje točaka pogodnih za pogrešku, a mjere koje su poduzimane za smanjenje broja nesukladnosti svodile su se na slijedeće:

- povećane kontrole s 10% na 30% u određenom vremenskom roku (u pravilu, zbog ograničenih resursa ne duže od tjedan dana),
- povećanje radne discipline,
- sankcioniranje djelatnika kod kojih je ustanovljen povećani broj nesukladnosti.

Navedene mjere nisu bile u funkciju upravljanja kvalitetom, bile su ograničenog djelovanja, a postignuti rezultati bili su neznačajni.

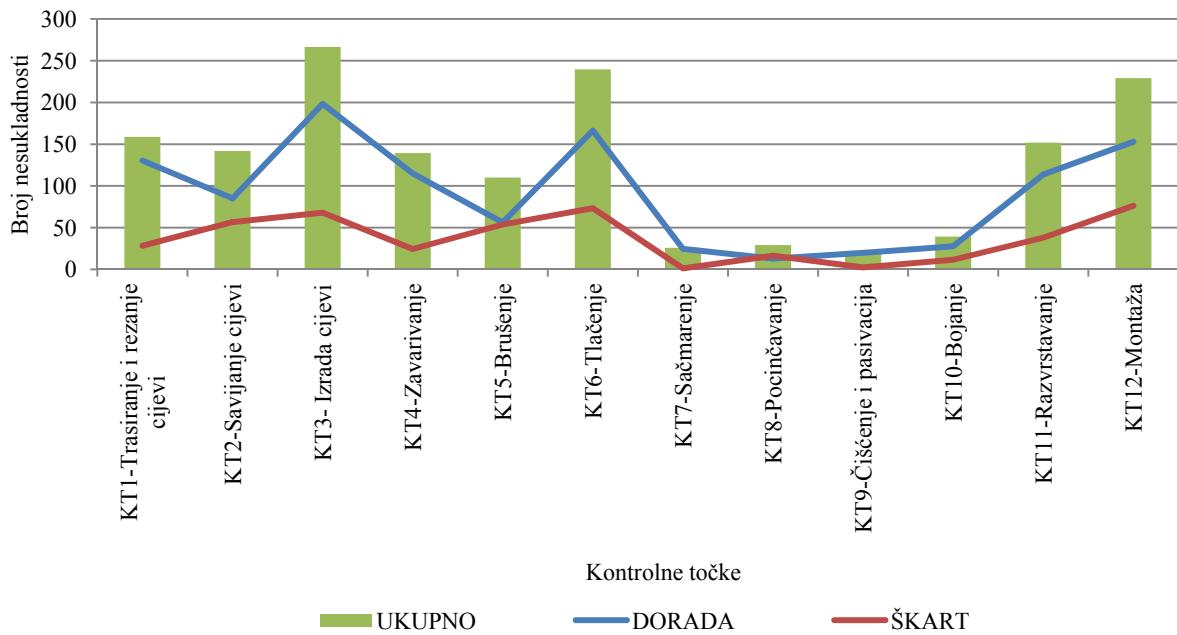
S obzirom da projekti A i B predstavljaju polazišne veličine za analizu diferencijalnog pristupa sustavu upravljanja i unaprijeđenja kvalitete u projektima novogradnji, te da su njihove evidentirane nesukladnosti (D i Š), unatoč mjerama SUUK-a ujednačene, kao polazna veličina uzima se prosječna vrijednost nesukladnosti u oba projekta - \bar{AB} , što se prikazuje tablicom 5.6.

Tablica 5.6. Prosječan broj nesukladnosti prema kontrolnim točkama u projektima A i B

OPERACIJA	\bar{AB}			
	KONTROLNA TOČKA	DORADA	ŠKART	UKUPNO
TRASIRANJE I REZANJE CIJEVI	KT 1	130	28	159
SAVIJANJE CIJEVI	KT 2	85	57	142
IZRADA CIJEVI	KT3	198	68	266
PROCES I		414	153	567
ZAVARIVANJE	KT 4	115	24	139
BRUŠENJE	KT 5	56	54	110
TLAČENJE	KT 6	166	73	240
PROCES II		338	152	489
SAČMARENJE	KT 7	25	1	26
POCINČAVANJE	KT 8	13	16	29
ČIŠĆENJE I PASIVACIJA	KT 9	20	2	22
BOJANJE	KT 10	28	12	39
PROCES III		85	31	116
RAZVRSTAVANJE	KT 11	114	38	152
MONTAŽA	KT 12	153	76	229
PROCES IV		267	114	381
UKUPNO		1103	451	1554

Prosječne veličine broja nesukladnosti se za nastavak analize smatraju referentnim polaznim veličinama.

Grafički prikaz, slika 5.1., omogućuje vizualan dojam ustanovljenih nesukladnosti. Stupcima je prikazana ukupna prosječna ustanovljena nesukladnost prema kontrolnim točkama, plava linija označava ustanovljene nesukladnosti koje se uz doradu mogu dovesti u stanje zahtijevane sukladnosti, dok crvena linija označava ustanovljene nesukladnosti koje ne mogu ispraviti i koje predstavljaju škart.



Slika 5.1. Prosječan broj nesukladnosti prema kontrolnim točkama u projektima A i B

Iz slike 5.1. vidljivo je da su prema ustanovljenom broju nesukladnosti prepoznate TPP u KT3, KT6 i KT12.

Određivanje TPP-a prema trenutnoj Sigma razini ($k\sigma$)

Trenutna razina Sigme ($k\sigma$) izračunava se, kako navodi Kondić [9], kao prvi korak potreban za pokretanje 6σ metodologije. Za izračun su potrebni vjerodostojni podaci o:

- broju proizvoda ili izlaza iz procesa,
- zahtjevi koji definiraju sukladnost izlaza iz procesa,
- broj pogrešaka u procesima.

Sigma se izračunava na način da se najprije izračuna broj pogrešaka koje su "proizvele" nesukladnosti škarta prema izratku iz izraza:

$$\delta = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \dots + \varepsilon_n}{G \cdot z} \quad (5-5)$$

Gdje je:

δ – pogreška po izratku

ε – broj pogrešaka za definirani zahtjev

G – ukupan broj izradaka (izlaza iz procesa) za promatrani period

z – broj zahtjeva

Kako se Sigma razina promatra na milijun primjeraka, dobiveni se rezultat (pogreška po izratku) množi s milijun te slijedi da je broj pogrešaka na milijun mogućnosti (N):

$$N = \delta \cdot 10^6 \quad (5-6)$$

Gdje je N broj nesukladnosti na milijun izradaka odnosno N(ppm).

Prema usporednoj tablici sposobnosti Sigme, prikazane u prilogu I, moguće je iz N(ppm) odrediti Sigma razinu procesa.

U procesu izrade brodskih cjevovoda izlaz iz procesa su sukladni proizvodi. Tri su glavna zahtjeva: (1) usklađenost s dokumentacijom, (2) funkcionalnost i ispravnost i (3) kompletnost. Ova tri zahtjeva odražavaju moguće nedostatke gotovih izradaka. Kod kontrolnih točaka od KT₁ do KT₁₀, potrebno je udovoljiti jednom od trženih zahtjeva, dok je u preostale dvije kontrolne točke potrebno zadovoljiti sva tri postavljena zahtjeva.

U tablici 5.7. prikazane su vrijednosti broja nesukladnosti na milijun izradaka (N(ppm)) u projektima A i B.

Tablica 5.7. N(ppm) u kontrolnim točkama projekata A i B

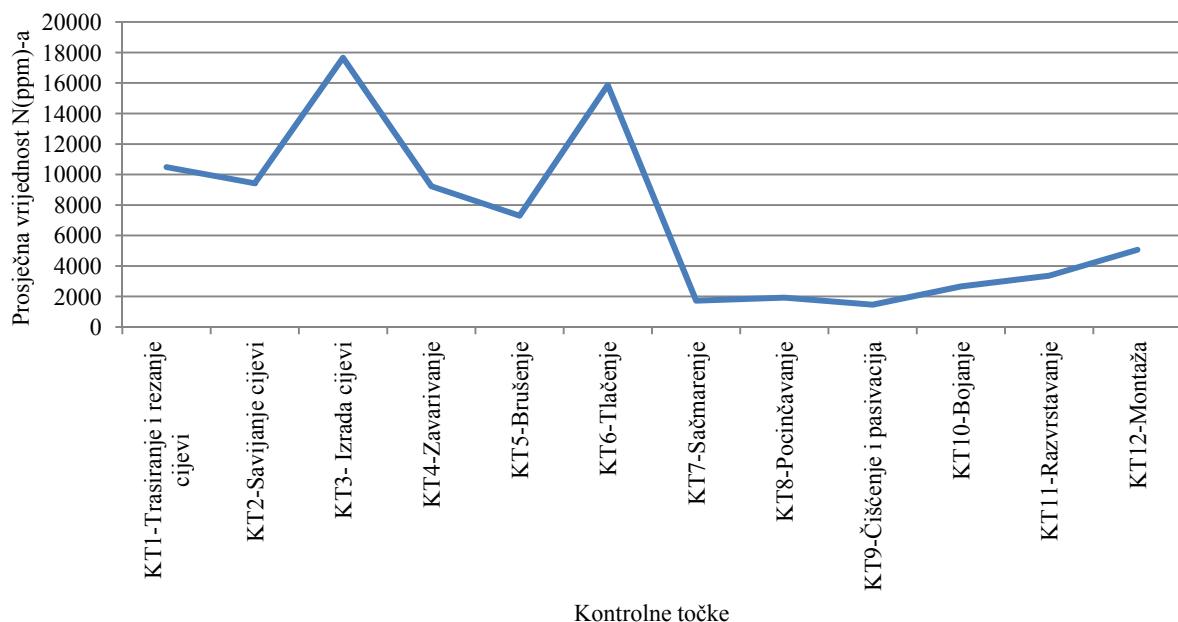
PROJEKT		BROJ ZAHTJEVA	KONTROLNE TOČKE	A		B	
OPERACIJE	DORADA ŠKART			N(ppm)	DORADA ŠKART	N(ppm)	
Trasiranje i rezanje cijevi	1	KT1	142	9516	175	11512	
Savijanje cijevi	1	KT2	170	11392	113	7434	
Izrada cijevi	1	KT3	256	17155	277	18222	
PROCES I			568	38062	565	37234	
Zavarivanje	1	KT4	132	8845	147	9670	
Brušenje	1	KT5	113	7572	108	7105	
Tlačenje	1	KT6	245	16418	235	15460	
PROCES II			490	32768	490	32169	
Sačmarenje	1	KT7	32	2144	20	1316	
Pocinčavanje	1	KT8	27	1809	32	2105	
Čišćenje i pasivizacija	1	KT9	20	1340	24	1579	
Bojanje	1	KT10	32	2144	46	3026	
PROCES III			111	7371	122	8026	
Razvrstavanje	3	KT11	181	4043	123	2697	
Montaža	3	KT12	230	5137	229	5022	
PROCES IV			411	9158	352	7719	
UKUPNO			1578	35248	1529	33528	

U skladu s namjerom da se kao polazne veličine za daljnje analize uzimaju prosječne vrijednosti iz projekata A i B, izračunati su i prosječni N(ppm) iz projekata A i B. Prosječne vrijednosti N(ppm) u kontrolnim točkama projekata A i B, tablica 5.8.

Tablica 5.8. Prosječek $\bar{N(ppm)}$ -a u kontrolnim točkama projekata A i B

OPERACIJE	BROJ ZAHTJEVA	KONTROLNE TOČKE	$\bar{N(ppm)}$ PROJEKATA AB
Trasiranje i rezanje cijevi	1	KT1	10490
Savijanje cijevi	1	KT2	9428
Izrada cijevi	1	KT3	17660
PROCES I			37644
Zavarivanje	1	KT4	9229
Brušenje	1	KT5	7303
Tlačenje	1	KT6	15868
PROCES II			32532
Sačmarenje	1	KT7	1726
Pocinčavanje	1	KT8	1925
Čišćenje i pasivizacija	1	KT9	1461
Bojanje	1	KT10	2656
PROCES III			7702
Razvrstavanje	3	KT11	3364
Montaža	3	KT12	5068
PROCES IV			8432
UKUPNO			34391

Prosječne veličine $\bar{N(ppm)}$ -a se za nastavak analize smatraju referentnim polaznim veličinama. Grafički prikaz omogućuje vizualan dojam ustanovljenih prosječnih vrijednosti $\bar{N(ppm)}$ -a u projektima A i B, slika 5.2.

**Slika 5.2. Prosječni $\bar{N(ppm)}$ u kontrolnim točkama projekata A i B**

Iz slike 5.2. je vidljivo da su prema $\bar{N(ppm)}$ – ima prepoznate TPP u KT3 i KT6, dok je KT12 tek neznatno povećan, što se povezuje s povećanim brojem zahtjeva.

Određivanje TPP-a prema troškovima nesukladnosti

Analiza nesukladnosti u projektima A i B, prema broju nesukladnih izradaka te prema N(ppm)-u, ne daje u potpunosti uvid u stanje kvalitete proizvodnog procesa jer iz nje nije vidljiva posljedica ustanovljenih nesukladnosti koja predstavlja trošak. S obzirom da je trošak nesukladnosti¹⁵ sastavni dio troška kvalitete, potrebno je dobiti uvid na koji način taj trošak sudjeluje u proizvodnom procesu u projektima A i B. Troškovi nesukladnosti prema kontrolnim točkama u projektima A i B prikazuju se tablicom 5.9.

Tablica 5.9. Troškovi nesukladnosti prema kontrolnim točkama u projektima A i B

OPERACIJA	KT	A						B					
		tD(PS)	tŠ(PS)	TPS	TŠ(M)	TD(M)	TDŠ(M)	tD(PS)	tŠ(PS)	TPS	TŠ(M)	TD(M)	TDŠ(M)
Trasiranje i rezanje cijevi	KT1	34,08	291,37	325,45	2,27	0,91	3,18	44,13	290,16	334,29	2,26	1,18	3,44
Savijanje cijevi	KT2	47,72	606,60	654,31	4,54	0,91	5,45	23,76	604,09	627,85	4,53	0,45	4,98
Izrada cijevi	KT3	62,49	750,64	813,13	5,45	1,50	6,95	69,77	747,53	817,31	5,43	1,67	7,11
PROCES I		144,29	1648,60	1792,89	12,27	3,32	15,59	137,66	1641,78	1779,44	12,22	3,30	15,52
Zavarivanje	KT4	57,40	282,37	339,77	1,96	0,86	2,82	65,24	282,43	347,67	1,96	0,98	2,94
Brušenje	KT5	7,95	570,86	578,81	3,91	0,51	4,42	6,12	685,17	691,28	4,70	0,39	5,09
Tlačenje	KT6	133,06	975,99	1109,04	6,26	1,33	7,59	133,08	854,16	987,25	5,48	1,33	6,81
PROCES II		198,40	1829,21	2027,62	12,13	2,70	14,83	204,44	1821,76	2026,20	12,13	2,70	14,83
Sačmarenje	KT7	13,92	14,27	28,19	0,09	0,25	0,34	8,26	15,80	24,06	0,10	0,15	0,24
Pocinčavanje	KT8	9,94	213,71	223,65	1,24	0,09	1,33	13,21	236,66	249,87	1,37	0,12	1,49
Čišćenje i pasivizacija	KT9	2,82	15,43	18,25	0,09	0,15	0,24	3,12	51,26	54,38	0,29	0,17	0,46
Bojanje	KT10	2,80	155,78	158,58	0,88	0,17	1,05	4,57	172,51	177,07	0,98	0,27	1,25
PROCES III		29,47	399,20	428,67	2,30	0,65	2,95	20,90	476,23	481,33	2,64	0,70	3,35
Razvrstavanje	KT11	25,11	584,77	609,88	3,28	1,12	4,40	15,83	501,24	517,06	2,81	0,70	3,52
Montaža	KT12	1087,36	1634,23	2721,59	6,56	1,18	7,75	1165,03	1400,77	2565,80	5,63	1,27	6,89
PROCES IV		1112,47	2219,00	3331,47	9,85	2,30	12,14	1201,75	1902,01	3564,19	11,08	1,97	13,05
UKUPNO		1484,64	6096,01	7580,65	36,55	8,97	45,52	1552,11	5841,78	7393,89	35,53	8,68	44,21

Iz tablice 5.9. vidljivi su troškovi nesukladnosti prema operacijama i procesima te ukupni troškovi u proizvodnim satima.

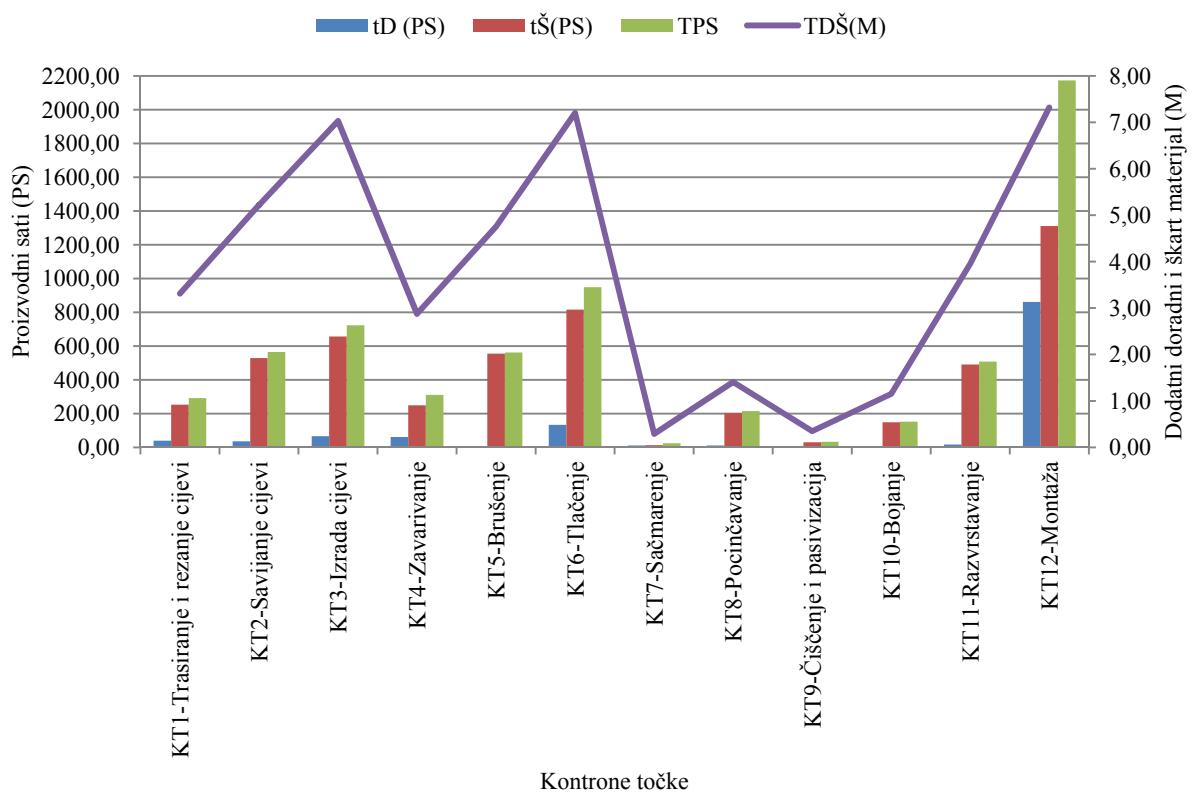
Kako bi se veličine troškova nesukladnosti, izražene u proizvodnim satima utrošenim za doradu i izradu škartiranih izradaka, te dodatnog materijala potrebnog za izvođenje tih radnji, moglo uzeti kao referentna veličina za daljnje istraživanje, izračunate su prosječne vrijednosti troškova nesukladnosti projekata A i B, prema operacijama i procesima, te prikazane u tablici 5.10.

¹⁵ cf.supra točka 3.4.1.

Tablica 5.10. Prosječni troškovi nesukladnosti prema operacijama i procenima u projektima A i B

OPERACIJE	KONTROLNE TOČKE	$\bar{t}D$ (PS)	$\bar{t}\check{S}$ (PS)	TPS	$\bar{T}\check{S}(M)$	$\bar{t}D(M)$	$TD\check{S}(M)$
Trasiranje i rezanje cijevi	KT1	39,11	252,37	291,47	2,27	1,04	3,31
Savijanje cijevi	KT2	35,74	528,54	564,28	4,54	0,68	5,22
Izrada cijevi	KT3	66,13	656,93	723,06	5,44	1,59	7,03
PROCES I		140,98	1437,84	1578,82	12,25	3,31	15,56
Zavarivanje	KT4	61,32	249,26	310,58	1,96	0,92	2,88
Brušenje	KT5	7,03	555,11	562,14	4,31	0,45	4,76
Tlačenje	KT6	133,07	815,66	948,73	5,87	1,33	7,20
PROCES II		201,42	1620,04	1821,46	12,13	2,70	14,83
Sačmarenje	KT7	11,09	13,46	24,55	0,09	0,20	0,29
Pocinčavanje	KT8	11,58	203,11	214,69	1,30	0,10	1,41
Čišćenje i pasivizacija	KT9	2,97	30,11	33,08	0,19	0,16	0,35
Bojanje	KT10	3,68	148,38	152,06	0,93	0,22	1,15
PROCES III		29,31	395,06	424,38	2,52	0,68	3,20
Razvrstavanje	KT11	17,06	490,44	507,50	3,05	0,91	3,96
Montaža	KT12	861,77	1311,06	2172,83	6,10	1,22	7,32
PROCES IV		878,82	1801,50	2680,33	9,14	2,13	11,28
UKUPNO		1250,53	5254,44	6504,98	36,04	8,82	44,86

Grafički prikaz omogućuje vizualan dojam ustanovljenih prosječnih troškova nesukladnosti izraženih u proizvodnim satima i dodatnom materijalu, slika 5.3.

**Slika 5.3. Prosječni troškovi nesukladnosti u kontrolnim točkama projekata A i B**

Zbog jasnoće prikaza, u slici 5.3. stupcima su prikazani ukupni troškovi, troškovi dorade i troškovi škarta u proizvodnim satima prema lijevoj osi grafikona, dok su objedinjeni troškovi dodatnog materijala dorade i škarta prikazani linijom i odnose se na desnu os grafikona.

Prema troškovima nesukladnosti izraženim u proizvodnim satima prepoznate TPP su u KT3, KT6 i KT12.

Prema troškovima nesukladnosti izraženim u dodatnom materijalu prepoznate TPP su u KT3, KT6 i KT12.

Zaključno, provedena analiza prema promatranim pokazateljima kvalitete, ukazuje da su TPP prepoznate u KT3, KT6 i KT12, odnosno procesima I. II. i IV. S obzirom da su ti pokazatelji najizraženiji u I. procesu, te sljedeći logiku sljedljivosti procesa koja govori da se sve nesukladnosti trebaju ispravljati u početnim fazama procesa, kako bi se njihov broj smanjivao prema kraju, mjere SUUK-a se ciljano usmjeravaju na proces I.

5.3.2. Primjena metoda SUUK-a u projektu C

U skladu s postupkom za upravljanje kvalitetom u projektima¹⁶ pristupilo se planiranju, osiguranju i kontroli kvalitete u projektima. Nadalje, s obzirom na prepoznate TPP odabrani su alati i tehnike koje bi trebale doprinijeti smanjenju nesukladnosti.

Stoga se promatranom problemu, sa svrhom identifikacije područja koja uzrokuju posljedicu, pristupilo sustavnim sagledavanjem svih čimbenika koji se javljaju u procesu izrade cijevi. Postupak prepoznavanja uzroka, veličine posljedice i nosioca korektivnih aktivnosti proveden je u šest koraka kako je to prikazano u tablici 5.11.

Tablica 5.11. Slijed prepoznavanja uzroka i posljedica pogrešaka u procesu izrada cijevi

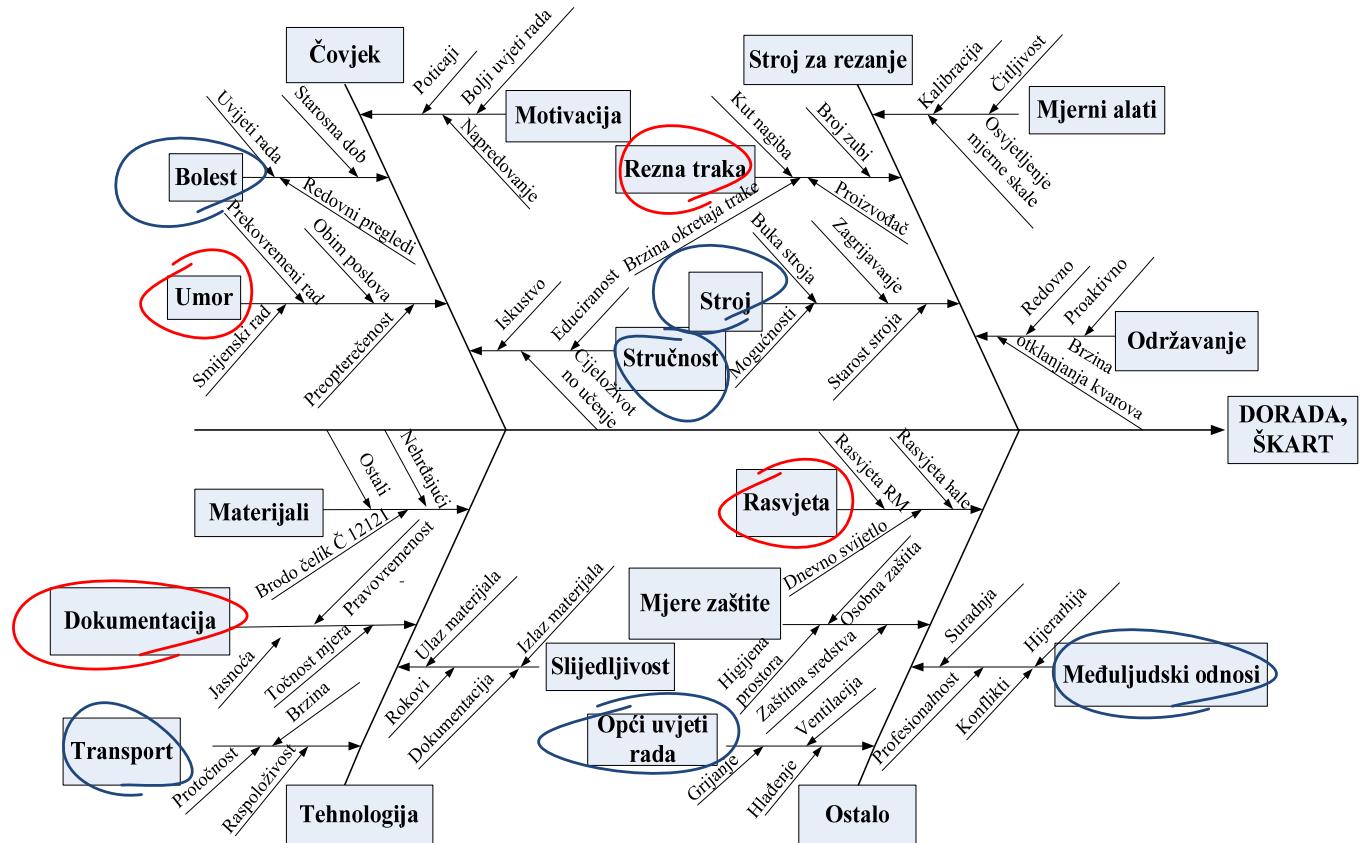
KORAK		POSLJEDICA	NOSIOCI AKTIVNOSTI
I	Definiranje problema	Neprihvatljiva količina škarta i povrata na doradu	Rukovoditelj pogona, rukovoditelj službe kvalitete
II	Definiranje glavnih uzročnika	Procjena posljedice, rangiranje	Rukovoditelj, pomoćnici, služba unaprjeđenja kvalitete
III	Definiranje sporednih uzročnika	Procjena posljedice, rangiranje	Poslovode, rezači, kontrolori
IV	Granjanje sporednih uzročnika	Procjena posljedice, rangiranje	Neposredni izvršioci
V	Određivanje važnosti	Vrednovanje posljedice, rangiranje	Rukovoditelj, pomoćnici, služba unaprjeđenja kvalitete
VI	Prepoznavanje uzroka	Vrednovanje posljedice	Rukovoditelj pogona

Sukladno slijedu navedenom u tablici 5.11., izrađuje se Ishikawa dijagram na način da se određuju najvažnija uzročna područja. Prema sljedećem koraku za glavne uzročnike određuju se sporedni uzročnici. Glavni uzročnici oslikavaju samo općenite kategorije. Pravi uzroci su zapravo sporedni uzroci koji se mogu još dalje granati. Što je raščlamba detaljnija,

¹⁶ cf. supra točka 3.3.

vjerovatnost prepoznavanja uzroka je veća, odnosno ako se eliminiraju dijelovi proizvodnje koji zadovoljavaju zadane kriterije kvalitete preostaju samo "problematični dijelovi" [73].

Prema postupku opisanom u tablici 5.11. izrađen je i dijagram uzroka i posljedica procesa I, te predložen slikom 5.4.



Slika 5.4. Ishikawa dijagram procesa I

Dijagram uzroka i posljedica ukazao je na mesta u proizvodnom procesu koja prema ocjeni analitičara pojačanim (crveno) ili značajnijim intenzitetom (plavo), djeluju kao mogući uzrok pogrešaka u procesu rezanja cijevi na mjeru. Prepoznavanjem uzroka pojava nesukladnosti omogućena je procjena pogrešaka koji su do njih doveli i to:

- vjerovatnost pojavljivanja pogreške koja dovodi do nesukladnosti,
- ozbiljnost odnosno težina posljedice (nesukladnosti) i
- vjerovatnost otkrivanja nesukladnosti,

što je ukazalo na mogućnost korištena FMEA¹⁷ alata kao prikladnog za provođenje mjera smanjenja nesukladnosti.

Navedenim karakteristikama dodjeljuju se numeričke vrijednosti iz kojih se njihovim množenjem određuje vrijednost prioriteta rizika (engl. *Risk Priority Number – RPN*). Za vjerovatnost pojavljivanja i ozbiljnost pogreške, vrijednosti se dodjeljuju proporcionalno. Ako

¹⁷ Analiza mogućih grešaka i njihovih posljedica (FMEA-Failure Mode and Effect Analysis)

je vjerojatnost pojavljivanja veća i dodijeljena numerička vrijednost bit će viša. Pri procjenjivanju vjerojatnosti otkrivanja, vrijednosti se dodjeljuju obrnuto proporcionalno, što znači da, ako je vjerojatnost otkrivanja veća, dodijeljena će vrijednost biti manja [74].

Za određivanje RPN-a korištena je modificirana FMEA tablica pomoću koje su u konačnici dobivene relevantne vrijednosti RPN-a. Slijed kreiranja FMEA sastoji se od narednih koraka:

- I. Definiranje proizvodnog procesa (1), identificiranja mogućih nedostataka (2) i ocjenjivanja mogućih posljedica uslijed pojave nedostatka u procesu proizvodnje (3). Uvažavanjem navedenih čimbenika dodjeljuje se ukupna ocjena kritičnosti (S).
- II. Prepoznavanje mogućih uzroka, njihova karaktera i nedostatka te donošenje ocjene njihove učestalosti (O).
- III. Analiziranje primjenjenog nadzora radnog procesa te dodjeljivanje ocjene mogućnosti otkrivanja pogrešaka primjenom aktualnih metoda nadzora i kontrola (D).
- IV. Izračun vrijednosti prioriteta rizika prema izrazu: $RPN = O \times S \times D$.

U analiziranom primjeru vrijednosti RNP veće od 100 smatraju se značajnim, one u rasponu vrijednosti od 10 do 100 smatraju se manje značajnim, dok se vrijednosti ispod 10 smatraju bezznačajnjima. Obrazac I. FMEA analize za izračun RPN prikazan je u tablici 5.12.

Tablica 5.12. FMEA obrazac I - izračun RPN

I				II		III		IV
Proizvodni proces	Mogući nedostatak	Moguća posljedica uslijed pojave nedostatka	Ocjena kritičnosti (S)	Mogući uzroci i karakter nedostatka	Ocjena učestalosti (O)	Primjenjeni nadzor procesa	Ocjena mogućnosti otkrivanja (D)	RPN
Stroj za rezanje	Kut nagiba trake	Ugrožena funkcija proizvoda	7	Ljudski faktor /kvar stroja	4	Mjerenje	6	168
	Broj okretaja			Kvar stroja		Mjerenje		
	Proizvođač			Ljudski faktor		Vizualna kontr.		
Tehnologija	Točna mjera	Ugrožena funkcija proizvoda	5	Ljudski faktor	5	Vizualna kontr.	5	125
	Jasnoća			Ljudski faktor		Vizualna kontr.		
	Pravovremenost			Ljudski faktor		Vizualna kontr.		
Čovjek	Smjenski rad	Ugrožena funkcija proizvoda	4	Ljudski faktor	5	Vizualna kontr.	6	120
	Prekovremeni rad			Ljudski faktor		Vizualna kontr.		
	Obim posla			Ljudski faktor		Vizualna kontr.		
Održavanje Rasvjeta	Rasvjeta radnog mjesta	Ugrožena funkcija proizvoda	5	Kvar / održavanje radnog mjesta/hale	5	Preventivno održavanje	5	125
	Rasvjeta hale			Ljudski faktor		Vizualna kontr.		

Vrijednosti RPN-a u sva četiri čimbenika proizvodnog procesa poprimaju vrijednosti veće od 100, što ukazuje na potrebu provođenja određenih korektivnih aktivnosti. Korekcije se zasnivaju na rezultatima dobivenim dijagramom uzroka i posljedica.

Obrazac II. FMEA analize, u kojem se opisuju korektivne vrijednosti, prikazan je u tablici 5.13.

Tablica 5.13. FMEA obrazac II –korektivne aktivnosti

PROIZVODNI PROCES	V Preporučene korektivne aktivnosti	VI Odgovornost i predviđeni rokovi	VII Poduzete aktivnosti	VIII Ostvareni rezultati i ponovljeno ocjenjivanje			
				Ocjena kritičnosti (S)	Ocjena učestalosti (O)	Ocjena mogućnosti otkrivanja (D)	RPN
Stroj za rezanje	Ugraditi graničnik	Poslovoda/ing. spec. kontrolor	Ugrađen graničnik	5	3	5	75
	Ugraditi brojač okretaja	Poslovoda/ing. spec. kontrolor	Ugrađen brojač okretaja				
Rezna traka	Rangirati proizvod	Poslovoda/ing. spec. kontrolor	Rangiranje izvršeno				
Tehnologija	100% vizualna kontrola	Poslovoda/ing. spec. kontrolor	Uspostavljen nadzor	4	4	4	64
	100% vizualna kontrola	Poslovoda/ing. spec. kontrolor	Uspostavljen nadzor				
Dokumentacija	Izrada liste prioriteta	Poslovoda operativne pripreme/ing.spec.	Lista izrađena				
Čovjek	Izraditi plan za: a) smjenski rad, b) prekovremeni rad	Poslovoda/ing. spec. kontrolor	Plan izrađen	3	4	5	60
	Izrada liste prioriteta	Poslovoda operativne pripreme/ing.spec.	Lista izrađena				
Održavanje	100% viz.kont./uskladit radno mjesto prema HTZ	Poslovoda/ing.spec.	Uskladjena rasvjeta Nadzor uspostavljen	3	3	3	27
Rasvjeta	100%viz.kont./uskl adit radno mjesto prema HTZ	Poslovoda/ing.spec.	Uskladjena rasvjeta Nadzor uspostavljen				

Korektivnim aktivnostima pristupilo se odmah po završetku postupka analize i procjene. Načelni slijed, od preporuke za provođenja korektivnih aktivnosti do vrednovanja rezultata primijenjenih aktivnosti, prikazuje se tablično drugim dijelom FMEA obrasca koji je kreiran provođenjem sljedećih koraka:

- I. Preporučene korektivne aktivnosti odnose se na poboljšanja strojeva za rezanje (ugradnjom graničnika, brojača okretaja), pojačanom kontrolom, izradom liste prioriteta u proizvodnom procesu, kadrovskim rješenjima (smjenski i prekovremeni rad) i poboljšanjem uvjeta rada (rasvjeta, buka).

- II. Određivanjem nosioca izvršenja i rokova u kojima korektivne aktivnosti trebaju biti poduzete.
- III. Analiziranje poduzetih aktivnosti.
- IV. Ponovno ocjenjivanje i analiza ostvarenih rezultata.

Zbog specifičnosti proizvodnog procesa u brodogradnji, kao velikom poslovnom sustavu, dijelovi procesa korekcije, koji su vezani uz troškove, nabavku nove opreme ili kadrovske promjene, provode se postupno, te je s vremenom potrebno ažurirati odnosno ponoviti postupak.

5.3.3. Analiza učinaka provedenih mjer SUUK-a u projektu C

Po završetku projekta "C" pristupilo se analizi pokazatelja kvalitete, te njihovoj usporedbi s polaznim vrijednostima (dostignuta izvrsnost – prosječne vrijednosti projekata "A" i "B"). Dostignuta izvrsnost u projektu C u odnosu na \overline{AB} prikazani su u tablici 5.14.

Tablica 5.14. Dostignuta izvrsnost u projektu C u odnosu na \overline{AB}

PROJEKT		C		\overline{AB}		POBOLJŠANJA %	
PROCES	OPERACIJE	DORADA	ŠKART	DORADA	ŠKART	DORADA	ŠKART
I	Trasiranje i rezanje cijevi	101	19	130	28	22,31%	32,14%
	Savijanje cijevi	39	39	85	57	54,12%	31,58%
	Izrada cijevi	144	47	198	68	27,27%	30,88%
II	Zavarivanje	117	10	115	24	-1,74%	58,33%
	Brušenje	49	58	56	54	12,50%	-7,41%
	Tlačenje	194	58	166	73	-16,87%	20,55%
III	Sačmarenje	31	1	25	1	-24,00%	0,00%
	Pocinčavanje	11	17	13	16	15,38%	-6,25%
	Čišćenje i pasivizacija	19	3	20	2	5,00%	-50,00%
	Bojanje	18	11	28	12	35,71%	8,33%
IV	Razvrstavanje	101	81	114	38	11,40%	-113,2%
	Montaža	181	40	153	76	-18,30%	47,37%

U tablici 5.14. istaknute su dostignute izvrsnosti operacija, u odnosu na polazne vrijednosti, koje tako za buduće projekte predstavljaju referentnu izvrsnost. Plavom bojom istaknuta su dostignuta poboljšanja, dok su crvenom bojom istaknute operacije u kojima poboljšanja nisu postignuta. Dostignute izvrsnosti prema procesima predočavaju se tablicom 5.15.

Tablica 5.15. Dostignuta izvrsnost procesa u projektu C u odnosu na \overline{AB}

PROJEKT		C		\overline{AB}		POBOLJŠANJA %	
PROCESI	DORADA	ŠKART	DORADA	ŠKART	DORADA	ŠKART	
PROCES I	284	105	414	153	31,40%	31,37%	
PROCES II	360	126	338	152	-6,51%	17,11%	
PROCES III	79	32	85	31	7,06%	-3,23%	
PROCES IV	282	121	267	114	-5,62%	-6,14%	

U tablici 5.15. istaknute su dostignute izvrsnosti procesa, u odnosu na polazne vrijednosti koje tako za buduće projekte, predstavljaju referentnu izvrsnost. Plavom bojom istaknuta su

dostignuta poboljšanja, dok su crvenom bojom istaknuti procesi u kojima poboljšanja nisu postignuta.

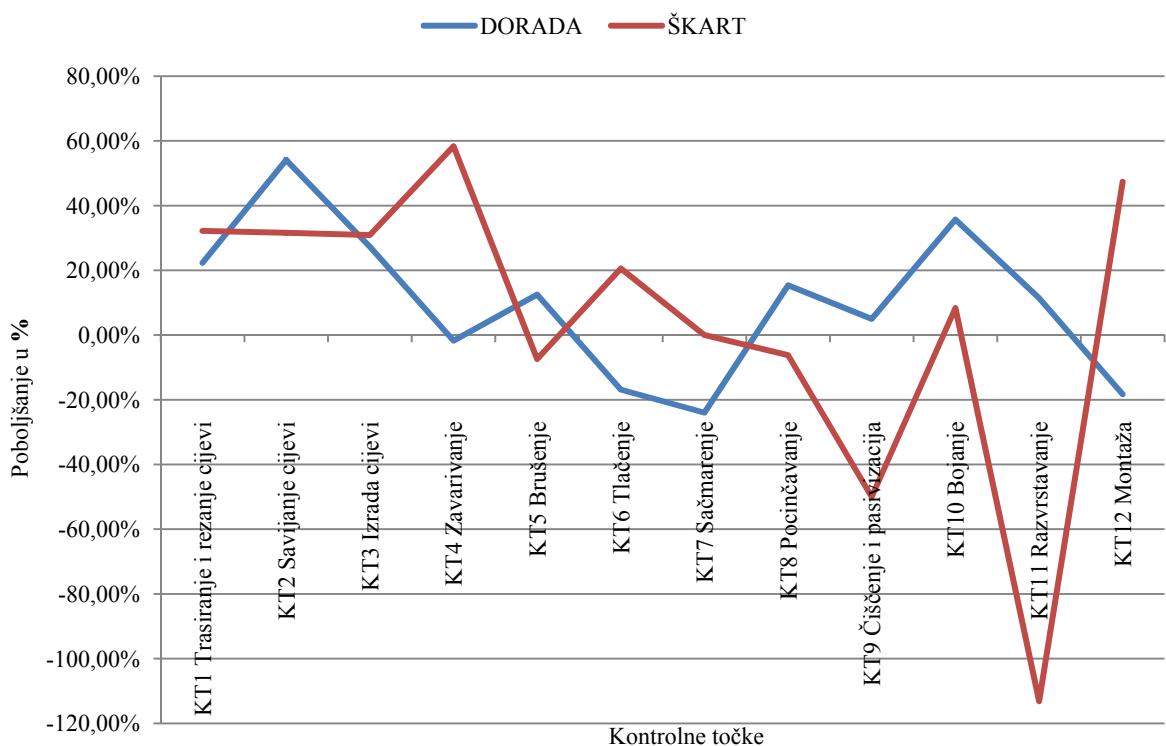
Primijenjene mjere upravljanja kvalitetom rezultirale su kako slijedi:

- 1) Ukupan broj ustanovljenih nesukladnosti **smanjen je** s 1554 na 1389, odnosno za 10,62%;
- 2) Ustanovljene nesukladnosti dorade **smanjene su** s 1104 na 1005, odnosna za 8,97%;
- 3) Ustanovljene nesukladnosti škarta **smanjene su** s 450 na 384, odnosno za 14,67%.

Promatrano prema procesima posebice su do izražaja došla poboljšanja u koja su bila ciljano usmjereni na proces I. Prema procesima zabilježeni su slijedeći rezultati:

- 1) U procesu I, ustanovljene nesukladnosti dorade **smanjene su** za 31,40%, dok su ustanovljene nesukladnosti škarta **smanjene** za 31,37%;
- 2) U procesu II, ustanovljene nesukladnosti dorade **povećane su** za 6,51%, dok su ustanovljene nesukladnosti škarta **smanjene** za 17,11%;
- 3) U procesu III, ustanovljene nesukladnosti dorade **smanjene su** za 7,06%, dok su ustanovljene nesukladnosti škarta **povećane** za 3,23%, i
- 4) U procesu IV, ustanovljene nesukladnosti dorade **povećane su** za 5,62%, kao i ustanovljene nesukladnosti škarta za 6,14%.

Slikovito se učinak primjenjenih mera u projektu C može predviđiti slikom 5.5.



Slika 5.5. Učinak primjenjenih mera upravljanja kvalitetom u projektu "C"

Iz slike 5.5. vidljivo je znakovito poboljšanje nesukladnosti dorade u KT2, te nesukladnosti škarta u KT4 i KT12. Općenito uvezši, poduzete mjeru su ostvarile pozitivan učinak u

procesu I. što se je djelomično prenijelo na proces II, ali je izostao očekivani učinak na proces IV, odnosno krajnji proizvod.

Analiza drugog pokazatelja prema operacijama, odnosno N(ppm)-a operacija, prikazana je tablicom 5.16.

Tablica 5.16. Dostignute vrijednosti N(ppm) operacija u projekta C

PROCES	OPERACIJE	BROJ ZAHTJEVA	KONTROLNE TOČKE	VRIJEDNOST N(PPM)-A PROJEKTU C	$\overline{N(ppm)}$ PROJEKATA AB	POBOLJŠANJE U %
I	Trasiranje i rezanje cijevi	1	KT1	7985	10490	23,88%
	Savijanje cijevi	1	KT2	5190	9428	44,95%
	Izrada cijevi	1	KT3	12709	17660	28,04%
II	Zavarivanje	1	KT4	8450	9229	8,44%
	Brušenje	1	KT5	7120	7303	2,51%
	Tlačenje	1	KT6	16768	15868	-5,67%
III	Saćmarenje	1	KT7	2129	1726	-23,35%
	Pocinčavanje	1	KT8	1863	1925	3,22%
	Čišćenje i pasivizacija	1	KT9	1464	1461	-0,21%
	Bojanje	1	KT10	1930	2656	27,33%
IV	Razvrstavanje	3	KT11	4037	3364	-20,01%
	Montaža	3	KT12	4902	5068	3,28%

U tablici 5.16. plavom bojom su istaknute dostignute izvrsnosti operacija, u odnosu na polazne vrijednosti, koje tako za buduće projekte predstavljaju referentni N(ppm). Crvenom bojom istaknute su vrijednosti u operacijama gdje nije postignuto poboljšanje N(ppm)-a.

Analiza drugog pokazatelja prema procesima, odnosno N(ppm)-a procesa, prikazana je tablicom 5.17.

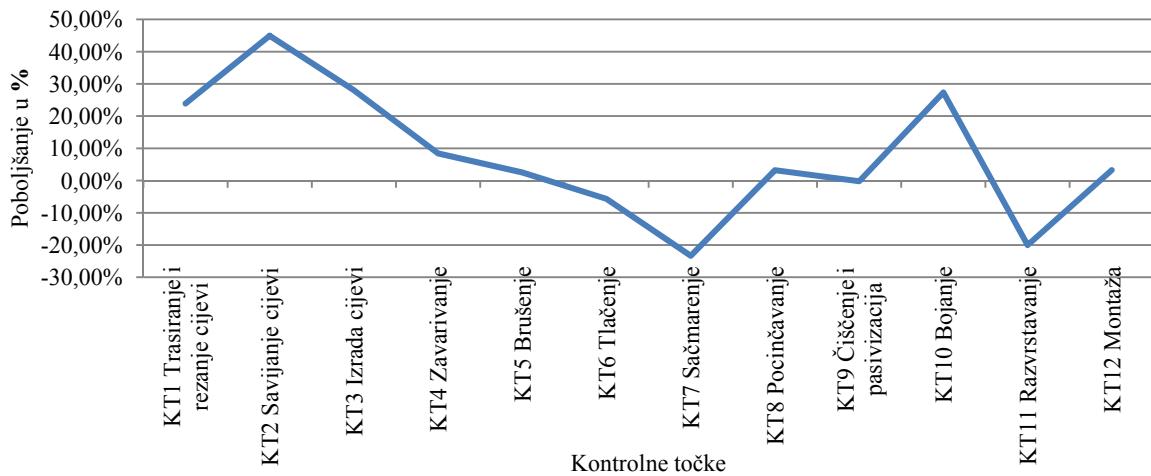
Tablica 5.17. Dostignute vrijednosti N(ppm) procesa projekta C

OPERACIJE	VRIJEDNOST N(PPM)-A PROJEKTU C	$\overline{N(ppm)}$ PROJEKATA AB	POBOLJŠANJE U %
PROCES I	25883	37644	31,24%
PROCES II	32337	32532	0,60%
PROCES III	7386	7702	4,10%
PROCES IV	8938	8432	-6,00%

U tablici 5.17. plavom bojom su istaknute dostignute izvrsnosti procesa, u odnosu na polazne vrijednosti, koje tako za buduće projekte predstavljaju referentni N(ppm). Crvenom bojom istaknute su vrijednosti u procesima gdje nije postignuto poboljšanje N(ppm)-a.

Ukupne vrijednosti N(ppm)-a u projektu C, smanjene su u odnosu na projekt AB, s 34391 na 30807, odnosno za 10,42%.

Grafički se učinak primjenjenih mjera u projektu C može predočiti slikom 5.6.



Slika 5.6. Učinak primjenjenih mjera na N(ppm) u projektu C

Iz slike 5.6. vidljivo je znakovito poboljšanje N(ppm) u KT2, te "nerazjašnjivo" u KT10. Općenito uvezši, poduzete mjere su ostvarile pozitivan učinak u procesu I, što se djelomično prenijelo na proces II, ali je izostao očekivani učinak na proces IV, odnosno krajnji proizvod.

Analiza trećeg pokazatelja prema operacijama, odnosno poboljšanja izražena u postocima, prikazuju se u tablici 5.18., dok su veličine, temeljem kojih se došlo do navedenih rezultata, prikazane u prilogu II.

Tablica 5.18. Ostvarena poboljšanja po operacijama u projektu C u odnosu na \bar{AB}

PROCES	OPERACIJA	POBOLJŠANJA U %				
		KT	tD(PS)	tŠ(PS)	TPS	TDŠ(M)
I	Trasiranje i rezanje cijevi	KT1	22,53%	32,97%	31,57%	29,61%
	Savijanje cijevi	KT2	54,17%	31,20%	32,66%	34,29%
	Izrada cijevi	KT3	27,42%	30,91%	30,59%	30,16%
II	Zavarivanje	KT4	-1,76%	59,12%	47,10%	39,58%
	Brušenje	KT5	12,80%	-7,78%	-7,52%	-5,67%
	Tlačenje	KT6	-16,63%	20,96%	15,69%	14,03%
III	Saćmarenje	KT7	-25,79%	14,04%	-3,95%	-13,79%
	Pocinčavanje	KT8	14,51%	-4,33%	-3,32%	-2,84%
	Čišćenje i pasivizacija	KT9	4,04%	-25,71%	-23,04%	-11,43%
	Bojanje	KT10	34,78%	5,49%	6,20%	11,30%
IV	Razvrstavanje	KT11	11,20%	-112,61%	-108,45%	-84,09%
	Montaža	KT12	-18,32%	47,50%	21,40%	36,48%

U tablici 5.18. istaknute su dostignute izvrsnosti operacija, u odnosu na polazne vrijednosti, koje tako za buduće projekte predstavljaju referentnu izvrsnost. Plavom bojom istaknuta su dostignuta poboljšanja, dok su crvenom bojom istaknute operacije u kojima poboljšanja nisu postignuta.

Analiza trećeg pokazatelja prema procesima, odnosno poboljšanja izražena u postocima, prikazuju se u tablici 5.19., dok su veličine, temeljem kojih se došlo do navedenih rezultata, prikazane u prilogu II.

Tablica 5.19. Ostvarena poboljšanja po procesima u projektu C u odnosu na AB

PROCESI	POBOLJŠANJA U %			
	tD(PS)	tŠ(PS)	TPS	TDŠ(M)
PROCES I	32,84%	31,38%	31,51%	31,43%
PROCES II	-11,08%	16,99%	13,88%	12,61%
PROCES III	0,72%	-1,64%	-1,48%	0,31%
PROCES IV	-17,75%	3,91%	-3,19%	-5,85%

U tablici 5.19. istaknute su dostignute izvrsnosti procesa, u odnosu na polazne vrijednosti, koje tako za buduće projekte predstavljaju referentnu izvrsnost. Plavom bojom istaknuta su dostignuta poboljšanja, dok su crvenom bojom istaknute one vrijednosti u procesima u kojima poboljšanja nisu postignuta.

Primijenjene mjere upravljanja kvalitetom rezultirale su kako slijedi:

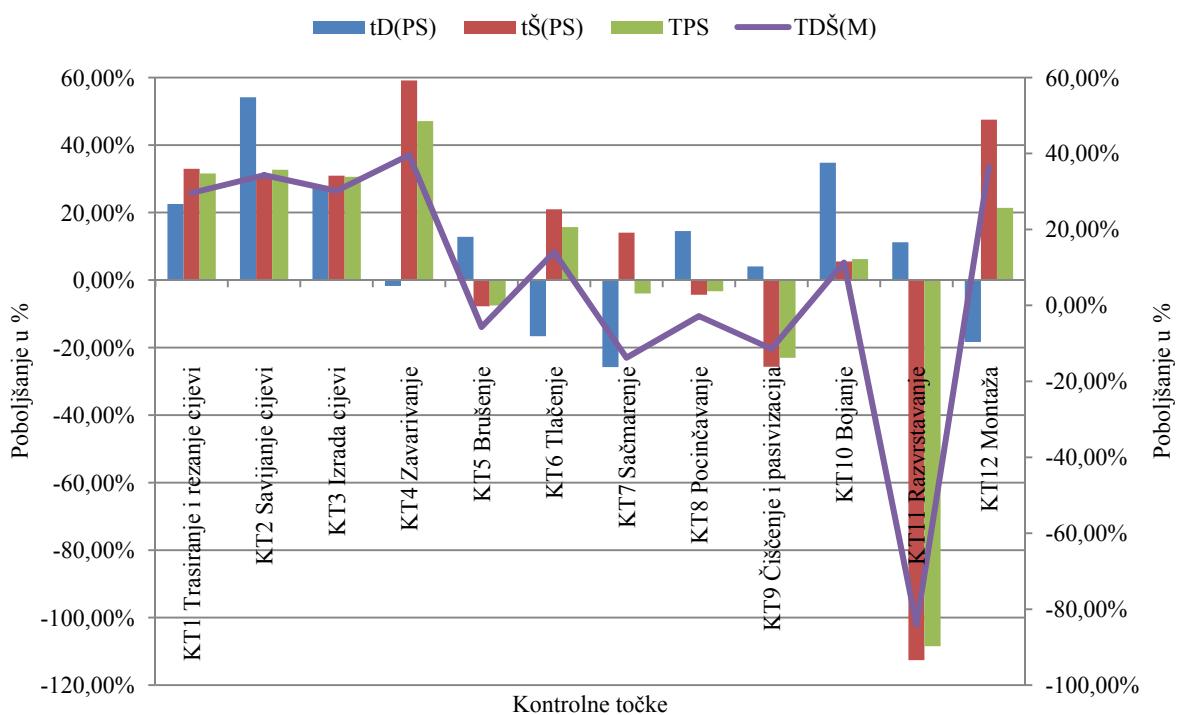
- 1) Ukupni troškovi dodatnih proizvodnih sati, nastalih zbog ustanovljenih nesukladnosti, **smanjeni su** za 10,13%;
- 2) Ukupni troškovi dodatnog materijala, zbog ustanovljenih nesukladnosti dorade i škarta, **smanjeni su** za 13,60%;
- 3) Ukupni troškovi dodatnih proizvodnih sati, nastalih zbog ustanovljenih nesukladnosti dorade, **povećan je** za 10,54% i
- 4) Ukupni troškovi dodatnih proizvodnih sati, nastalih zbog ustanovljenih nesukladnosti škarta, **smanjeni su** za 15,04%.

Promatrano prema procesima, posebice su do izražaja došla poboljšanja u koja su bila ciljano usmjerena na proces I. Prema procesima zabilježena su slijedeći rezultati:

- 1) u procesu I.
 - ukupni troškovi dodatnih proizvodnih sati, nastalih zbog ustanovljenih nesukladnosti, **smanjeni su** za 31,51%,
 - ukupni troškovi dodatnog materijala, zbog ustanovljenih nesukladnosti dorade i škarta, **smanjeni su** za 31,43%,
 - ukupni troškovi dodatnih proizvodnih sati, nastalih zbog ustanovljenih nesukladnosti dorade, **smanjeni su** za 32,84%,
 - ukupni troškovi dodatnih proizvodnih sati, nastalih zbog ustanovljenih nesukladnosti škarta, **smanjeni su** za 31,38%.
- 2) u procesu II.
 - ukupni troškovi dodatnih proizvodnih sati, nastalih zbog ustanovljenih nesukladnosti, **smanjeni su** za 13,88%,
 - ukupni troškovi dodatnog materijala, zbog ustanovljenih nesukladnosti dorade i škarta, **smanjeni su** za 12,61%,
 - ukupni troškovi dodatnih proizvodnih sati, nastalih zbog ustanovljenih nesukladnosti dorade, **povećani su** za 11,08%,

- ukupni troškovi dodatnih proizvodnih sati, nastalih zbog ustanovljenih nesukladnosti škarta, **smanjeni su za 16,99%**.
- 3) u procesu III.
- ukupni troškovi dodatnih proizvodnih sati, nastalih zbog ustanovljenih nesukladnosti, **povećani su za 1,48%**,
 - ukupni troškovi dodatnog materijala, zbog ustanovljenih nesukladnosti dorade i škarta, **povećani su za 0,31%**,
 - ukupni troškovi dodatnih proizvodnih sati, nastalih zbog ustanovljenih nesukladnosti dorade, **smanjeni su za 0,72%**,
 - ukupni troškovi dodatnih proizvodnih sati, nastalih zbog ustanovljenih nesukladnosti škarta, **povećani su za 1,64%**.
- 4) u procesu IV
- ukupni troškovi dodatnih proizvodnih sati, nastalih zbog ustanovljenih nesukladnosti, **povećani su za 3,19%**,
 - ukupni troškovi dodatnog materijala, zbog ustanovljenih nesukladnosti dorade i škarta, **povećani su za 5,85%**,
 - ukupni troškovi dodatnih proizvodnih sati, nastalih zbog ustanovljenih nesukladnosti dorade, **povećani su za 17,75%**,
 - ukupni troškovi dodatnih proizvodnih sati, nastalih zbog ustanovljenih nesukladnosti škarta, **smanjeni su za 3,91%**.

Grafički se učinak primijenjenih mjeru u projektu "C", koje su se odrazile na troškove kvalitete, može predočiti slikom 5.7.



Slika 5.7. Učinak primijenjenih mjer na troškove kvalitete u projektu C

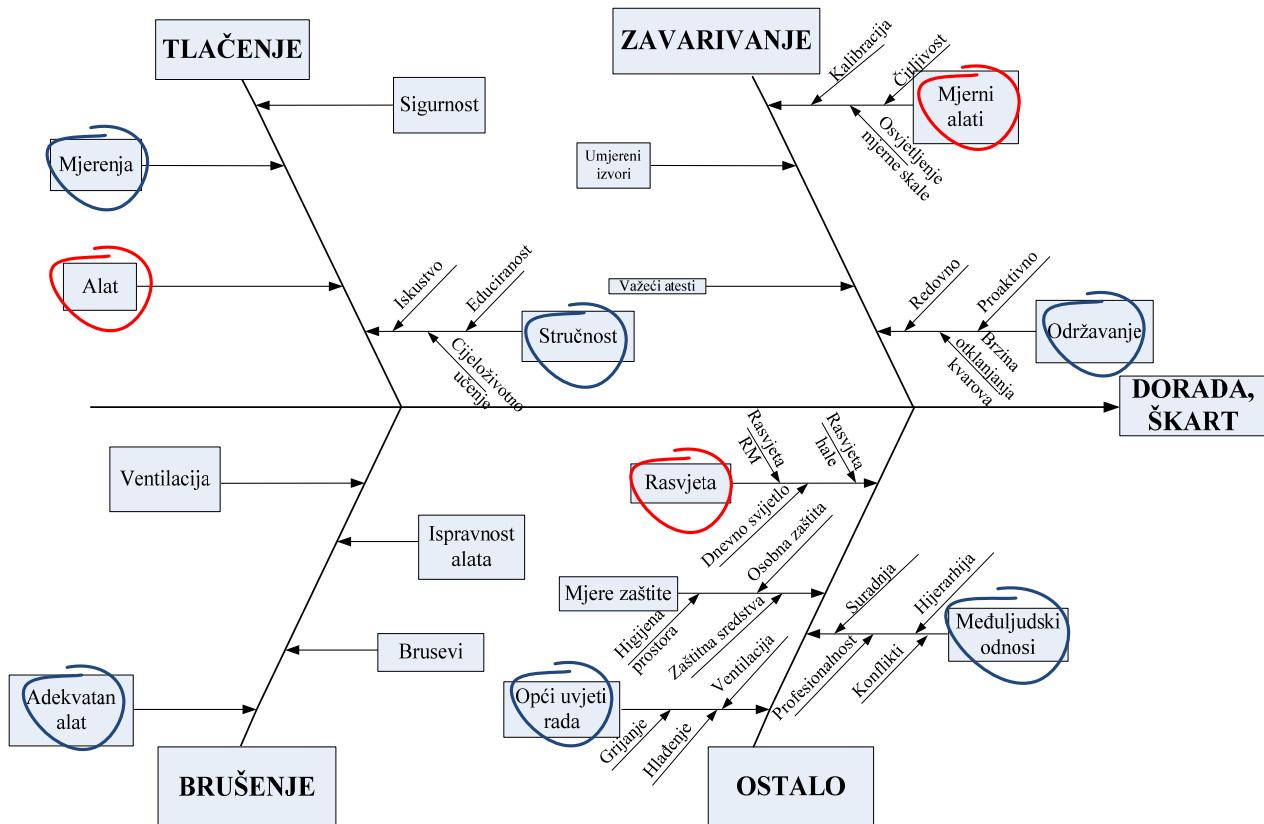
Zbog jasnoće prikaza, u grafikonu predočenom slikom 5.7., stupcima su prikazani ukupni troškovi, troškovi dorade i troškovi škarta u proizvodnim satima prema lijevoj osi grafikona, dok su objedinjeni troškovi dodatnog materijala dorade i škarta linijski, i odnose se na desnu os grafikona.

Iz slike 5.7. vidljivo je znakovito poboljšanje (smanjenje) troškova kvalitete u KT4 i KT12. Općenito uzevši, poduzete mjere su ostvarile pozitivan učinak u procesu I., djelomično se prenijelo na proces II., a tek se djelomično odrazilo na proces IV., odnosno krajnji proizvod.

5.3.4. Primjena metoda SUUK-a u projektu D

Analiza učinaka provedenih mjera SUUK-a na sva tri ključna pokazatelja uspješnosti kvalitete, ukazuje da one imaju pozitivan karakter, te da su dobiveni rezultati zadovoljavajući. Promatrajući projekt kroz procese izostalo je očekivano poboljšanje na IV. završni proces (na što je upućivala logika brainstorminga), te je za nastavak odlučeno da se pored redovnih mjera SUUK-a i na proces II., kao prepoznatoj TPP, primjeni tehniku prepoznavanja uzroka i posljedica, i odgovarajuće mjere koje bi doprinijele poboljšanju.

U projektu D nastavljeno je, u projektu C započeto, korištenje alata SUUK-a u procesu I. Usporedno s time, napravljen je dijagram uzroka i posljedica za proces II., slika 5.8., i odmah je započela njegova primjena.



Slika 5.8. Ishikawa dijagram procesa II.

Dijagram uzroka i posljedica ukazao je na mesta u proizvodnom procesu II., koja prema ocjeni analitičara, pojačanim (crveno) ili značajnijim intenzitetom (plavo) djeluju kao mogući uzrok pogrešaka u procesu zavarivanja cijevnih spojeva.

5.3.5. Analiza učinaka primijenjenih mjera u projektu D

Po završetku projekta D pristupilo se analizi pokazatelja kvalitete te njihovo usporedbi s dostignutom izvrsnosti, tablica 5.20.

Tablica 5.20. Dostignuta izvrsnost operacija u projektu D u odnosu na prethodne projekte

PROJEKT		D		DOSTIGNUTA IZVRSNOST U PROJEKTIMA AB I C		POBOLJŠANJA %	
PROCES	OPERACIJE	DORADA	ŠKART	DORADA	ŠKART	DORADA	ŠKART
I	Trasiranje i rezanje cijevi	104	56	101	19	-2,97%	-194,7%
	Savijanje cijevi	40	40	39	39	-2,56%	-2,56%
	Izrada cijevi	112	48	144	47	22,22%	-2,13%
II	Zavarivanje	52	39	115	10	54,78%	-290,0%
	Brušenje	33	33	49	54	32,65%	38,89%
	Tlačenje	130	39	166	58	21,69%	32,76%
III	Sačmarenje	32	1	25	1	-28,00%	0,00%
	Pocinčavanje	28	17	11	16	-154,6%	-6,25%
	Čišćenje i pasivizacija	19	3	19	2	0,00%	-50,00%
	Bojanje	1	11	18	11	94,44%	0,00%
IV	Razvrstavanje	165	83	101	38	-63,37%	-118,4%
	Montaža	103	62	153	40	32,68%	-55,00%

U tablici 5.20. istaknute su dostignute izvrsnosti operacija u odnosu na polazne vrijednosti, koje tako za buduće projekte predstavljaju referentnu izvrsnost. Plavom bojom istaknuta su dostignuta poboljšanja, dok su crvenom bojom istaknute operacije u kojima poboljšanja nisu postignuta. Dostignute izvrsnosti procesa u projektu D u odnosu na prethodne projekte, predviđava se tablicom 5.21.

Tablica 5.21. Dostignuta izvrsnost procesa u projektu D u odnosu na prethodne projekte

PROJEKT	D		DOSTIGNUTA IZVRSNOST U PROJEKTIMA AB I C		POBOLJŠANJA %	
PROCESI	DORADA	ŠKART	DORADA	ŠKART	DORADA	ŠKART
PROCES I	256	144	284	105	9,86%	-37,14%
PROCES II	215	111	330	122	34,85%	9,02%
PROCES III	80	33	73	30	-9,59%	-10,00%
PROCES IV	268	144	254	78	-5,51%	-84,62%

U tablici 5.21. istaknute su dostignute izvrsnosti procesa, u odnosu na polazne vrijednosti, koje tako za buduće projekte predstavljaju referentnu izvrsnost. Plavom bojom istaknuta su

dostignuta poboljšanja, dok su crvenom bojom istaknuti procesi u kojima poboljšanja nisu postignuta. Dostignute izvrsnosti predstavljaju referentnu izvrsnost za buduće projekte.

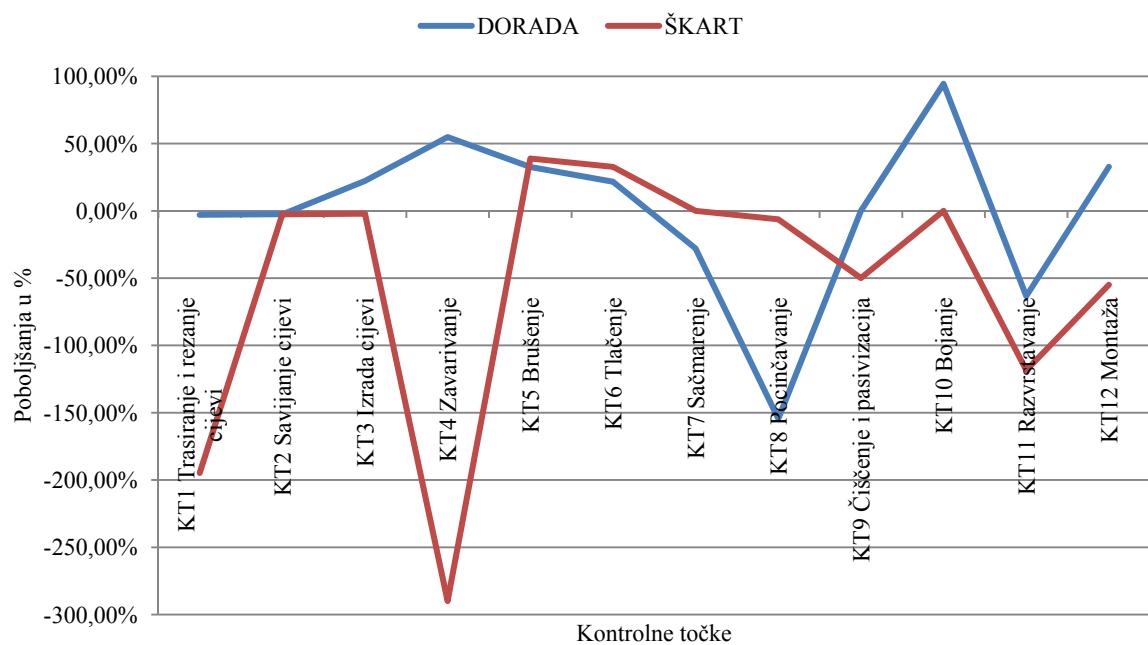
Primjenjene mjere upravljanja kvalitetom rezultirale su kako slijedi:

- 1) Ukupan broj ustanovljenih nesukladnosti **smanjen je** s 1276 na 1250, odnosno za 2,04%;
- 2) Ustanovljene nesukladnosti dorade **smanjene su** s 941 na 819, odnosno za 12,96% i
- 3) Ustanovljene nesukladnosti škarta **povećane su** s 335 na 432, odnosno za 28,96%.

Promatrano prema procesima, posebice su do izražaja došla poboljšanja u koja su bila ciljano usmjerenja na proces II. Prema procesima zabilježena su slijedeći rezultati:

- 1) U procesu I., ustanovljene nesukladnosti dorade **smanjene su** za 9,86%, dok su ustanovljene nesukladnosti škarta **povećane za** 37,14%;
- 2) U procesu II., ustanovljene nesukladnosti dorade **smanjene su** za 34,85%, dok su ustanovljene nesukladnosti škarta **smanjene za** 9,02%;
- 3) U procesu III., ustanovljene nesukladnosti dorade **povećane su** za 9,59%, dok su ustanovljene nesukladnosti škarta **povećane za** 10,00% i
- 4) U procesu IV., ustanovljene nesukladnosti dorade **povećane su** za 5,51%, dok su ustanovljene nesukladnosti škarta **povećane za** 84,62%.

Grafički se učinak primjenjenih mjera u projektu D može predočiti slikom 5.9.



Slika 5.9. Učinak primjenjenih mjera upravljanja kvalitetom u projektu D

Iz slike 5.9. vidljivo je znakovito poboljšanje nesukladnosti dorade u KT4 i KT10, te nesukladnosti škarta u KT5. Također je znakovito "nerazjašnjeno" povećanje škart u KT1, KT4 i KT11.

Općenito uvezvi, poduzete mjere su ostvarile pozitivan učinak u procesu I. i procesu II. na nesukladnost dorade, dok je izostalo, odnosno, čak se i povećao udio škarta u tim procesima. Analiza drugog pokazatelja prema operacijama, odnosno N(ppm)-a operacija, prikazana je tablicom 5.22.

Tablica 5.22. Dostignute vrijednosti N(ppm) operacija u projektu D

PROCES	OPERACIJE	BROJ ZAHTJEVA	KONTROLNE TOČKE	VRIJEDNOST N(ppm)-a U PROJEKTU D	DOSTIGNUTA VRIJEDNOST N(ppm)-a u AB i C PROJEKTU	POBOLJŠANJE U %
I	Trasiranje i rezanje cijevi	1	KT1	10517	7985	-31,71%
	Savijanje cijevi	1	KT2	5259	5190	-1,33%
	Izrada cijevi	1	KT3	10517	12709	17,25%
II	Zavarivanje	1	KT4	5982	8450	29,21%
	Brušenje	1	KT5	4338	7120	39,07%
	Tlačenje	1	KT6	11109	15868	29,99%
III	Sačmarenje	1	KT7	2169	1726	-25,67%
	Pocinčavanje	1	KT8	2958	1863	-58,78%
	Čišćenje i pasivizacija	1	KT9	1446	1461	1,03%
	Bojanje	1	KT10	789	1930	59,12%
IV	Razvrstavanje	3	KT11	5434	3364	-61,53%
	Montaža	3	KT12	3615	4902	26,25%

U tablici 5.22. plavom bojom su istaknute dostignute izvrsnosti operacija, u odnosu na polazne vrijednosti, koje tako za buduće projekte predstavljaju referentni N(ppm). Crvenom bojom istaknute su vrijednosti u operacijama gdje nije postignuto poboljšanje N(ppm)-a.

Analiza drugog pokazatelja prema procesima, odnosno N(ppm)-a procesa, prikazana je tablicom 5.23.

Tablica 5.23. Dostignute vrijednosti N(ppm) procesa projekta D

OPERACIJE	VRIJEDNOST N(ppm)-a U PROJEKTU D	DOSTIGNUTA VRIJEDNOST N(ppm)-a u AB i C PROJEKTU	POBOLJŠANJE U %
PROCES I	26293	25884	-1,58%
PROCES II	21429	31438	31,84%
PROCES III	7428	6980	-6,42%
PROCES IV	9027	8266	-9,21%

U tablici 5.23. plavom bojom su istaknute dostignute izvrsnosti procesa, u odnosu na polazne vrijednosti, koje tako za buduće projekte predstavljaju referentni N(ppm). Crvenom bojom istaknute su vrijednosti u procesima gdje nije postignuto poboljšanje N(ppm)-a.

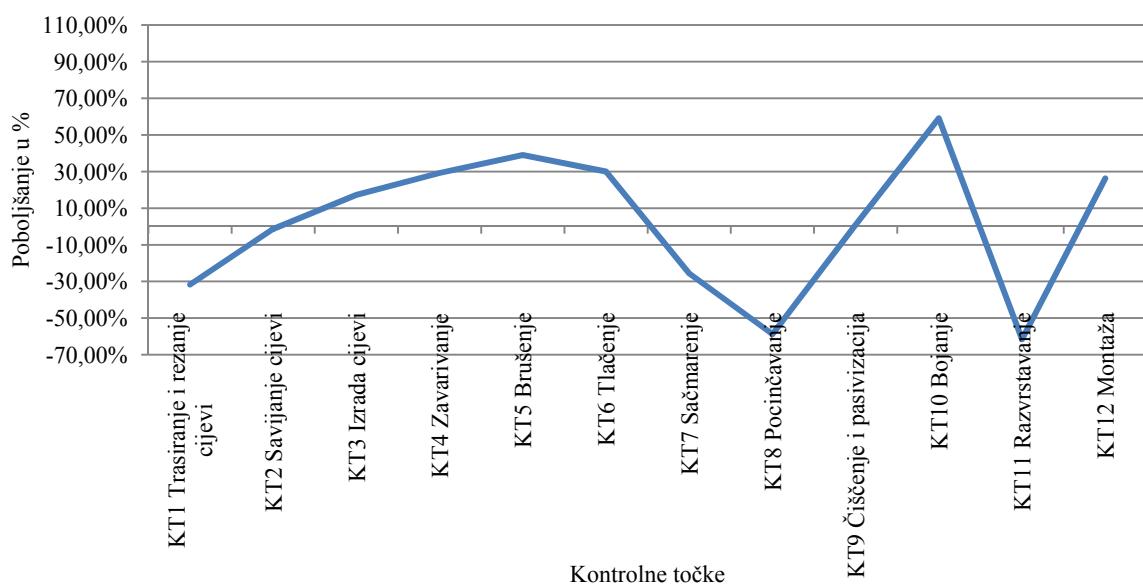
Primjenjene mjere upravljanja kvalitetom rezultirale su kako slijedi:

- 1) Ukupni N(ppm) **smanjen je s 30807 na 27411**, odnosno za 11,02%.

Prema procesima zabilježeni su slijedeći rezultati:

- 2) U procesu I., vrijednost N(ppm)-a **povećana je za 1,58%**, što ukazuje da nije postignut očekivani kontinuitet poboljšanja postignutog u projektu C;
- 3) U procesu II., vrijednost N(ppm)-a **smanjena je za 31,84%**, što je očigledan učinak primjenjenih mjer SUUK-a;
- 4) U procesu III., vrijednost N(ppm)-a **povećana je za 6,42%**, što se zbog specifičnosti operacija u tom procesu smatra prihvatljivim, iako su zabilježeni porasti u KT7, KT8 i KT9, što je donekle anulirano visokim poboljšanjem u KT 10 i
- 5) U procesu IV., vrijednost N(ppm)-a **povećana je za 9,21%**, što nije očekivano, s obzirom na neznatan porast vrijednosti N(ppm)-a u procesima I. i III., te znatnog poboljšanja u procesu II.

Promatrano prema procesima, posebice su do izražaja došla poboljšanja koja su bila ciljano usmjerenja na proces II. Ukupni učinak primjenjenih mjer na vrijednost N(ppm)-a, prikazuje se slikom 5.10.



Slika 5.10. Učinak primjenjenih mjer na vrijednosti N(ppm)-a u projektu D

Iz slike 5.10. vidljiva su poboljšanja u procesima I i II te djelomično u procesu III.

Analiza trećeg pokazatelja prema operacijama, odnosno poboljšanja izražena u postocima, prikazuju se u tablici 5.24., dok su veličine temeljem kojih se došlo do navedenih rezultata, prikazane u prilogu III.

Tablica 5.24. Ostvarena poboljšanja operacija u projektu D u odnosu na dostignute izvrsnosti u prethodnim projektima

PROCES	OPERACIJA	POBOLJŠANJA U % U ODNOSU DOSTIGNUTE IZVRSNOSTI U PROJEKTIMA AB i C				
		KT	tD(PS)	tŠ(PS)	TPS	TDŠ(M)
I	Trasiranje i rezanje cijevi	KT1	-2,97%	-194,74%	-165,61%	-128,09%
	Savijanje cijevi	KT2	-2,56%	-2,56%	-2,56%	-2,56%
	Izrada cijevi	KT3	22,23%	-2,13%	0,20%	3,50%
II	Zavarivanje	KT4	54,79%	-290,00%	-160,45%	-105,81%
	Brušenje	KT5	32,63%	38,89%	38,82%	38,46%
	Tlačenje	KT6	21,69%	32,76%	30,87%	30,29%
III	Sačmarenje	KT7	-28,00%	0,00%	-13,80%	-21,43%
	Pocinčavanje	KT8	-154,55%	-6,25%	-13,27%	-15,50%
	Čišćenje i pasivizacija	KT9	0,00%	-50,02%	-44,94%	-25,00%
	Bojanje	KT10	94,58%	0,00%	1,58%	13,09%
IV	Razvrstavanje	KT11	-63,37%	-118,42%	-116,77%	-106,86%
	Montaža	KT12	32,68%	-55,00%	-6,25%	-30,65%

U tablici 5.24. istaknute su dostignute izvrsnosti operacija u odnosu na polazne vrijednosti, koje tako za buduće projekte predstavljaju referentnu izvrsnost. Plavom bojom istaknuta su dostignuta poboljšanja, dok su crvenom bojom istaknute operacije u kojima poboljšanja nisu postignuta

Analiza trećeg pokazatelja prema procesima, odnosno poboljšanja izražena u postocima prikazuju se u tablici 5.25., dok su veličine temeljem kojih se došlo do navedenih rezultata, prikazane u prilogu III.

Tablica 5.25. Ostvarena poboljšanja po procesima u projektu D u odnosu na dostignute izvrsnosti u prethodnim projektima

PROCESI	POBOLJŠANJA U % U ODNOSU DOSTIGNUTE IZVRSNOSTI U PROJEKTIMA AB i C			
	tD(PS)	tŠ(PS)	TPS	TDŠ(M)
PROCES I	9,88%	-35,31%	-31,36%	-27,16%
PROCES II	32,16%	10,15%	13,08%	14,52%
PROCES III	-61,29%	-6,66%	-10,24%	-7,24%
PROCES IV	31,02%	-81,35%	-33,38%	-66,10%

U tablici 5.25. istaknute su dostignute izvrsnosti procesa u odnosu na polazne vrijednosti, koje tako za buduće projekte, predstavljaju referentnu izvrsnost. Plavom bojom istaknuta su dostignuta poboljšanja, dok su crvenom bojom istaknute one vrijednosti u procesima u kojima poboljšanja nisu postignuta.

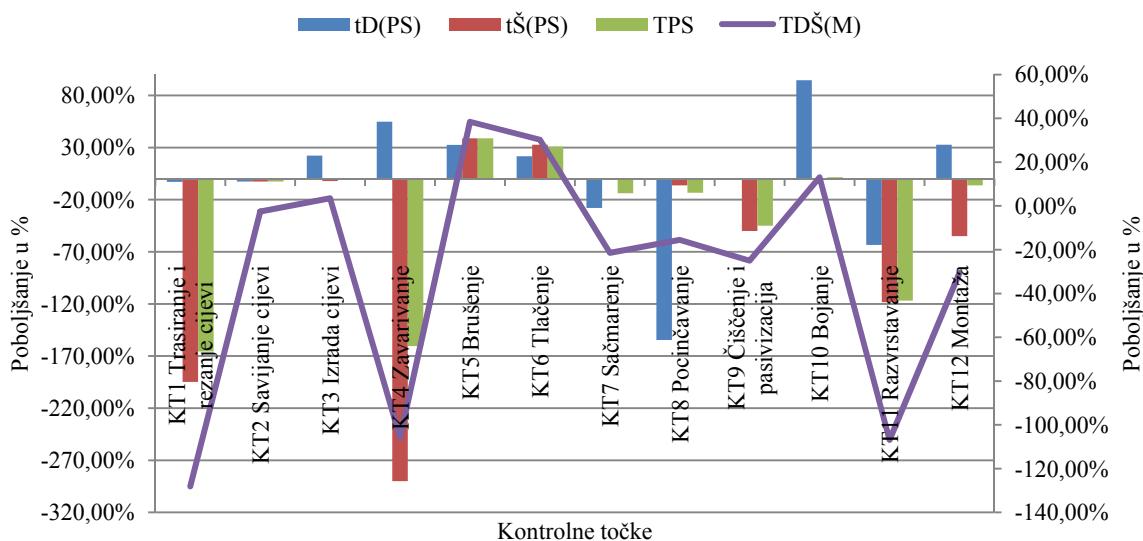
Primjenjene mjere upravljanja kvalitetom u projektu, u odnosu na dostignute izvrsnosti, s troškovnog gledišta, rezultirale su kako slijedi:

- 1) Ukupni troškovi zbog nesukladnosti dorade **smanjeni su** za 27,51%, što predstavlja značajno poboljšanje;
- 2) Ukupni troškovi nesukladnosti škarta **povećani su** za 31,19%, što znači da su ukupni učinci poduzetih mjeru izostali;
- 3) Ukupni troškovi zbog nesukladnosti izraženi u proizvodnim satima **povećani su** za 17,24%, što utječe na povećanje ukupnih troškova ali isto tako i ukazuje na izostanak učinka primjenjenih mjeru na troškove;
- 4) Ukupni troškovi dodatnog materijala, potrebnog uslijed nesukladnosti dorade i škarta, **povećani su** za 19,75%, što je u skladu s povećanim troškovima nesukladnosti škarta ali i "nerazjašnjrenom" obujmu povećanja troška škarta u procesima I. i IV.

Promatrano prema pojedinim procesima, u odnosu na dostignute izvrsnosti, zabilježena su slijedeći rezultati:

- 1) U procesu I. **smanjeni su** samo troškovi dorade i to za 9,88%, dok su svi ostali troškovi bilježili rast: troškovi škarta za 35,31%, troškovi dodatnih proizvodnih sati za 31,36% i troškovi dodatnog materijala za 27,16%;
- 2) U procesu II., sukladno poduzetim mjerama, ostvarena su znatna poboljšanja. Svi promatrani troškovi **smanjeni su** u odnosu na dostignutu izvrsnost: troškovi dorade za 32,16%, troškovi škarta za 10,15%, troškovi dodatnih proizvodnih sati za 13,08% i troškovi dodatnog materijala za 14,52%;
- 3) U procesu III., došlo je do **povećanja svih promatranih troškova** u odnosu na dostignute izvrsnosti: troškova dorade za 61,29%, troškova škarta za 6,66%, troškova dodatnih proizvodnih sati za 10,24% i troškovi dodatnog materijala za 7,24% i
- 4) Slično kao i u procesu I. i u procesu IV. zabilježena su poboljšanja, odnosno **smanjenja** troškova samo kod dorade 31,02%, dok su svi ostali troškovi bilježili **povećanje** troškova: troškovi škarta za 81,35%, troškovi dodatnih proizvodnih sati za 33,38% i troškovi dodatnog materijala za 66,10%.

Promatrano prema procesima, posebice su do izražaja došla poboljšanja koja su bila ciljano usmjerena na proces II. Ukupni učinak primjenjenih mjeru na troškove nesukladnosti, prikazuje se slikom 5.11.



Slika 5.11. Učinak primjenjenih mjer na troškove kvalitete u projektu D

Zbog jasnoće prikaza, na grafikonu prikazanom slikom 5.11., stupcima su prikazani ukupni troškovi, troškovi dorade i troškovi škarta u proizvodnim satima prema lijevoj osi grafikona, dok su objedinjeni troškovi dodatnog materijala dorade i škarta linijski, i odnose se na desnu os grafikona.

Iz slike 5.11. vidljivo je očekivano poboljšanje, odnosno smanjenje troškova u procesu II., dok je istovremeno došlo do pojave pogoršanja, odnosno povećanja troškova u odnosu na dostignute izvrsnosti u prethodnim projektima, u svim ostalim procesima. Posebice je važno analizirati uzroke pogoršanja u procesu IV.

Kako se učinci postignuti primijenjenim mjerama mogu smatrati samo djelomično uspješnim, jer iako su smanjeni brojevi nesukladnosti i vrijednosti N(ppm)-a, troškovi i nadalje ostaju predmetom daljnog djelovanja.

5.3.6. Primjena metoda SUUK-a u projektu E

U projektu E nastavljaju se provoditi mjere SUUK-a uspostavljene u prethodnim projektima. S ciljem daljnog poboljšanja predložene su i dodatne aktivnosti:

- 1) U procesu III. potrebno je prepoznati uzroke povećanih troškova dorade u operaciji pocinčavanje te planom pokusa odrediti optimalne parametre toplog pocinčavanja i
- 2) U procesu IV., uočene su anomalije, koje sugeriraju na postojanje mogućnosti da su nesukladnosti škarta već gotovih izradaka, koje se ogledaju u operacijama razvrstavanje i montaža, uzrokovane "nečim drugim"¹⁸, što je potrebno utvrditi kod preuzimanja.

Analizom rezultata kontrole kvalitete pocinčavanja materijala u KT8, zaključeno je da je povećani broj dorada (za 60,49% više od dostignute izvrsnosti) kriva prevelika debljina zaštitnog sloja cinka. U projektu D je 28 izradaka moralo biti podvrgnuto doradi dok je njih 17 proglašeno škartom, jer je ustanovljena debljina prevlake bila veća od zahtijevane. Pored troška zaštitnog materijala te utroška energije zagrijavanja rastaljenog cinka, nastaje i trošak brušenja (poliranja) površine materijala od prekomjerne količine nanošene prevlake. Kako bi se riješio problem učestale dorade, prišlo se sustavnoj kontroli debljine zaštitne prevlake u skladu s zahtjevima.

Mjerenja su provedena tijekom radnog mjeseca, a obuhvaćeno je 64 uzorka u 8 različitim uranjanju u rastaljeni cink. Četiri uranjanja obavljena su sa suhim materijalom. Rukovatelji dizalicom za uranjanje/izranjanje su se izmjenjivali. Temperatura taline je mjerena u trenutku uranjanja. Priprema površine bila je u skladu s tehnološkom postupkom. Vrijeme koje je materijal proveo u talini ovisilo je o iskustvu operatera. Rezultati mjerenja prevlake prikazuju se u tablici 5.26.

¹⁸ U brodogradnji nije rijetkost da se, na inzistiranje naručitelja projekta ili registara, pojedine funkcije na brodu premjeste ili modificiraju čime se odstupa od originalnih nacrta. Ukoliko o takvim izmjenama proizvodnja nije pravodobno upoznata može doći do neupotrebljivosti ispravno izrađenih izradaka.

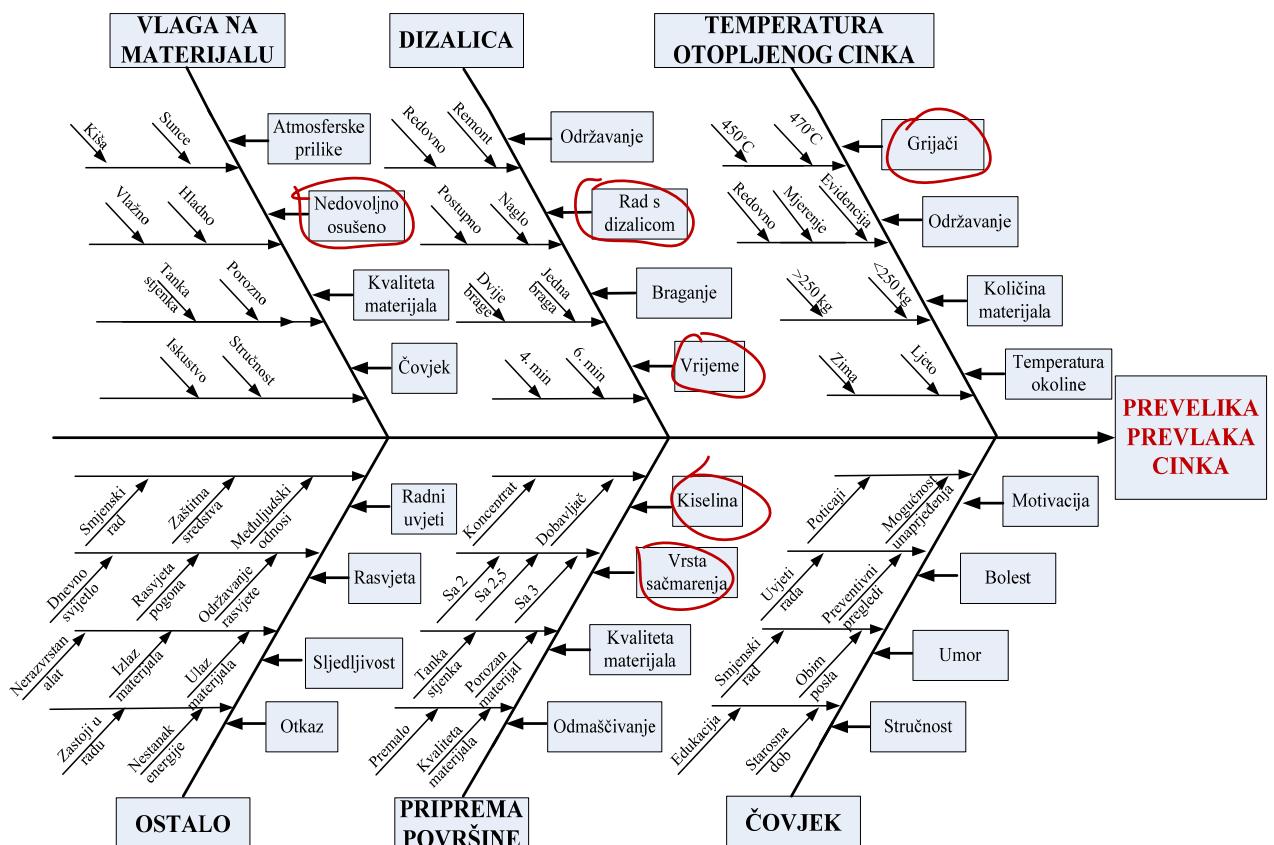
Tablica 5.26. Rezultati mjerena prevlaka

Uranjanje I		Uranjanje II		Uranjanje III		Uranjanje IV		Uranjanje V		Uranjanje VI		Uranjanje VII		Uranjanje VIII	
Br.	µm	Br.	µm	Br.	µm	Br.	µm	Br.	µm	Br.	µm	Br.	µm	Br.	µm
1.	110	1.	250	1.	200	1.	180	1.	300	1.	290	1.	150	1.	240
2.	200	2.	170	2.	240	2.	100	2.	280	2.	340	2.	200	2.	290
3.	180	3.	150	3.	230	3.	130	3.	250	3.	260	3.	120	3.	320
4.	250	4.	190	4.	350	4.	220	4.	310	4.	200	4.	190	4.	300
5.	230	5.	220	5.	290	5.	200	5.	260	5.	200	5.	220	5.	280
6.	310	6.	200	6.	280	6.	240	6.	280	6.	140	6.	190	6.	250
7.	200	7.	150	7.	210	7.	190	7.	230	7.	220	7.	150	7.	200
8.	160	8.	210	8.	200	8.	220	8.	300	8.	250	8.	180	8.	210

Iz tablice 5.26. je vidljivo da je u svim mjeranjima rezultat bio veći od zahtijevanog, što potvrđuje tezu o nepotrebnim troškovima.

Primjenjene mjere u procesu III.

Problematici prevelike debljine zaštitnog sloja cinka, sa svrhom identifikacije područja koja uzrokuju posljedicu dorade, prišlo se sustavnim sagledavanjem svih čimbenika koji se javljaju u procesu toplog pocinčavanja. Postupak prepoznavanja uzroka, veličine posljedice i nosioca korektivnih aktivnosti proveden je i prikazan dijagramom uzroka i posljedica, slika 5.12.



Slika 5.12. Ishikawa dijagram uzroka i posljedica u procesu toplog pocinčavanja

Dijagram uzroka i posljedica ukazao je na mesta u proizvodnom procesu koja pojačanim ili značajnijim intenzitetom (crveno), djeluju kao mogući uzrok prekomjernog nanošenja zaštitne cinkove prevlake u procesu toplog pocinčavanja.

Pristupilo se eksperimentu s postavljenim ciljem: sveobuhvatno ispitati djelovanje pogonski prilagodljivih faktora na debljinu zaštitne prevlake cinka. Pokusom je potrebno odrediti optimalne parametre faktora, kako bi se postigla zahtijevana debljina zaštitnog sloja uz minimalni utrošak energije i rastaljenog cinka. Odabran je potpuni plan pokusa, koji omogućuje pronalaženje optimalnih parametara toplog pocinčavanja.

Faktori koji su prepoznati da svojim djelovanjem utječu na debljinu nanesene prevlake cinka, su:

- 1) *Temperatura rastaljenog cinka.* U procesu toplog pocinčavanja rastaljeni cink nalazi se u kadi u tekućem stanju na temperaturi koja varira između 440°C i 480°C što ovisi o uključivanju grijачa te količini materijala koji se uranja (izmjena topline). Za potrebe pokusa uzete su dvije najčešće korištene temperature taline i to: viša 470°C i niža 450°C ;
- 2) *Vrijeme provedeno u talini* ovisi o vrsti materijala i iskustvu operatera. U pravilu ne smije bit duže od 8 minuta (izvitoperenost materijala). Za potrebe pokusa uzete su dva najčešće korištena vremena i to: duže od 6 minuta i kraće od 4 minute;
- 3) *Obradenost površine materijala.* Prije uranjanja materijal mora proći fazu obrade površine materijala gdje se uklanjaju nečistoće. Postupak može biti kemijski (tretiranje kiselinom) ili mehanički (sačmarenje). Sačmarenjem se postiže manja hrapavost materijala što rezultira većom potrošnjom cinka, ali skraćuje vrijeme u odnosu na tretiranje kiselinom kao i potrošnju kiseline. U praktičnom radu, i uvjetima poslovanja odnos kemijske i mehaničke obrade je nepredvidiv, te se za potrebe pokusa uzimaju dvije suprotne vrijednosti kiselina i sačmarenje;
- 4) *Sadržaj vlage na materijalu.* Materijal prije uranjanja, prema zahtjevima tehnološkog postupka trebao bi biti suh i zagrijan, no u praksi zbog nedostatka opreme za sušenje u tehnološkom procesu on može biti suh ili vlažan. Kod uranjanja vlažnog materijala zbog čestica vode i velike razlike u temperaturi dolazi do "prskanja" i značajnog gubitka rastaljenog cinka u okolinu. Vlažnost ovisi o atmosferskim prilikama i traženim rokovima. U praktičnom radu, i uvjetima poslovanja odnos suhog i vlažnog uranjanja je nepredvidiv, te se za potrebe pokusa uzimaju dvije suprotne vrijednosti – suho i vlažno. Sukladno tehnološkom procesu koji je važeći za cinčaonu u brodogradilištu mjerjenje, vlažnosti vrši se vizualnim pregledom – mokro/suho i
- 5) *Brzina izranjanja.* O brzini izranjanja uronjenog materijala ovisi debljina prevlake, jer naglim dizanjem dolazi do ubrzane izmjene topline s okolinom, što rezultira naglim skrućivanjem rastaljenog cinka, čime se smanjuje cijedenje i time nepotrebno povećava debljina prevlake. U praksi ovaj postupak ovisi o brzini dizalice, iskustvu i savjesnosti operatera. U praktičnom radu, i uvjetima poslovanja, odnos naglog i postepenog izranjanja je nepredvidiv, te se za potrebe pokusa uzimaju dvije suprotne vrijednosti – naglo i postepeno. Sukladno tehnološkom procesu koji je

važeći za cinčaonu u brodogradilištu, mjerjenje brzine izranjanja vrši se kontrolom regulatora brzine.

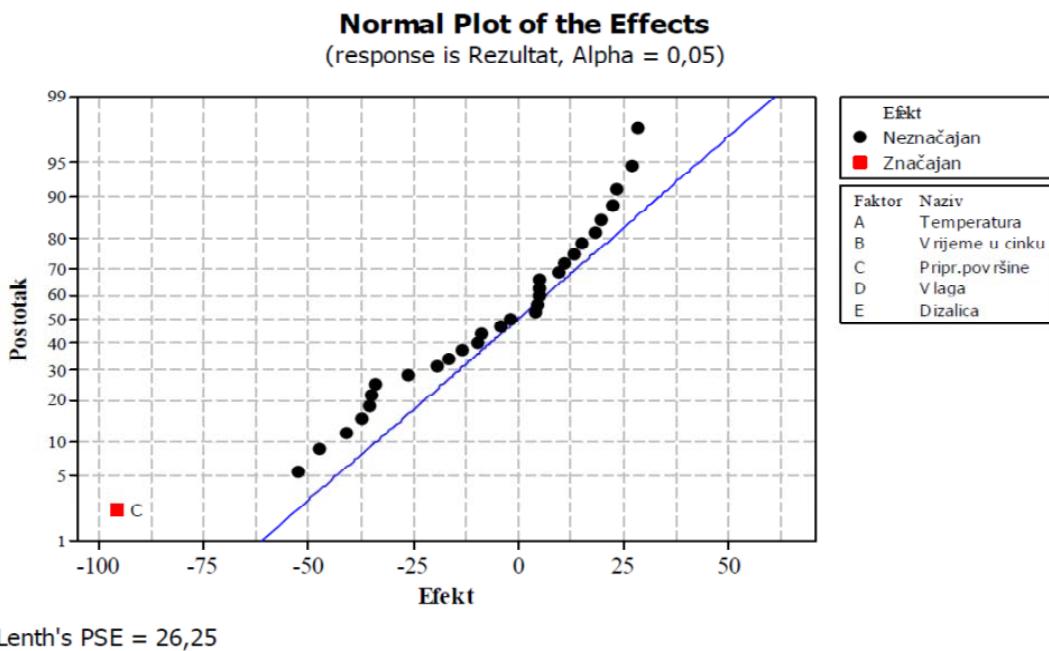
Rezultati mjerjenja prikazuju se tablicom 5.27.

Tablica 5.27. Rezultati mjerjenja

Mjerenje	Temperatura (°C)	Vrijeme u cinku (min)	Priprema površine	Vlaga	Dizalica	Rezultat (µm)
1.	450	4	Sačmarenje	Suhu	Postepeno	140
2.	470	4	Sačmarenje	Suhu	Postepeno	220
3.	450	6	Sačmarenje	Suhu	Postepeno	225
4.	470	6	Sačmarenje	Suhu	Postepeno	290
5.	450	4	Kiselina	Suhu	Postepeno	80
6.	470	4	Kiselina	Suhu	Postepeno	140
7.	450	6	Kiselina	Suhu	Postepeno	135
8.	470	6	Kiselina	Suhu	Postepeno	215
9.	450	4	Sačmarenje	Vlažno	Postepeno	225
10.	470	4	Sačmarenje	Vlažno	Postepeno	290
11.	450	6	Sačmarenje	Vlažno	Postepeno	295
12.	470	6	Sačmarenje	Vlažno	Postepeno	350
13.	450	4	Kiselina	Vlažno	Postepeno	135
14.	470	4	Kiselina	Vlažno	Postepeno	200
15.	450	6	Kiselina	Vlažno	Postepeno	225
16.	470	6	Kiselina	Vlažno	Postepeno	220
17.	450	4	Sačmarenje	Suhu	Naglo	230
18.	470	4	Sačmarenje	Suhu	Naglo	300
19.	450	6	Sačmarenje	Suhu	Naglo	305
20.	470	6	Sačmarenje	Suhu	Naglo	345
21.	450	4	Kiselina	Suhu	Naglo	120
22.	470	4	Kiselina	Suhu	Naglo	220
23.	450	6	Kiselina	Suhu	Naglo	210
24.	470	6	Kiselina	Suhu	Naglo	280
25.	450	4	Sačmarenje	Vlažno	Naglo	305
26.	470	4	Sačmarenje	Vlažno	Naglo	345
27.	450	6	Sačmarenje	Vlažno	Naglo	350
28.	470	6	Sačmarenje	Vlažno	Naglo	180
29.	450	4	Kiselina	Vlažno	Naglo	220
30.	470	4	Kiselina	Vlažno	Naglo	135
31.	450	6	Kiselina	Vlažno	Naglo	145
32	470	6	Kiselina	Vlažno	Naglo	190

Rezultati mjerjenja pokazali su znatna odstupanja od zahtijevanih vrijednosti, koja su postignuta jedino pri petom mjerenu (istaknuto). Analiza rezultata prikazuje se narednim grafičkim prikazima kako slijedi: (1) prikaz učinaka, slika 5.13., (2) Pareto dijagram, slika 5.14., (3) analiza glavnih utjecaja, slika 5.15., (4) analiza međuvisnosti, slika 5.16. te (5) prostorni prikaz rezultata, slika 5.17.

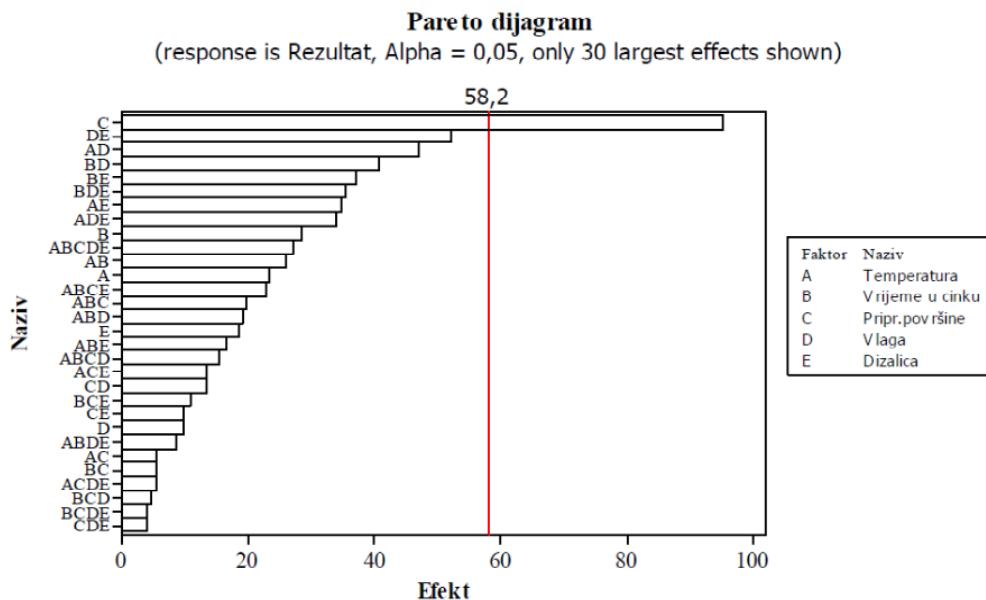
1) Prikaz učinaka



Slika 5.13. Prikaz učinaka

Crvenom oznakom na slici 5.13. je označen *efekt*, koji značajnije utječe na toplo pocinčavanje. Ostali *efekti*, koji su na slici označeni crnim oznakama, su neznačajni u pokusu toplog pocinčavanja. Prema tome, vidljivo je da parametar C (priprema površine) ima najznačajniji utjecaj, dok utjecaj ostalih parametara i međuovisnosti nije značajan.

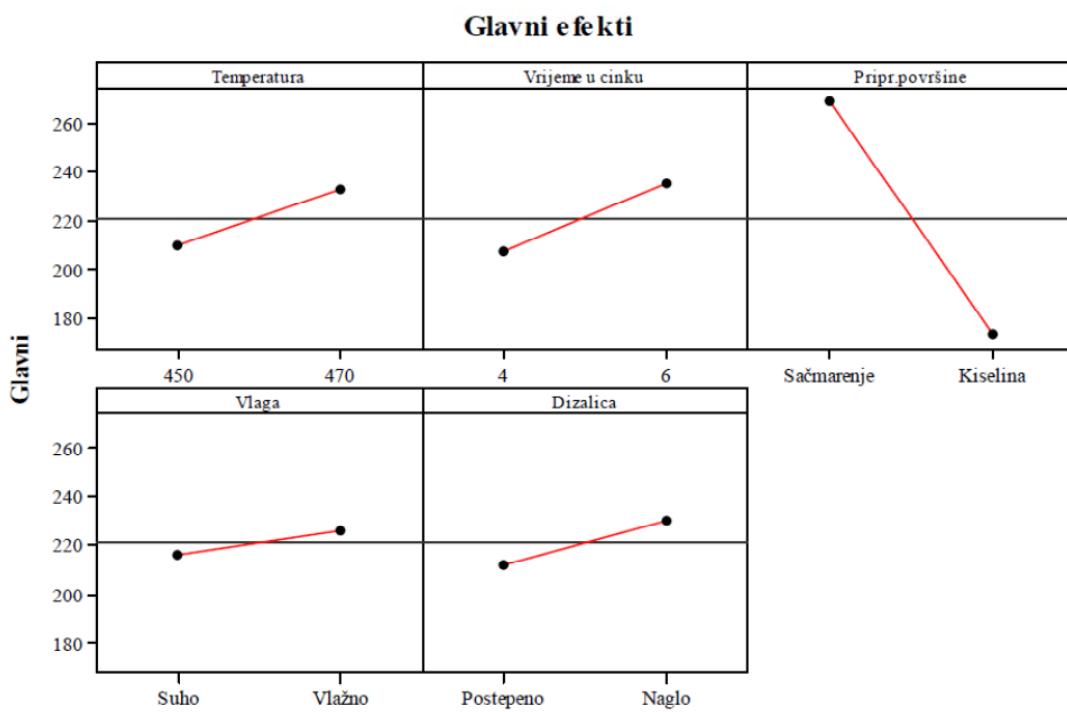
2) Pareto dijagram



Slika 5.14. Pareto dijagram

Pareto dijagram je alat koji se može koristiti, da bi se utvrdilo koji su *efekti* najutjecajniji. Dijagram na slici 5.14. prikazuje apsolutne vrijednosti, iz kojih se mogu utvrditi važnost djelovanja pojedinih faktora. U Pareto dijagramu, je također identificirani parametar C kao utjecajan parametar.

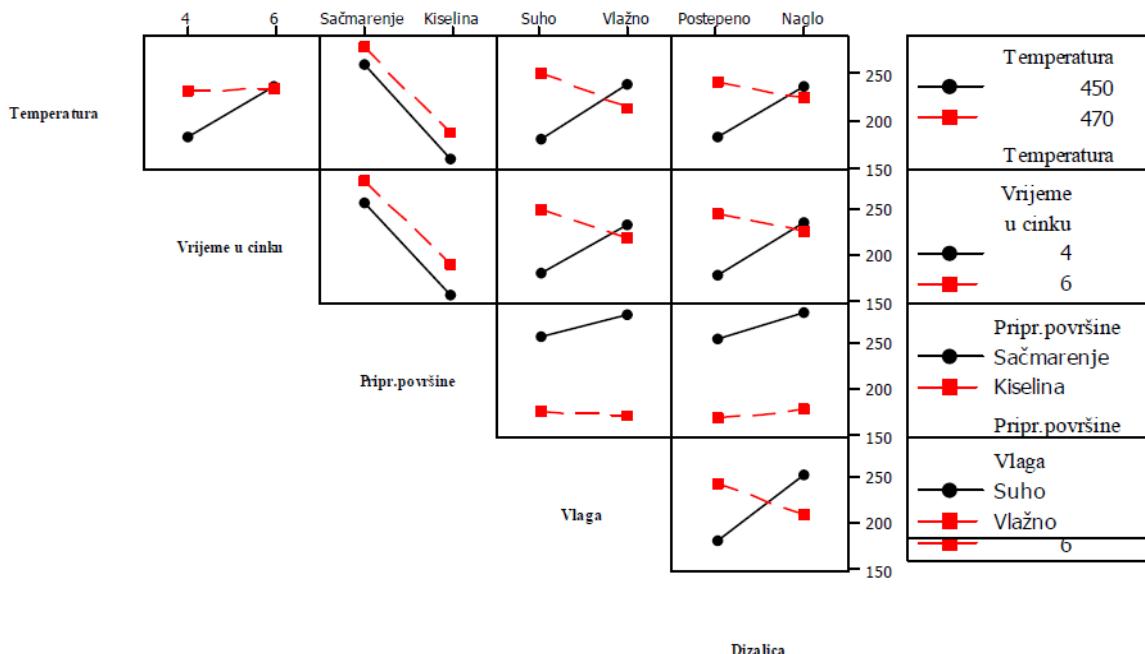
3) Analiza glavnih utjecaja



Slika 5.15. Analiza glavnih utjecaja

U dijagramu glavnih utjecaja (slika 5.15.), vidljivo je kako se prevlaka zaštitnog sloja cinka mijenja, kada na glavne faktore utječu njihove zadane razine. Tako se može zaključiti, da zaštitni sloj cinka raste s povećanjem razine temperature, dužim vremenom provedenim u rastaljenom cinku, naglim rukovanjem dizalice te vlažnosti površine materijala. Parametar "priprema površine", koji je već ranije prepoznat kao najutjecajniji, prikazuje da je zaštitni sloj cinka značajnije veći prilikom obrade površine sačmarenjem, odnosno da je prevlaka cinka značajnije manja prilikom obrade površine kiselinom.

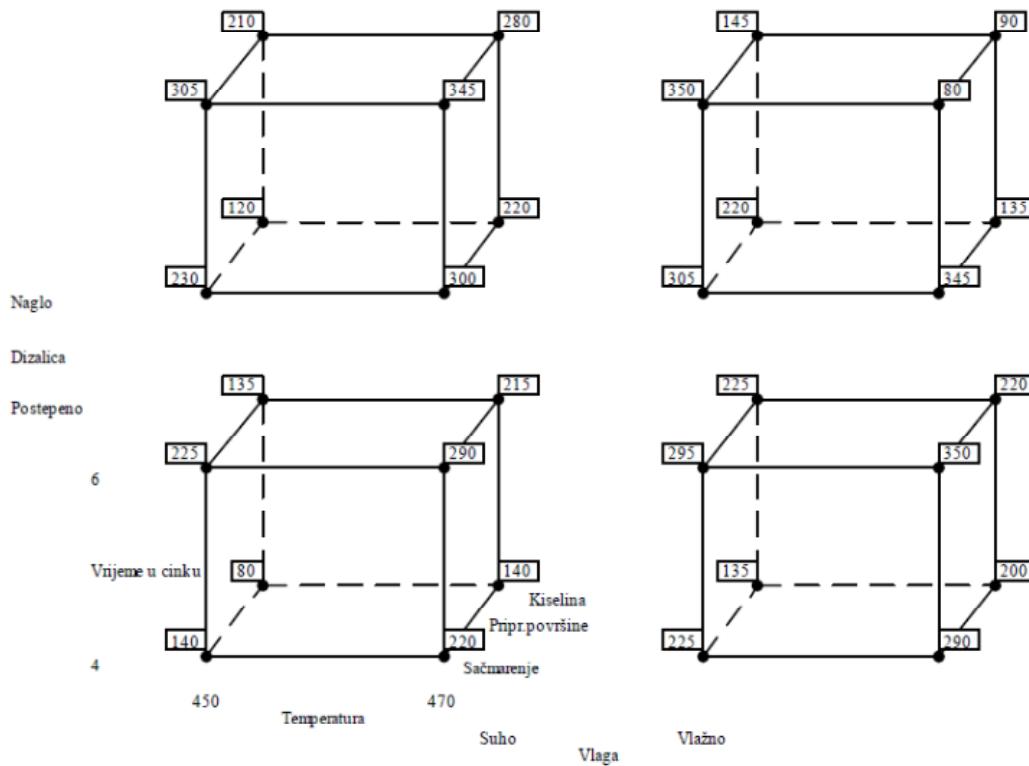
4) Analiza međuzavisnosti



Slika 5.16. Analiza međuzavisnosti

Dijagram međuzavisnosti (slika 5.16.), slikevito prikazuje kako se ponašaju pojedini faktori kada se stavljuju u međuodnos sa razinama drugih faktora. Tako će se iz dijagrama objasniti samo faktor "priprema površine", kao jedini značajan faktor. Kada se faktor "priprema površine" stavi u međuodnos sa faktorom "vrijeme u cinku", vidimo da se isto debljina prevlake povećava na sačmarenoj površini materijala bez značajnijeg utjecaja razine faktora "vrijeme u cinku". Nadalje, kada se faktor "priprema površine" stavi u međuodnos sa faktorom "vlaga", vidljivo je da se debljina prevlake povećava u slučaju sačmarenja pri vlažnijoj površini materijala, ali na višim vrijednostima debljine prevlake cinka, dok se prilikom tretmana kiselinom neznatno smanjuje, ako je površina materijala vlažna. Posljednji je odnos međuzavisnosti kada se faktor "priprema površine" stavi u međuodnos sa faktorom "dizalica", je vidljivo da se debljina prevlake povećava naglim rukovanjem pri sačmarenoj površini, kao i pri tretmanu kiselinom, samo na nižim vrijednostima debljine prevlake cinka.

Osim navedenih međuzavisnosti s faktorom "priprema površine", treba naglasiti i međuvisnost između faktora "Vлага" i "Dizalica", koji ukazuje da kada je materijal vlažan i pri postepenom izranjanju vrijednosti debljine prevlake cinka su više, dok u slučaju kad je površina materijala suha, više vrijednosti debljine prevlake cinka, dobivaju se prilikom naglog izranjanja.

5) Prostorni prikaz rezultata**Slika 5.17. Prostorni prikaz rezultata**

Koristeći prostorni prikaz rezultata, kako je to predviđeno slikom 5.17., moguće je prikazati kombinaciju postavki faktora, razinu i rezultate postavljenih u pokusu. Na osi X postavljena je temperatura, na osi Y je postavljeno vrijeme provedeno u rastaljenom cinku, dok je na os Z postavljen parametar priprema površine. U vrhovima kocki postavljeni su rezultati mjerenja debljine zaštitne prevlake cinka. Gornje dvije kocke prikazuju vrijednosti, kada se materijal podiže naglo iz rastaljenog cinka, dok donje dvije kocke prikazuju vrijednosti postepenog izranjanja materijala. Kocke smještene s lijeve strane prostornog prikaza rezultata prikazuju vrijednosti debljine prevlake cinka, koji su pripremani u suhim uvjetima, dok kocke s desne strane prikazuju vrijednosti pripremane u vlažnim uvjetima.

Sastavni dio analize rezultata punog 2^k plana je i proračun procjene veličine utjecaja koji pojedini faktor ili međudjelovanje dvaju faktora ima na zavisnu varijablu. Ta procjena za pojedini faktor predstavlja razliku aritmetičke sredine vrijednosti, koje prima zavisna varijabla kad je faktor na gornjoj odnosno na donjoj razini. Može se dakle, reći da procjena daje očekivanu promjenu zavisne varijable, kad faktor promijeni vrijednost s gornje na donju razinu. Procjena veličine utjecaja međudjelovanja dvaju faktora je srednja promjena zavisne varijable pod utjecajem jednog faktora s obzirom na dvije vrijednosti drugoga.

U tablici 5.28., prikazuju se procjene veličine utjecaja za sve faktore i njihova višestruka međudjelovanja, izračunate programom Minitab 16.

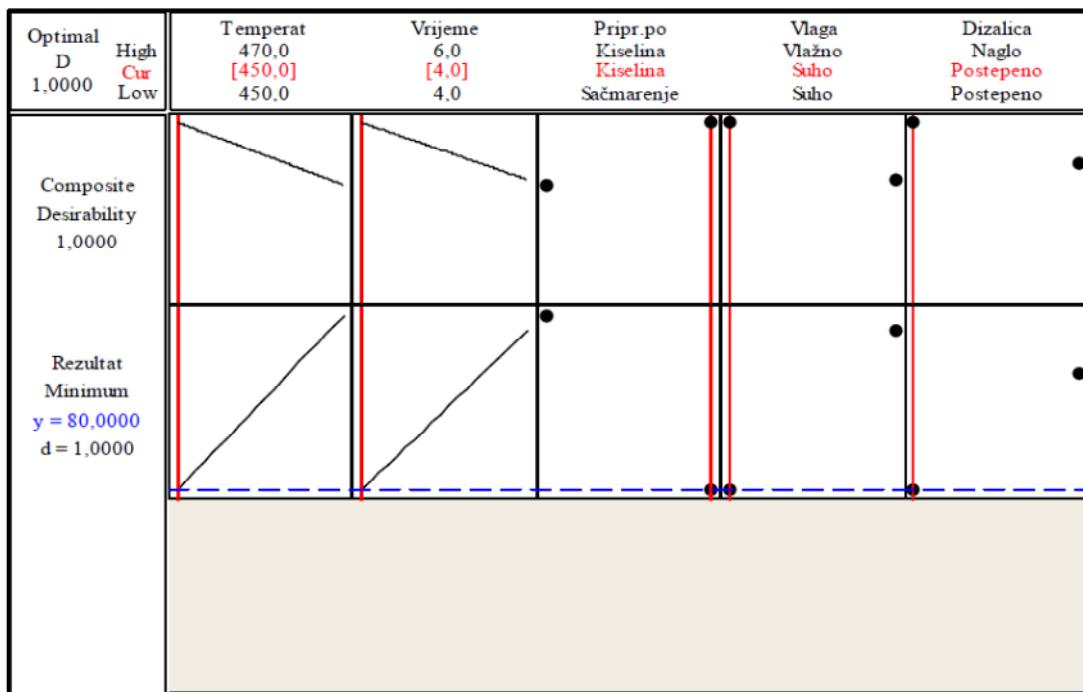
Tablica 5.28. Procjena utjecaja faktora i međudjelovanja

Term	Effect	Coef
Constant		220,78
Temperatura	23,44	11,72
Vrijeme u cinku	28,44	14,22
Pripr.površine	-95,31	-47,66
Vлага	9,69	4,84
Dizalica	18,44	9,22
Temperatura*Vrijeme u cinku	-25,94	-12,97
Temperatura*Pripr. površine	5,31	2,66
Temperatura*Vлага	-47,19	-23,59
Temperatura*Dizalica	-34,69	-17,34
Vrijeme u cinku*Pripr. površine	5,31	2,66
Vrijeme u cinku*Vлага	-40,94	-20,47
Vrijeme u cinku*Dizalica	-37,19	-18,59
Pripr.površine*Vлага	-13,44	-6,72
Pripr.površine*Dizalica	-9,69	-4,84
Vлага*Dizalica	-52,19	-26,09
Temperatura*Vrijeme u cinku*	19,69	9,84
Pripr. površine		
Temperatura*Vrijeme u cinku*Vлага	-19,06	-9,53
Temperatura*Vrijeme u cinku*Dizalica	-16,56	-8,28
Temperatura*Pripr. površine*Vлага	-1,56	-0,78
Temperatura*Pripr. površine*Dizalica	13,44	6,72
Temperatura*Vлага*Dizalica	-34,06	-17,03
Vrijeme u cinku*Pripr. površine*Vлага	4,69	2,34
Vrijeme u cinku*Pripr. površine*	10,94	5,47
Dizalica	-35,31	-17,66
Vrijeme u cinku*Vлага*Dizalica	-4,06	-2,03
Pripr. površine*Vлага*Dizalica	15,31	7,66
Temperatura*Vrijeme u cinku*		
Pripr. površine*Vлага	-8,44	-4,22
Temperatura*Vrijeme u cinku*Vлага*	22,81	11,41
Dizalica	5,31	2,66
Temperatura*Pripr. površine*Vлага*	4,06	2,03
Vrijeme u cinku*Pripr. površine*	27,19	13,59
Vлага*Dizalica		
Temperatura*Vrijeme u cinku*		
Pripr. površine*Vлага*Dizalica		

Iz tablice 5.28., u kojoj su procjene veličine utjecaja za sve faktore i njihova višestruka međudjelovanja, vidi se da je procjena utjecaja priprema površine znatno veće od svih ostalih

faktora, što je u skladu s prethodnom analizom. Nadalje, međudjelovanja vлага-dizalica (-52,19), temperatura-vлага (-47,19) te vrijeme u cinku-vлага (-40,94) izraženija su od ostalih međudjelovanja (istaknuto žuto).

Metode optimizacije omogućuju nalaženje najboljih rješenja različitih vrsta problema, te su vrlo su pogodne za rješavanje problema koji uključuju veći broj faktora. Tipični problemi u proizvodnim procesima vezani su za korištenje ograničenih resursa (materijal, energija), kojima se nastoji postići najveći mogući učinak te osigurati najveća moguća kvaliteta usluge s postojećim resursima. Pronalaženje optimalnih razina faktora, vezanih uz toplo pocićavanje omogućuje program Minitab 16, alatom optimizacije. Rezultati optimizacije prikazuju se slikom 5.18.



Slika 5.18. Rezultati optimizacije

Iz grafičkog prikaza rezultata optimizacije, može se zaključiti da se optimalna debljina prevlake toplog pocićavanja dobiva kada se razine faktora postave na:

- temperatura 450°C ,
- vrijeme provedeno u rastaljenom cinku 4 minute,
- priprema površine tretirana kiselinom,
- osušeni materijal,
- postepeno rukovanje dizalicom.

Primjenjene mjere u procesu IV.

Unatoč poduzetim mjerama SUUK-a, u pogonu za proizvodnju cijevi, te procesima I. i II., i uočljivim poboljšanjima nakon svakog dovršenog projekta, izostala su očekivana poboljšanja u procesu IV. Analizom podataka o nesukladnostima dorade i škarta u procesu IV, došlo se do zaključka kako između procesa III. i IV., zbog postojanja procesnog organizacijskog ustroja (procesi se odvijaju u različitim organizacijskim jedinicama), dolazi do konflikta i

"negativnog natjecanja", što rezultira nepotrebnim troškovima. Primjerice, nesukladnosti koje se mogu smatrati doradom, jednostrano se proglašavaju škartom. Iz navedenih razloga, smatralo se oportunim izraditi planove preuzimanja izradaka na prijelazu organizacijskih kompetencija i time ukloniti eventualne nerealne troškove.

Najosjetljiviji dio prepoznat je u trenutku kada se vrši predaja cijevi Pogonu montaže brodske opreme, koja te izrađene cijevi ugrađuje po prostorima na brodu (Proces IV). Važno je naglasiti da, izradak koji napusti Pogon izrade (Procesi I.-III.) sa značajnjom pogreškom predstavlja ozbiljni problem za montažu cijevi i donosi velike dodane troškove u transportu i horizontalnom i vertikalnom, utrošenim radnim satima, dodatnim radovima itd., a vrlo često narušava i međuljudske odnose stvarajući konfliktne situacije.

Budući da je broj gotovih izradaka, koji se predaje pogonu montaže, tjedno u prosjeku 250 komada, a potrebno je kontrolirati najmanje tri ključne točke, jasno je da samo jedan kontrolor, koji je na raspolaganju u pogonu, ne može fizički vršiti potpunu kontrolu.

Povećanje broja kontrolora vezano je uz povećanje troškova, što je s obzirom na situaciju u brodogradilištu neprihvatljivo, te se kao rješenje nametnula potreba uspostave plana uzorkovanja i plana preuzimanja u međufazama izrade, nakon procesa III., kod predaje gotovih izradaka Pogonu za montažu, odnosno procesu IV.

S obzirom da je u postojećoj praksi teško provediva metoda statističkog uzorka zbog činjenice da se dnevna proizvodnja uglavnom odmah predaje Pogonu montaže, bez uskladištenja zbog rokova izvršenja. Nadalje, postoji i izrada vanmjernih izradaka (dokumentacija koja nastaje u procesu montaže, te je planski nepredvidiva). Stoga nije jednostavno izvesti stratifikaciju te se prišlo nestatističkoj metodi uzimanja uzorka.

Korištena je metoda "*slučajan odabir elemenata u uzorak*", što znači da se može izračunavati stopa devijacije uzorka, ali se ne može kvantificirati uzoračka (standardna) pogreška.

Uzorkovanje je provedeno na populaciji od 875, izradaka koji ujedno čine i prosječnu mjesecnu proizvodnju u pogonu za izradu cijevi. Uzorak čini 6% ukupne proizvodnje izradaka (14500 izradaka). U jednakim omjerima su zastupljeni svi izradci prema namjeni. Ustanovljene nesukladnosti rezultata uzorkovanja, prema proizvodnim halama u IV. procesu proizvodnje, prikazuje se tablicom 5.29.

Tablica 5.29. Uzorkovanja prema planu uzorkovanja

Hala	Proizvedeno mjesечно	Uzorak	Nesukladnosti	%
a	430	86	4	4,651%
b	360	72	5	6,944%
c	50	10	1	10,000%
d	35	7	1	14,286%
Ukupno	875	175	11	6,286%

Uzorak je sastavljen od nasumce izabranih izradaka. Kontrolom su pronađene pogreške kako je prikazano u tablici. Kontrolirane su tri točke prema zahtjevima: (1) usklađenost s dokumentacijom, (2) funkcionalnost i (3) ispravnost i kompletност.

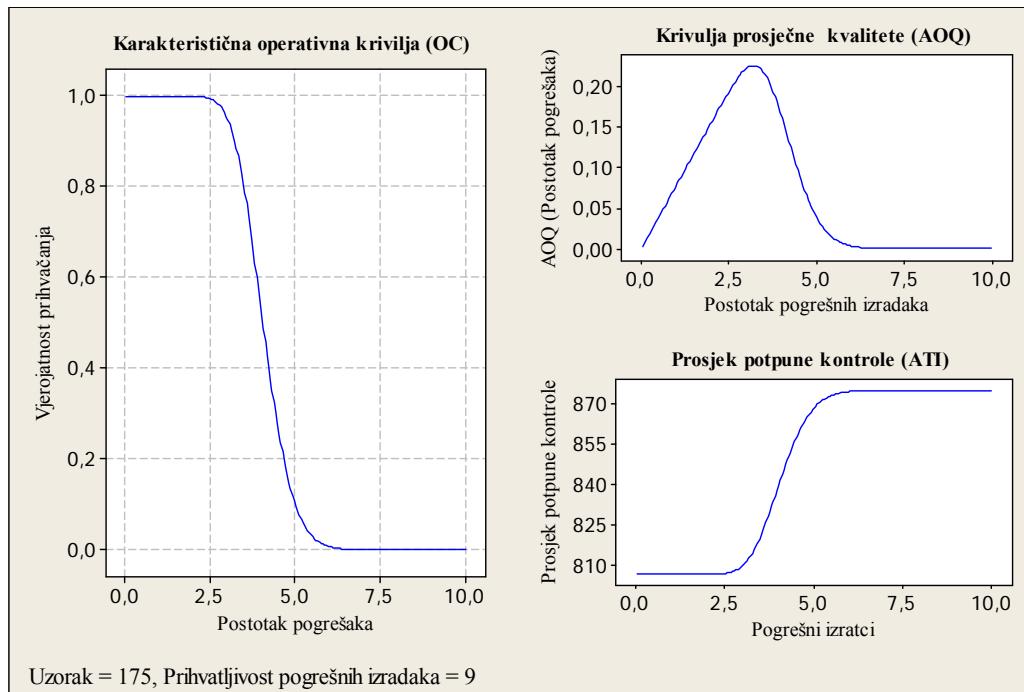
Radi pojednostavljenja procesa preuzimanja, smanjenja troškova, a radi zadržavanja razine kvalitete izradaka, moguće je koristiti, softverska rješenja za planove preuzimanja, koja stoje na raspolaganju. Pristupilo se planu preuzimanja koristeći softverska rješenja Minitaba 16., kako je to prikazano tablicom 5.30.

Tablica 5.30. Plan preuzimanja – rezultat

PRIHVATLJIVA RAZINA POGREŠAKA (AQL)		3		
Rizik proizvođača (α)		0,05		
Neprihvatljiva razina pogreške (RQL)		8		
Rizik korisnika (β)		0,1		
Veličina uzorka		175		
Veličina prihvaćanja		9		
Postotak pogrešaka	Vjerojatnost prihvaćanja	Vjerojatnost neprihvaćanja	Prosječna razina kvalitete	Prosječna potpuna kontrola
3	0,961	0,039	2,306	202,5
8	0,100	0,900	0,368	805,2
Granična prosječna razina kvalitete (AOQL) = 2,679 kod 4,167 % pogrešnih izradaka.				

Populaciju predstavlja tjedna proizvodnja – 875 izradaka. Smatra se da je prihvatljiva pogreška (engl. *Acceptable Quality Level – AQL*) od 3%, dok je neprihvatljiva pogreška (engl. *Rejectable Quality Level – RQL ili LTPD*) 8%.

Grafički prikaz dobivenih vrijednosti vidljiv je na slici 5.19., na kojoj su prikazana karakteristična operativna krivulja (OC), krivulja prosječne razine kvalitete (AOQ) te krivulja prosječne potpune kontrole (ATI)



Slika 5.19. Krivulje plana preuzimanja

Iz krivulja plana preuzimanja, vidljivo je da i Minitab 16. sastavlja uzorak na 20% odnosno 175 izradaka te smatra da je prihvatljivo postojanje do 9 neispravnih izradaka uz dozvoljeno odstupanje od 8%.

Ukupan broj pogrešnih izradaka u promatranom uzorku je neprihvatljiv i potrebno je učiniti dodatne napore da se svedu u prihvatljive granice.

5.3.7. Analiza učinaka primjenjenih mjera SUUK-a u projektu E

Učinci primjenjenih mjera, koji su se odrazili u projektu E u odnosu na dostignutu izvrsnost u prethodnim projektima ($\overline{AB}, C, i D$), analiziraju se prema zadanim pokazateljima. Dostignuta izvrsnost operacija u projektu E, u odnosu na operacije u prethodnim projektima, prikazana je u tablici 5.31.

Tablica 5.31. Dostignuta izvrsnost operacija u projektu E u odnosu na prethodne projekte

PROJEKT		E		DOSTIGNUTA IZVRSNOST $\overline{AB}, C, i D$		POBOLJŠANJA %	
PROCES	OPERACIJE	DORADA	ŠKART	DORADA	ŠKART	DORADA	ŠKART
I	Trasiranje i rezanje cijevi	45	38	101	19	55,45%	-100,00%
	Savijanje cijevi	68	76	39	39	-74,36%	-94,87%
	Izrada cijevi	106	45	112	47	5,36%	4,26%
II	Zavarivanje	66	40	52	10	-26,92%	-300,00%
	Brušenje	50	17	33	33	-51,52%	48,48%
	Tlačenje	149	10	130	39	-14,62%	74,36%
III	Sačmarenje	21	1	25	1	16,00%	0,00%
	Pocinčavanje	27	16	11	16	-145,45%	0,00%
	Čišćenje i pasivizacija	18	12	19	2	5,26%	-500,00%
	Bojanje	11	1	1	11	-1000%	90,91%
IV	Razvrstavanje	29	73	101	38	71,29%	-92,11%
	Montaža	209	55	103	40	-102,91%	-37,50%

U tablici 5.31. istaknute su dostignute izvrsnosti operacija, u odnosu na polazne vrijednosti, koje tako za buduće projekte predstavljaju referentnu izvrsnost. Plavom bojom istaknuta su dostignuta poboljšanja, dok su crvenom bojom istaknute operacije u kojima poboljšanja nisu postignuta. Dostignute izvrsnosti procesa u projektu E, u odnosu na prethodne projekte, predočava se tablicom 5.32.

Tablica 5.32. Dostignuta izvrsnost procesa u projektu E u odnosu na prethodne projekte

PROJEKT	E		DOSTIGNUTA IZVRSNOST $\overline{AB}, C, i D$		POBOLJŠANJA %	
PROCESI	DORADA	ŠKART	DORADA	ŠKART	DORADA	ŠKART
PROCES I	219	159	252	105	13,10%	-51,43%
PROCES II	265	66	215	82	-23,26%	19,51%
PROCES III	77	30	56	30	-37,50%	0,00%
PROCES IV	238	128	204	78	-16,67%	-64,10%

U tablici 5.32. istaknute su dostignute izvrsnosti procesa, u odnosu na polazne vrijednosti koje, tako za buduće projekte predstavljaju referentnu izvrsnost. Plavom bojom istaknuta su dostignuta poboljšanja, dok su crvenom bojom istaknuti procesi u kojima poboljšanja nisu postignuta. Dostignute izvrsnosti za buduće projekte predstavljaju referentnu izvrsnost. Primjenjene mjere upravljanja kvalitetom rezultirale su kako slijedi:

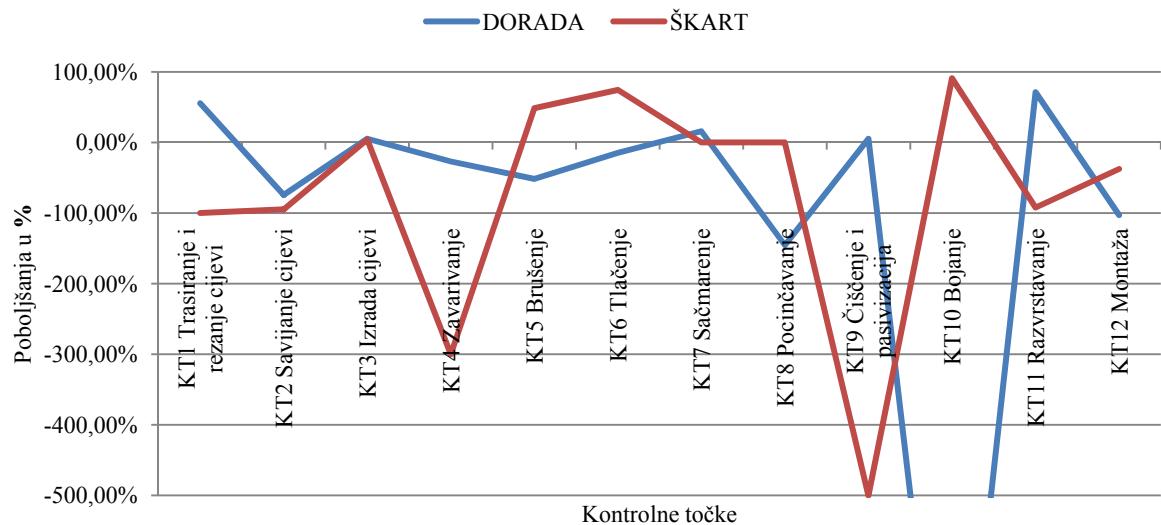
Ukupan broj ustanovljenih nesukladnosti, **povećan je** s 1022 na 1182, odnosno za 15,66%;

- 1) Ustanovljene nesukladnosti dorade, **povećane su** s 727 na 799, odnosno za 9,90%;
- 2) Ustanovljene nesukladnosti škarta, **povećane su** s 295 na 383, odnosno za 29,83%.

Promatrano prema procesima posebice, su do izražaja došla poboljšanja u koja su bila ciljano usmjereni na procese III i IV. Prema procesima zabilježeni su slijedeći rezultati:

- 1) U procesu I., unesukladnosti dorade **smanjene su** za 13,10%, dok su ustanovljene nesukladnosti škarta **povećane za** 51,43% od dostaignute izvrsnosti;
- 2) U procesu II., ustanovljene nesukladnosti dorade **povećane su** u odnosu na dostaignutu izvrsnost 23,26%, dok su ustanovljene nesukladnosti škarta **smanjene za** 19,51% dostaignute izvrsnosti;
- 3) U procesu III., ustanovljene nesukladnosti dorade **povećane su** za 37,50%, dok su ustanovljene nesukladnosti škarta ostale nepromjenjene i
- 4) U procesu IV., ustanovljene nesukladnosti dorade **povećane su** za 16,67%, kao i ustanovljene nesukladnosti škarta **povećane za** 64,10%.

Grafički se učinci primjenjenih mera, u odnosu na dostaignutu izvrsnost, prikazuju slikom 5.20.



*u slici su izostavljeni podaci o doradi u KT10 koji iznose 1000% zbog preglednosti slike

Slika 5.20. Učinak primjenjenih mera upravljanja kvalitetom u projektu E

Na slici 5.20. uočljiva su poboljšanja, u odnosu na dostaignutu izvrsnost u procesima, III. i IV.

Analiza drugog pokazatelja prema operacijama, odnosno N(ppm)-a operacija, prikazana je tablicom 5.33.

Tablica 5.33. Dostignute vrijednosti N(ppm) operacija u projekta E

PROCES	OPERACIJE	BROJ ZAHTJEVA	KONTROLNE TOČKE	VRIJEDNOST N(ppm)-a U PROJEKTU E	DOSTIGNUTA IZVRSNOST N(ppm)-a u prethodnim projektima	POBOLJŠANJE U %
I	Trasiranje i rezanje cijevi	1	KT1	5189	7985	35,02%
	Savijanje cijevi	1	KT2	9003	5190	-73,47%
	Izrada cijevi	1	KT3	9440	10517	10,24%
II	Zavarivanje	1	KT4	6627	5982	-10,78%
	Brušenje	1	KT5	4189	4338	3,43%
	Tlačenje	1	KT6	9941	11109	10,51%
III	Saćmarenje	1	KT7	1375	1726	20,34%
	Pocinčavanje	1	KT8	2688	1863	-44,28%
	Čišćenje i pasivizacija	1	KT9	1876	1461	-28,41%
	Bojanje	1	KT10	750	789	4,94%
IV	Razvrstavanje	3	KT11	2126	3364	36,80%
	Montaža	3	KT12	5502	3615	-52,20%

U tablici 5.33. plavom bojom su istaknute dostignute izvrsnosti operacija u odnosu na polazne vrijednosti koje tako za buduće projekte predstavljaju referentni N(ppm). Crvenom bojom istaknute su vrijednosti u operacijama gdje nije postignuto poboljšanje N(ppm)-a.

Analiza drugog pokazatelja prema procesima, odnosno N(ppm)-a procesa prikazana je tablicom 5.34.

Tablica 5.34. Dostignute vrijednosti N(ppm) procesa projekta E

OPERACIJE	VRIJEDNOST N(ppm)-a U PROJEKTU E	DOSTIGNUTA IZVRSNOST N(ppm)-a u prethodnim projektima	POBOLJŠANJE U %
PROCES I	23632	25883	8,70%
PROCES II	20694	21429	3,43%
PROCES III	6690	7386	9,42%
PROCES IV	7627	8432	9,55%

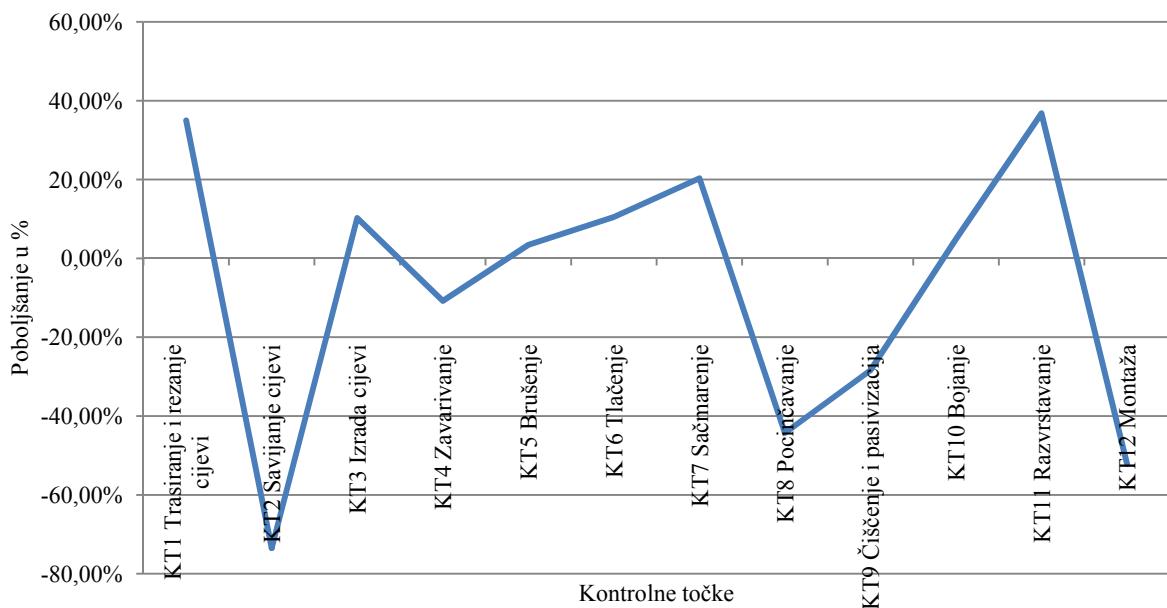
U tablici 5.34. plavom bojom su istaknute dostignute izvrsnosti procesa u odnosu na polazne vrijednosti koje tako za buduće projekte predstavljaju referentni N(ppm).

Primjenjene mjere upravljanja kvalitetom rezultirale su kako slijedi:

- 1) Ukupna vrijednost N(ppm)-a **smanjena je s 27411 na 24612** odnosno za 10,21%
Prema procesima zabilježena su slijedeći rezultati:
- 2) U procesu I. vrijednost N(ppm)-a **smanjena je za 8,70%**, što ukazuje da je postignut očekivani kontinuitet poboljšanja postignutog u projektu D;

- 3) U procesu II. vrijednost N(ppm)-a **smanjena je** za 3,43%, što ukazuje na kontinuitet učinka primjenjenih mjera SUUK-a;
- 4) U procesu III vrijednost N(ppm)-a **smanjena je** za 9,42%, što opravdava primjenjene mjere i
- 5) U procesu IV vrijednost N(ppm)-a **smanjena je** za 9,55% što je očekivano s obzirom na poduzete mjere SUUK-a.

Promatrano prema procesima dostignuta je ujednačenost poboljšanja u svim procesima u odnosu na dostignutu izvrsnost što je i bio cilj diferenciranog pristupa. Ukupni učinak primjenjenih mjera na vrijednost N(ppm)-a prikazuje se slikom 5.21.



Slika 5.21. Učinak primjenjenih mjera na trenutnu razinu sigme u projektu E

Analiza trećeg pokazatelja prema operacijama, odnosno poboljšanja izražena u postocima prikazuju se u tablici 5.35. dok su veličine temeljem kojih se došlo do navedenih rezultata prikazane u prilogu IV.

Tablica 5.35. Ostvarena poboljšanja po operacijama u projektu E u odnosu na prethodne projekte

		POBOLJŠANJA OPERACIJA U % U ODNOSU DOSTIGNUTE IZVRSNOSTI PRETHODNIM PROJEKTIMA				
PROCES	OPERACIJA	KT	tD(PS)	tŠ(PS)	TPS	TDŠ(M)
I	Trasiranje i rezanje cijevi	KT1	55,45%	-100,01%	-76,39%	-46,05%
	Savijanje cijevi	KT2	-74,36%	-94,87%	-93,99%	-92,89%
	Izrada cijevi	KT3	5,36%	4,25%	4,34%	4,42%
II	Zavarivanje	KT4	-26,94%	-300,00%	-241,59%	-206,74%
	Brušenje	KT5	-51,33%	48,48%	47,29%	39,39%
	Tlačenje	KT6	-14,62%	74,36%	57,14%	52,16%
III	Sačmarenje	KT7	16,00%	0,00%	7,89%	10,71%
	Pocinčavanje	KT8	-145,45%	0,00%	-6,88%	-9,65%
	Čišćenje i pasivizacija	KT9	5,26%	-500,00%	-448,72%	-252,56%
	Bojanje	KT10	-1030,77%	90,91%	89,87%	80,86%
IV	Razvrstavanje	KT11	71,29%	-92,10%	-87,20%	-57,74%
	Montaža	KT12	-102,91%	-37,50%	-67,42%	-50,84%

U tablici 5.35. istaknute su dostignute izvrsnosti operacija u odnosu na polazne vrijednosti koje tako za buduće projekte predstavljaju referentnu izvrsnost. Plavom bojom istaknuta su dostignuta poboljšanja dok su crvenom bojom istaknute operacije u kojima poboljšanja nisu postignuta

Analiza trećeg pokazatelja prema procesima, odnosno poboljšanja izražena u postocima prikazuju se u tablici 5.36. dok su veličine temeljem kojih se došlo do navedenih rezultata prikazane u prilogu IV.

Tablica 5.36. Ostvarena poboljšanja po procesima u projektu E u odnosu na prethodne procese

POBOLJŠANJA PROCESA U % U ODNOSU DOSTIGNUTE IZVRSNOSTI U PRETHODNIM PROJEKTIMA				
PROCESI	tD(PS)	tŠ(PS)	TPS	TDŠ(M)
PROCES I	7,88%	-50,15%	-45,60%	-38,92%
PROCES II	-18,25%	20,74%	15,51%	9,66%
PROCES III	-57,15%	0,36%	-3,11%	-6,04%
PROCES IV	-98,48%	-60,19%	-73,05%	-54,22%

U tablici 5.36. istaknute su dostignute izvrsnosti procesa u odnosu na polazne vrijednosti koje tako za buduće projekte predstavljaju referentnu izvrsnost. Plavom bojom istaknuta su dostignuta poboljšanja dok su crvenom bojom istaknute one vrijednosti u procesima u kojima poboljšanja nisu postignuta.

Primjenjene mjere upravljanja kvalitetom u projektu s troškovnog gledišta u odnosu na dostignutu izvrsnost troškova rezultirale su kako slijedi:

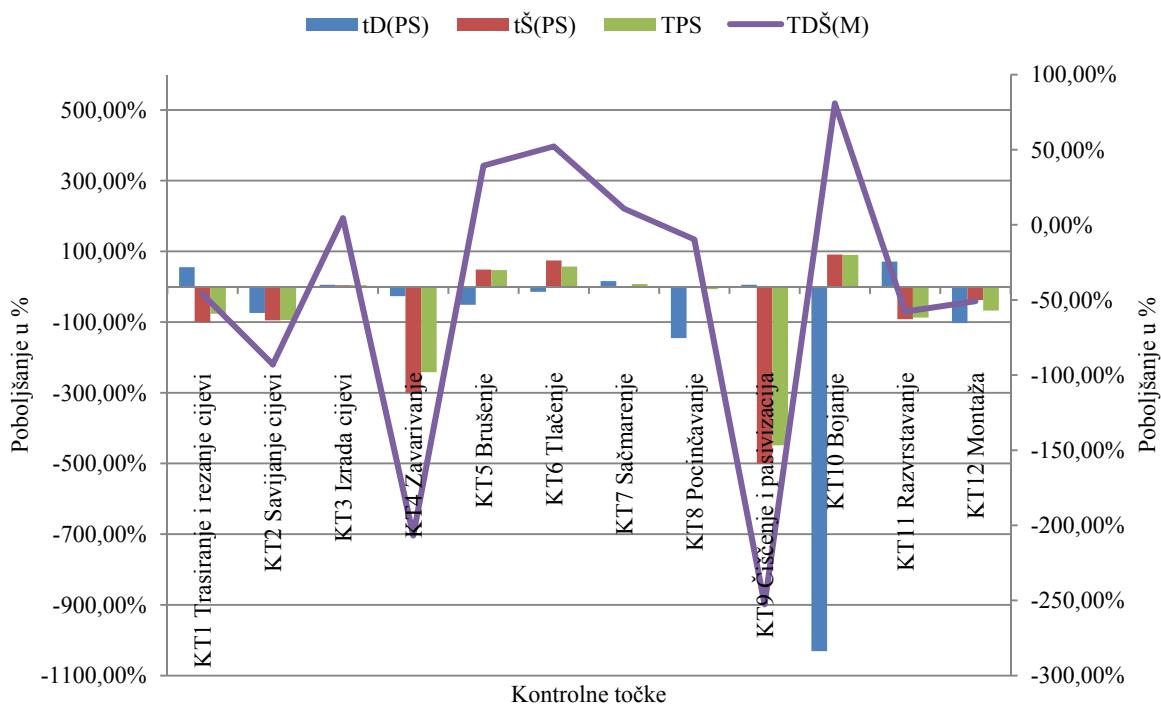
- 1) Ukupni troškovi zbog nesukladnosti dorade **povećani su** za 73,66% što predstavlja značajno pogoršanje;
- 2) Ukupni troškovi nesukladnosti škarta **povećani su** za 29,87%, što znači da su se ukupni učinci poduzetih mjeru nešto bolje odrazili na škart;

- 3) Ukupni troškovi zbog nesukladnosti izraženi u proizvodnim satima **povećani su** za 38,51% što ukazuje na teško dostizanje najbolje postignutih vrijednosti ukupnih troškova ali isto tako i izostanak učinka primjenjenih mjera na troškove;
- 4) Ukupni troškovi dodatnog materijala potrebnog uslijed nesukladnosti dorade i škarta **veći su** u odnosu na dostignutu izvrsnost su za 26,14% što nije u skladu s poduzetim mjerama ali i "nerazjašnjrenom" obujmu povećanja troška škarta u procesu I.

Promatrano prema pojedinim procesima zabilježena su slijedeći rezultati:

- 1) U procesu I. došlo je do neočekivanog porasta troškova o čijim uzrocima treba provesti detaljniju analizu. Osim troškova dorade koji **su smanjeni** u odnosu na dostignute izvrsnosti za 7,88%, svi ostali pokazatelji su zabilježili **povećanje** i to troškovi škarta za 50,15%, troškovi dodatnih proizvodnih sati za 45,60% i troškovi dodatnog materijala za 38,92%;
- 2) U procesu II. **povećani** su troškovi dorade za 18,25% , dok su ostali pokazatelji pokazali znakove osjetnih **smanjenja** i to troškovi škarta za 20,74%, troškovi proizvodnih sati za 15,51% te troškovi dodatnog doradnog i škart materijala za 9,66%. Ukupno uzevši jedino su se u procesu II. primjenjene mjere pozitivno odrazile;
- 3) U procesu III. došlo je do znatnog **povećanja** troškova dorade za 57,15%, dok su **smanjeni** troškovi škarta za 0,36%, te **povećani** troškovi dodatnih proizvodnih sati za 3,11% i troškovi dodatnog materijala za 6,04%;
- 4) Slično kao i u procesu I. i u procesu IV zabilježena su **povećanja troškova** u odnosu na dostignutu izvrsnost i to troškova dorade za 98,48%, troškova škarta za 60,19%, troškova dodatnih proizvodnih sati za 73,05% i troškovi dodatnog materijala za 54,22%. Ovakvi rezultati u IV. procesu ukazuju na potpuni izostanak rezultata primjenjenih mjera u odnosu na dostignute izvrsnosti.

Promatrano prema procesima, očigledno je da je dostignuta izvrsnost postala "teško dohvatljiva" odnosno da su sve poduzete mjere SUUK-a očito ispunile svoju zadaću, a da je za svaka daljnja poboljšanja potrebne sustavne promjene u pristupu upravljanja kvalitetom. Ukupni učinak primjenjenih mjera na troškove nesukladnosti prikazuje se slikom 5.22.



Slika 5.22. Učinak primjenjenih mjera na troškove kvalitete u projektu E

Zbog jasnoće prikaza u grafikonu prikazanom slikom 5.22. stupcima su prikazani ukupni troškovi, troškovi dorade i troškovi škarta u proizvodnim satima prema lijevoj osi grafikona, dok su objedinjeni troškovi dodatnog materijala dorade i škarta linijski i odnose se na desnu os grafikona.

Iz slike 5.22. je vidljivo očekivano poboljšanje odnosno smanjenje troškova u procesu II., o djelomično u procesu III, dok je istovremeno došlo do pojave pogoršanja odnosno povećanja troškova u svim ostalim procesima. Posebice je važno analizirati uzroke pogoršanja u procesu IV.

Učinci postignuti primjenjenim mjerama mogu se smatrati samo djelomično uspešnim, odnosno može se zaključiti da se unatoč primjenjenim mjerama dostignuta izvrsnost teško održava odnosno da je postignuta svojevrsna "zasićenost" te da su za daljnja unapređenja kvalitete potrebne sustavne promjene.

Ako bi se umjesto usporedbe s dostignutom izvrsnošću analizirali učinci primjenjenih mjera u projektu E u odnosu na polazne veličine \overline{AB} tada bi rezultati bili kao u tablici 5.37.

I. Prema broju nesukladnosti:

- ukupan broj ustanovljenih nesukladnosti **smanjen je** s 1554 na 1181 odnosno za 31,58%,
- ustanovljene nesukladnosti dorade **smanjene su** s 1103 na 798 odnosno za 38,22%,
- ustanovljene nesukladnosti škarta **smanjene su** s 451 na 383 odnosno za 17,75%,

- II. Prema vrijednosti N(ppm)-a **smanjene su** s 34391 na 24612 odnosno za 39,73%;
 III. Prema dodatnim troškovima zbog ustanovljenih nesukladnosti, odnosno poboljšanja izražena u postocima prikazuju se u tablici 5.37. dok su veličine temeljem kojih se došlo do navedenih rezultata prikazane u prilogu V.

Tablica 5.37. Učinci primijenjenih mjera SUUK-a na troškove projekta E u odnosu na \bar{AB}

		POBOLJŠANJA OPERACIJA U % U ODNOSU DOSTIGNUTE IZVRSNOSTI PRETHODNIM PROJEKTIMA				
PROCES	OPERACIJA	KT	tD(PS)	tŠ(PS)	TPS	TDŠ(M)
I	Trasiranje i rezanje cijevi	KT1	65,48%	-34,06%	-20,71%	-2,72%
	Savijanje cijevi	KT2	20,09%	-34,06%	-30,63%	-26,82%
	Izrada cijevi	KT3	46,57%	33,85%	35,02%	36,70%
II	Zavarivanje	KT4	42,60%	-63,52%	-42,57%	-29,51%
	Brušenje	KT5	11,10%	68,41%	67,69%	63,03%
	Tlačenje	KT6	10,42%	86,37%	75,72%	72,36%
III	Sačmarenje	KT7	14,79%	14,04%	14,38%	13,79%
	Pocinčavanje	KT8	-109,84%	1,81%	-4,22%	-6,38%
	Čišćenje i pasivizacija	KT9	9,09%	-402,76%	-365,78%	-214,29%
	Bojanje	KT10	60,05%	91,41%	90,65%	85,22%
IV	Razvrstavanje	KT11	74,50%	-91,61%	-86,03%	-53,28%
	Montaža	KT12	-36,62%	27,82%	2,26%	17,08%

U tablici 5.37. istaknute su dostignute izvrsnosti operacija u projektu E u odnosu na polazne vrijednosti. Plavom bojom istaknuta su dostignuta poboljšanja dok su crvenom bojom istaknute operacije u kojima poboljšanja nisu postignuta

Analiza prema procesima, odnosno poboljšanja izražena u postocima prikazuju se u tablici 5.38. dok su veličine temeljem kojih se došlo do navedenih rezultata prikazane u prilogu V.

Tablica 5.38. Ostvarena poboljšanja po procesima u projektu E u odnosu na \bar{AB}

	POBOLJŠANJA PROCESA U % U ODNOSU DOSTIGNUTE IZVRSNOSTI U PRETHODNIM PROJEKTIMA			
PROCESI	tD(PS)	tŠ(PS)	TPS	TDŠ(M)
PROCES I	45,11%	-3,03%	1,27%	7,01%
PROCES II	20,24%	57,15%	53,07%	49,56%
PROCES III	-29,38%	5,04%	2,67%	5,63%
PROCES IV	-34,47%	-4,70%	-14,46%	-7,62%

U tablici 5.38. istaknute su dostignute izvrsnosti procesa E u odnosu na polazne vrijednosti. Plavom bojom istaknuta su dostignuta poboljšanja dok su crvenom bojom istaknute one vrijednosti u procesima u kojima poboljšanja nisu postignuta.

- troškovi dorade, izraženi u proizvodnim satima, zbog ustanovljenih nesukladnosti **povećani su** za 16,56%,

- troškovi škarta, izraženi u proizvodnim satima, zbog ustanovljenih nesukladnosti škarta **smanjeni su za 15,56%**,
- ukupni troškovi zbog ustanovljenih nesukladnosti, izraženi u proizvodnim satima **smanjeni su za 9,38%**,
- ukupni troškovi dodatno upotrijebljenog materijala zbog ustanovljenih nesukladnosti dorade i škarta **smanjeni su za 17,28%**.

Grafičkim prikazom u slici 5.23. plavom bojom su istaknuta poboljšanja dostignuta prema procesima u projektu E u odnosu na procese u projektima \overline{AB} , dok su crvenom bojom istaknuti oni procesi u kojim nije došlo do poboljšanja ili u kojim je naknadno nastupilo pogoršanje. Isto tako je slikom 5.24., prikazano i ukupno poboljšanje projekta E u donosu na projekt \overline{AB} .

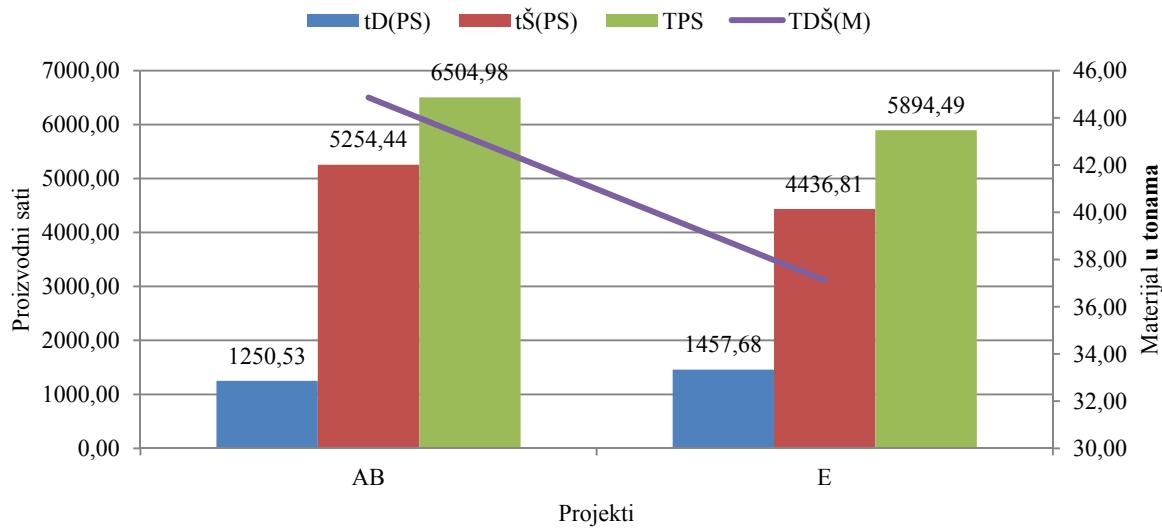
PROJEKTI		DORADA	ŠKART	N(PPM)	TPS	TDŠ(M)
AB	PROCES I					
	PROCES II					
	PROCES III					
	PROCES IV					
E	PROCES I					
	PROCES II					
	PROCES III					
	PROCES IV				-14,46%	

Slika 5.23. Prikaz ostvarenih poboljšanja prema procesima u projektu E u odnosu na \overline{AB}

PROJEKTI	DORADA	ŠKART	NESUKL.	N(PPM)	TPS	TDŠ(M)
PROJEKT AB						
PROJEKT E						

Slika 5.24. Prikaz ostvarenih poboljšanja u projektu E u odnosu na \overline{AB}

U apsolutnim pokazateljima to znači da je u projektu E u odnosu na polazni \overline{AB} , broj proizvodnih sati koji se utroše za ispravljanje nesukladnosti zbog dorade i škarta **smanjen za 592 PS te da je izgubljeni (trajno škartirani) materijal smanjen za 7,63 tone**. Kako je to prikazano slikom 5.25.



Slika 5.25. Ostvarena poboljšanja prema absolutnim pokazateljima projekta E u odnosu na \overline{AB}

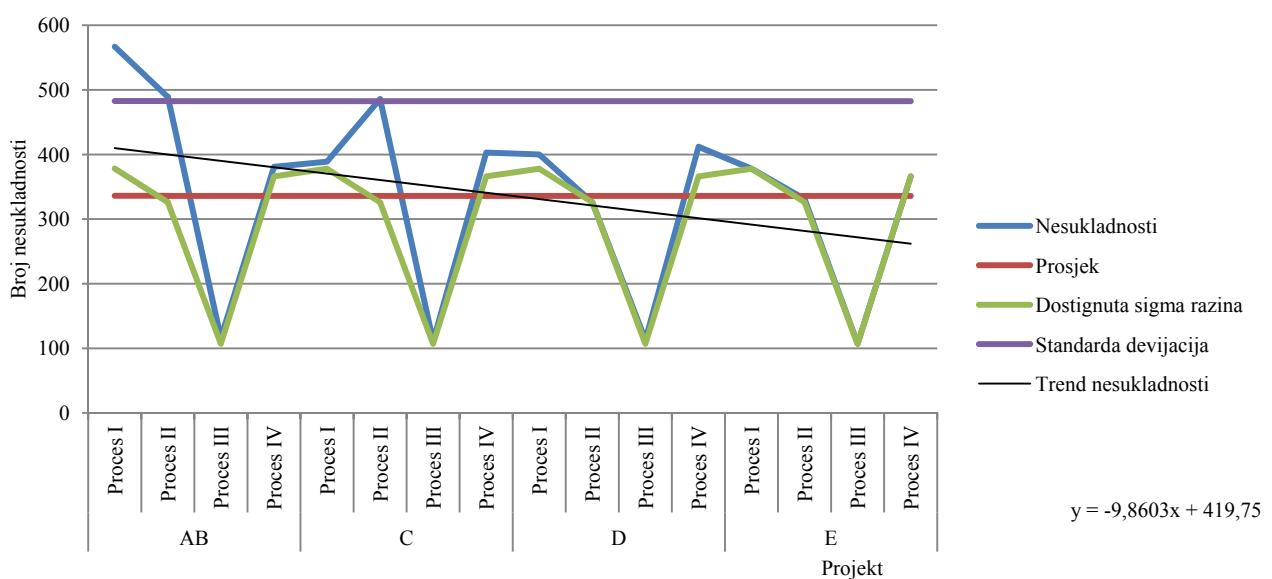
Pri tome valja uzeti u obzir činjenicu da je svaki naredni projekt (počevši od projekta A) imao veći broj izradaka od prethodnog, što je vidljivo iz tablice 5.3., a što dobivene rezultate čini još povoljnijima.

5.4. VJEROJATNOST POJAVLJIVANJA TPP -A

Analizom odabranih pokazatelja kvalitete u projektima A, B, C, D i E uočena su određene nepravilnosti koje se u pojedinim operacijama pojavljuju u odnosu na dostignutu izvrsnost, te djeluju neovisno o primijenjenim mjerama SUUK-a. Stoga se za procjenu pojavljivanja TPP uzimaju procesi kao faze projekta.

Vjerojatnost pojavljivanja TPP-a u budućim projektima moguće je promatrati sa statističkog gledišta ocjenom krivulje trenda prema izračunatim pokazateljima kvalitete u proizvodnim procesima projekata \overline{AB} , C, D i E.

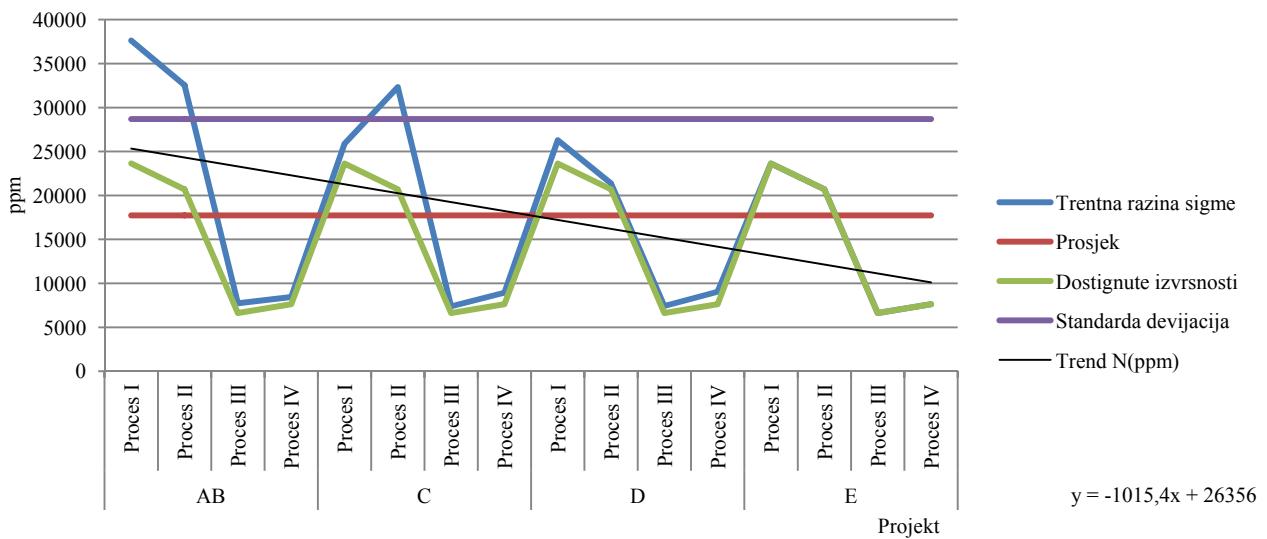
Ocjena trenda broja nesukladnosti prikazuje se slikom 5.26.



Slika 5.26. Kretanje broja nesukladnosti prema projektima

Iz slike 5.26. je vidljivo da poduzete mjere učinkovito djeluju na smanjene broje nesukladnosti što prikazuje trend nesukladnosti. Osim u projektima A i B sve vrijednosti broja nesukladnosti nalaze se unutar standardnog odstupanja. U procesu E broj nesukladnosti se izjednačava s dostignutom izvrsnosti. Krivulja trenda ukazuje da dostignuta izvrsnost više neće biti smanjivana bez primjene nekih drugih metoda SUUK-a.

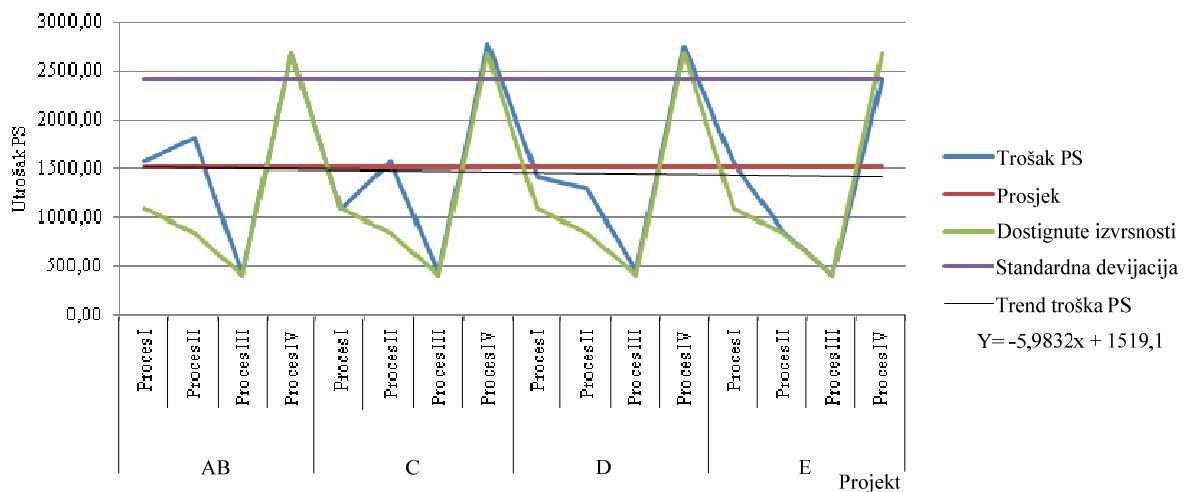
Ocjena trenda vrijednosti N(ppm)-a prikazuje se slikom 5.27.



Slika 5.27. Kretanje N(ppm)-a prema projektima

Iz slike 5.27. je vidljivo da poduzete mjere učinkovito djeluju na smanjene trenutne razine sigme. Vidljivo je da se nakon projekta C trenutne razine sigme nalaze unutar granice standardne devijacije. U procesu E trenutna Sigma razina se izjednačava s dostignutom izvrsnosti. Krivulja trenda pokazuje da će i u nekom sljedećem projektu trenutna razina sigme biti smanjena. Koliko će to smanjenje biti pokazati će prognostički modeli.

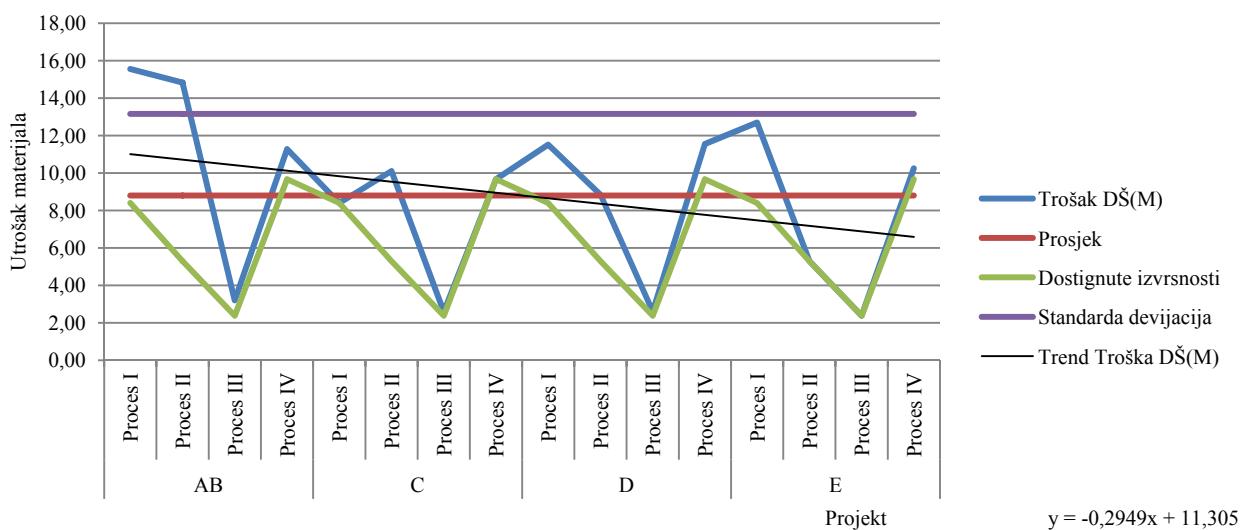
Ocjena trenda troškova proizvodnih sati proizašlih zbog otklanjanja ustanovljenih nesukladnosti prikazuje se slikom 5.28.



Slika 5.28. Kretanje troškova proizvodnih sati prema projektima

Iz slike 5.28. je vidljivo da poduzete mjere ne proizvode očekivane učinke po pitanju smanjenja troškova proizvodnih sati zbog ustanovljenih nesukladnosti. Vidljivo je da se u svim projektima troškovi PS u procesu IV nalaze iznad vrijednosti standardne devijacije. U projektu E troškovi dodatnih PS se približavaju dostignutoj izvrsnosti. Krivulja trenda za naredni projekt F ukazuje da dostignuta izvrsnost neće biti smanjivana bez primjene nekih drugih metoda SUUK-a.

Ocjena trenda dodatnih troškova materijala proizašlih iz ustanovljenih nesukladnosti prikazuje se slikom 5.29.



Slika 5.29. Kretanje troškova dodatnog materijala prema projektima

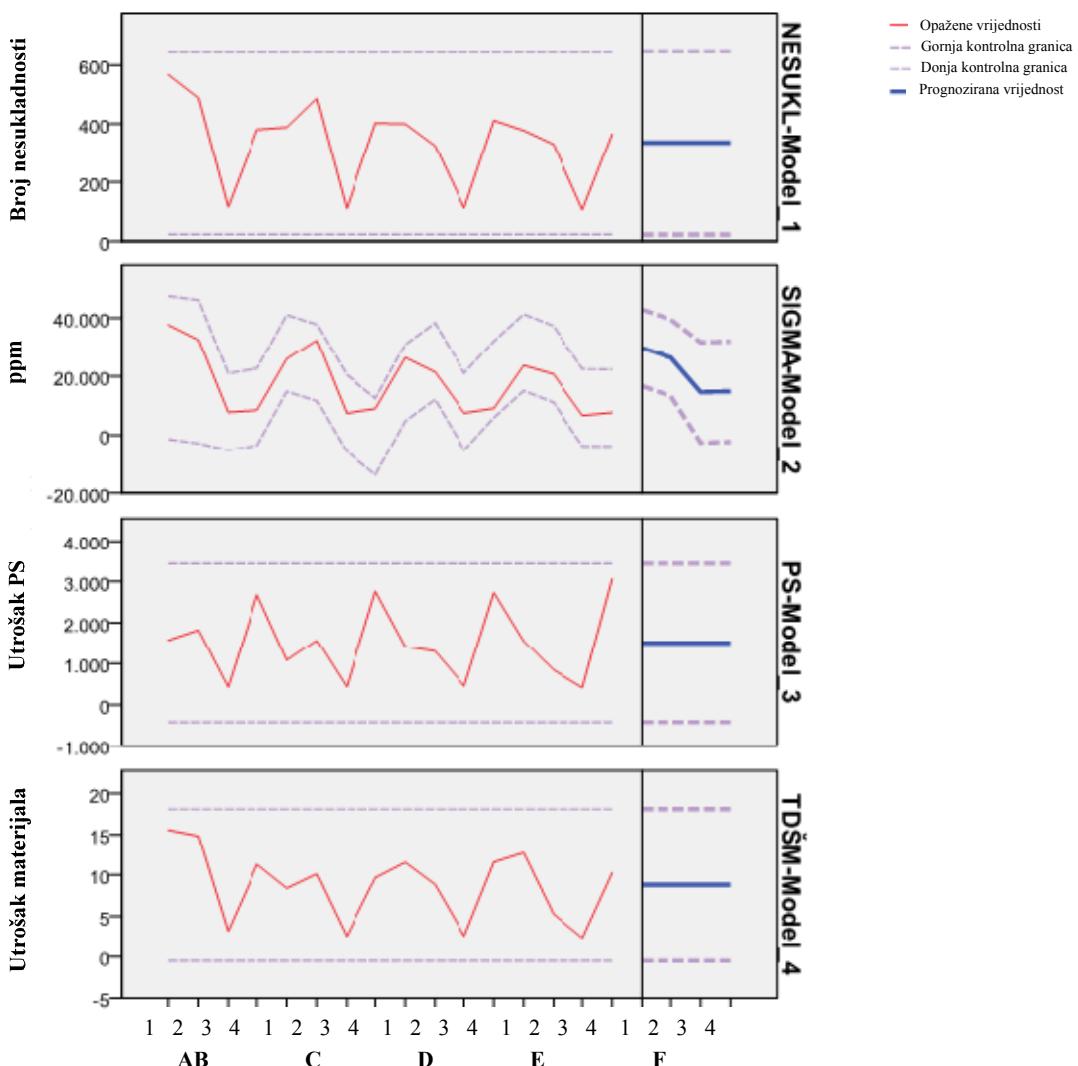
Iz slike 5.29. je vidljivo da poduzete mjere ne proizvode samo djelomično očekivane učinke po pitanju smanjenja troškova dodatnog materijala zbog ustanovljenih nesukladnosti. Vidljivo je da se u svim projektima troškovi DŠ(M) nalaze unutar granice vrijednosti standardne devijacije. U projektu E troškovi dodatnog materijala se približavaju dostignutoj izvrsnosti. Krivulja trenda za neki naredni projekt F ukazuje da dostignuta izvrsnost neće biti smanjivana bez primjene nekih drugih metoda SUUK-a.

5.4.1. Prognostički model

S obzirom da se u cikličkim projektima procesi odvijaju u jednakim ili približno jednakim vremenskim razdobljima to ih je, za potrebe istraživanja budućih kretanja, moguće promatrati i kao vremenske serije. U tom slučaju je uz pomoć statističkih programa¹⁹ moguće predviđati kretanja promatranih vrijednosti (broj nesukladnosti, trenutnu razinu sigme, troškova dodatni proizvodnih sati zbog ispravljanja nesukladnosti te trošak dodatnog materijala nastalog zbog škarta).

Prognoza se zasniva na podatcima iz priloga II-V. u kojoj su prikazani navedeni nizovi za razdoblja od prvog procesa projekata \overline{AB} do zaključno četvrtog procesa projekta E. Prognoza se odnosi na naredni projekt F kako je to prikazano slikom 5.30.

¹⁹ SPSS Statistic 17.0



Slika 5.30. Prognostički model

Iz grafički prikazanih rezultata prognostičkog modela, slika 5.30., vidljivo je da se nikakve promjene ne očekuju u narednom projektu F kada se radi o smanjivanju broja nesukladnosti te smanjivanju troškova proizvodnih sati i dodatnog materijala, dok se jedino kod trenutne Sigma razine mogu očekivati određene promjene što je u skladu s rezultatima dobivenim ocjenom trenda polinoma drugog stupnja.

5.4.2. Vrednovanje pojavljivanja TPP-a

Temeljem provedene procjene pokazatelja kvalitete vidljivo je da postoji razlika u poimanju TPP s tehničkog gledišta (broj nesukladnosti i trenutna sigma razina) s onog ekonomskog (troškovi dodatnih PS i TDŠ(M)). Kako je funkcija SUUK-a u projektima prvenstveno orijentirana na troškovnu stranu jasno je da sve daljnje aktivnosti trebaju biti usmjereni ka smanjenju troškova.

Najveća pažnja kod analize posljedičnog troška u prepoznatim TPP-ima usmjerena je prema pronalaženju uzročnika nastalog troška. Naglasak se stavlja na sljedeće grupe čimbenika sustava:

- tehnologiju izrade cijevi i cjevarskih elemenata,
- proizvodni proces u projektu,
- vremena izvođenja operacija,
- vremena čekanja na materijal, alat, dokumentaciju i
- ljudski čimbenici.

Stoga se i pojavljivanje TPP temelji na navedenim čimbenicima. Procjenu pojavljivanja TPP-a u nekom budućem projektu moguće je zasnovati na temelju kvantitativnih pokazatelja pojavljivanja TPP-a u prethodnim projektima kao na njima utemeljenoj kvalitativnoj procjeni.

U SUUK-u se kvalitativna procjena pojavljivanja TPP-a može izraziti kao:

- prihvatljiv TPP i
- neprihvatljiv TPP.

Slijed vrednovanja TPP-a u tablici 5.39. prikazuje se nizom od 5 koraka:

Tablica 5.39. Kvalitativna procjena pojavljivanja TPP-a

Korak	Pojavljivanja TPP-a	Analiza	Vrednovati TPP	
			Prihvatljivo	Neprihvatljivo
I	Koliko često se pojavljuju?	Analiza učestalosti		
II	U kojem proizvodnom procesu se pojavljuju?	Raščlamba proizvodnog procesa		
III	Kojom jakošću djeluju?	Analiza posljedičnog troška		
IV	Što uzrokuje njihovu pojavu?	Analiza čimbenika sustava		
V	Koliko zavise o primjenjenoj tehnologiji	Analiza TPP-a		

Vrednovanja TPP-a iziskuju donošenje mjera SUUK-a primjerene mjestu nastanka TPP-a. U prihvatljivom slučaju radi se o odlukama koje su usmjerene prema poboljšanju kvalitete sustava, dok je u neprihvatljivom slučaju riječ o odlukama koje TPP trebaju svesti na prihvatljivu mjeru. Mjere SUUK-a s ciljem uklanjanja TPP-a temelji se na tri moguća smjera djelovanja:

- djelovanje s ciljem smanjenja učestalosti pojavljivanja TPP-a, odnosno posljedičnog troška,
- djelovanje s ciljem smanjenja veličine posljedičnog troška i
- istovremeno djelovanje na obje komponente TPP-a.

Za dobivanje predodžbe o vjerojatnosti i posljedica pojavljivanja TPP-a mogu poslužiti odgovori na postavljena pitanja:

- koje su točke u procesu proizvodnje prepoznate kao potencijalna mjesta povećanog troška?
- koliki posljedični trošak može proizići?
- da li je trošak prihvatljiv za daljnje poslovanje?

Djelovanje je u pravilu ograničeno na svega nekoliko mogućnosti (tablica 35.), od kojih je ona koja upućuje na promjenu tehnologije svojstvena suvremenim trendovima u brodogradnji. Razumljivo je da će se promjeni tehnologije izrade brodskih cjevovoda prići tek onda kad se iscrpe sve druge mogućnosti ili ako se u više proizvodnih procesa ukazuje takva potreba.

Jednom donesene mjere SUUK-a treba provodi sve dok se ne dostigne njihov cilj ili utvrdi njezina svrsishodnost. Ukoliko rezultati djelovanja ne donose očekivane rezultate, mjere SUUK-a treba preispitati i donijeti nove. Dobivanjem odgovora na osnovna pitanja što?, kada? i gdje treba djelovati? kako bi se rizik pojavljuvanja TPP-a sveo na prihvatljivu mjeru prikazuju se tablicom 5.40. u vidu odgovora na postavljena pitanja.

Tablica 5.40. Djelovanja za umanjenje vrijednosti TPP-a

ŠTO?	KADA?	GDJE?
Analiza posljedičnog troška	Svaki projekt	Uprava brodogradilišta
Analiza TPP	Prije početka novog projekta, prije početka cikličkog projekta, tijekom projekta	Uprava brodogradilišta
Održavanje tehnoloških sustava	Periodično, stalno, proaktivno	Rukovoditelj proizvodnog procesa
Uдовoljavanje zahtjevima kvalitete	Kod ugovaranja, stalno	U procesima
Upravljanje SUUK-om	Stalno	Uprava brodogradilišta

Iz tablice 5.40. vidljivo je da će uprava brodogradilišta djelovati na uklanjanje TPP-a permanentno sa svrhom poboljšanja kvalitete poslovanja, a posebice:

- prilikom ugovaranja novih projekata (novogradnji),
- prilikom prihvaćanja zahtjeva za kvalitetom te uvijek
- prilikom uočavanja povećanih troškova u tijeku proizvodnje.

Temeljem vrednovanja TPP-a donosi se plan uklanjanja. Glavni nositelj plana za uklanjanje TPP-a je uprava brodogradilišta. Na njoj je odgovornost uspjeha ili neuspjeha implementiranja novih mjera SUUK-a, te njihove ekonomske isplativosti.

U nastavku rada slijedi prijedlog metoda osiguranja kvalitete procesa, temeljene na primjeru proizvodnje brodskih cjevovoda, implementiranjem Lean-six sigma metode u proces proizvodnje brodskih cjevovoda.

6. MODEL UPRAVLJANJA KVALITETOM U CIKLIČKIM PROJEKTIMA

Dostignuta izvrsnost, postignuta na način kako je opisano u prethodnom poglavlju 5., predstavlja najbolje što se primjenjenim metodama poboljšanja kvalitete, u postojećim uvjetima i okolnostima može postići u cikličkim projektima u brodogradilištu. Stoga, ako se želi poboljšati dostignuta izvrsnost, s ciljem poboljšanja kvalitete u proizvodnom procesu, potrebno je primijeniti neke druge metode, prikladne određenom proizvodnom procesu, pri čemu je važno njihovu učinkovitost sagledati s aspekta ekonomičnosti.

Kako je već naglašeno, proizvodni procesi u cikličkim projektima gradnje brodova u hrvatskim ali i svjetskim brodogradilištima utvrđeni su prema pravilima inženjerske struke, izvode se po istom ili vrlo sličnom principu, a razlikuju se prema:

- 1) Tehnološkoj opremljenosti;
- 2) Stručnoj sposobljenosti i
- 3) Cijeni radne snage.

Promatrano s aspekta hrvatskih brodogradilišta, kada se iscrpe sve mogućnosti ušteda na broju izvršioca i korištenju radnog vremena, svoju konkurentnost pred brodogradilištima Dalekog istoka mogu ostvariti jedino promjenom organizacije poslovnog procesa te uvođenjem nove tehnologije odnosno nabavkom novih strojeva, automatizacijom i robotizacijom pojedinih proizvodnih procesa.

Ta je metoda poznata kao reinženjering poslovnog procesa (engl. *Business Process Reengineering – BPR*). Reinženjering poslovnog procesa podrazumijeva sustavan pristup u cilju radikalnog unaprjeđenja glavnih poslovnih procesa organizacije (engl. *Core Business*) kao i ključnih potpornih procesa [75]. Reinženjering se obično fokusira na nekoliko ključnih poslovnih procesa među mnogim procesima organizacije koji su bitni za uspjeh poduzeća unutar sektora u kojem poduzeće posluje. To su u pravilu oni procesi koje je brodogradilište u svojoj strategiji identificiralo kao kritične za postizanje poslovne izvrsnosti.

Bit samog reinženjeringa nije samo urediti, modificirati ili manjim "kozmetičkim" ili parcijalnim zahvatima reorganizirati postojeće procese već temeljito redefinirati postojeće procese s ciljem postizanja drastičnih poboljšanja ključnih parametara poslovanja i to prvenstveno: troškova, kvalitete i skraćenja rokova.

Iako BPR, u osnovi nije metoda osiguranja kvalitete u proizvodnom procesu, već pripada organizaciji poslovnog procesa, teško je zamisliti implementiranje neke učinkovite suvremene metode poboljšanja kvalitete bez odlučne promjene potaknute usvajanjem BPR-a od strane menadžmenta brodogradilišta.

S aspekta diferenciranog upravljanja kvalitetom, nakon provedenih klasičnih metoda poboljšanja kvalitete, jasno je da ukoliko se želi postići veća izvrsnost, treba mijenjati način razmišljanja o unaprjeđenju kvalitete i pristupiti potpuno novom rješenju.

Suvremena metoda koja bi, prema opisanim iskustvima iz svjetske prakse, zasigurno zadovoljila postavljene zahtjeve kvalitete i doprinijela unaprjeđenju kvalitete jest metoda

Lean Six Sigma. Stoga se u nastavku rada uspostavlja model unaprjeđenja kvalitete koji rješava ograničenja prethodno opisane procedure, a koji se temelji na principu Lean Six Sigma metodologije.

6.1. METODE IMPLEMENTIRANE U MODEL

Implementaciju metode Lean Six Sigma (LSS), najbolje je započeti usporedno s procesom BPR-a. Pri tome valja poštivati projektni pristup izgradnje brodova. To znači da je LSS metoda podčinjena projektu, odnosno da je svrha uspostave Lean organizacije te traženju optimalne kombinacije sa Six Sigma alatima s ciljem poboljšanje kvalitete u projektu novogradnje. Pri tome je potrebno poštovati pet temeljnih principa na kojima se zasniva Lean [76]:

- 1) Uklanjanje škarta (engl. *Waste*);
- 2) Utvrđivanje toka vrijednosti (engl. *Value Stream*) – uključuje sve aktivnosti koje su potrebne da bi se proizvod na vrijeme isporučio;
- 3) Postizanje tijeka kroz proces (engl. *Flow*) – "lagano kretanje" proizvoda kroz proces;
- 4) Određivanje tempa prema poticajnim (engl. *Pull*) signalima – sustav u kojem svaka naredna faza procesa potiče prethodnu;
- 5) Kontinuirano traganje za savršenstvom (engl. *Perfection*) – bez pogrešaka, defekata.

Predložena metoda je provjerena u praksi i višekratno opisana u dostupnoj literaturi [44], te je prihvatljiva za primjenu u brodograđevnoj industriji. Na tržištu postoji veći broj konzultantskih tvrtki koje su specijalizirane za obuku (trening) i djelomičnu ili potpunu implementaciju Lean Six Sigma metodologije. Što se tiče uvođenja nove metode u poduzeće uvjek postoje dvije mogućnosti.

Prva mogućnost je, da se implementacija i evaluacija metode prepusti zato specijaliziranim tvrtkama koje trebaju imati reference s dokazanim postignutim rezultatima. Uspjeh takvog pristupa zavisi isključivo o potpunoj suradnji menadžmenta i svih zaposlenika s vanjskim instruktorima. Stoga takve tvrtke taj zahtjev postavljaju kao uvjet jamstva izvršenog zadatka. Nadalje uspjeh vanjskih konzultanata ovisi o složenosti organizacijske strukture poduzeća, složenosti proizvodnog procesa, broja operacija, broja izvršioca, obrazovnoj i specijalističkoj strukturi menadžmenta i zaposlenika te zahtjevima sigurnosti na radu, zaštiti od buke, štetnih tvari te zaštiti okoliša. Često se, u literaturi koja zastupa tematiku Lean Six Sigma metode, navode i obrazlažu uspješne implementacije u Motoroli, Toyoti te sličnim korporacijama iz sektora ICT-a i automobiličke industrije. Valja odmah naglasiti kako se tu radi uglavnom o visoko profitabilnim industrijama koje mogu "podnijeti" trošak implementacije te kojima je kvaliteta gotovo isključiva konkurentska prednost i uvjet opstanka na tržištu.

Druga mogućnost, koja je prihvatljivija za industrije koje posluju na granici (ili ispod nje) rentabilnosti, te koja su na tržištu opstala zbog svoje strateške važnosti ili zaštite nacionalnih interesa, a koja su u suvremenim uvjetima slobodnog tržišnog natjecanja, kako bi zadržala svoju poziciju primorana ulagati u kvalitetu, jest da sama u okvirima vlastitog SUUK-a pokušaju uvesti LSS metodu. Tu se prvenstveno, s obzirom na temu rada, misli na brodograđevnu industriju, no slična je situacija i građevinarstvu, industriji poljoprivrednih strojeva, ali i baznim industrijama poput željezara, petrokemije i sl.

No, s obzirom da bi implementacija LSS metode u brodogradilište bila prezahtjevna s obzirom na postojeće kapacitete SUUK-a, te da bi iziskivala velika materijalna sredstva potrebna za osuvremenjene proizvodnih resursa, povećanje broja stručno sposobljenih zaposlenika te troška neophodnog za dopunsko obrazovanje, jasno je da se takav poduhvat ne može provesti u postojećim uvjetima u kojima se nalazi većina današnjih brodogradilišta. Stoga se predlaže implementacija LSS-a u određene proizvodne procese koji čine organizacijsku i funkcionalnu cjelinu, a koja je diferencirana kao bitna sastavnica u projektu izgradnje broda. U tom slučaju radi se o implementaciji LSS-a u "malu proizvodnu organizaciju" – *CJEVARIJU* – u jedan od cikličkih projekata s izglednom perspektivom.

Problematiku implementacije Six Sigma metode u malim proizvodnim organizacijama detaljno je opisao Kondić u svojoj disertaciji [9], te dokazao hipotezu kako je njena primjena moguća bez obzira na određene aspekte, kao što su: kulturno-aspakt, nedovoljan nivo znanja, neučinkovit menadžment, veličina organizacije, vlasnička struktura i dr. te da se pored osnovne prednosti metodologije Six Sigma, povećanje profitabilnosti i smanjenje broja grešaka, ostvaruje povećanje motivacije zaposlenika, dostizanje konkurenčije, podizanje razine organizacije i kulture poslovanja, povećanje proizvodnosti i ekonomičnosti poslovanja. Analogno tome zasigurno je moguća i implementacija LSS-a, tim više što je Lean komponenta u uskoj svezi s procesom BPR-a koji je imperativ svakog značajnijeg poboljšanja i unaprjeđenja kvalitete.

6.1.1. Definiranje vizije i strategije

U kontekstu menadžmenta vizija prepostavlja sliku idealne budućnosti poduzeća, odnosno postavlja jasnu predodžbu budućih događaja, dugoročni željeni rezultat unutar kojeg su zaposlenici slobodni identificirati i rješavati probleme koji stoje na putu njegina ostvarenja. Preslikano u temu rada, vizija je prvenstveno opstanak na tržištu i to poglavito zahvaljujući kvaliteti i samo kvaliteti proizvoda.

Izrada strategije kvalitete implementacijom LSS-a ili nekog drugog strateškog razvojnog plana potreba je svakog poduzeća, koje želi planski razvijati kvalitetu proizvoda u svojoj djelatnosti u skladu s postojećom infrastrukturom i ljudskim potencijalima te biti konkurentan na tržištu.

Strateški ciljevi su od ključne važnosti za ostvarenje definirane vizije. Kod određivanja strateških ciljeva, mora se velika pažnja pokloniti tome da oni budu mjerljivi, kako bi se moglo dokazati da li su i na koji način ti strateški ciljevi postignuti. Pošto se i sama razvojna strategija brodogradilišta izrađuje za određeno programsko razdoblje, potrebno je i vremenski definirati te strateške ciljeve i to na taj način da budu ostvarivi unutar trajanja programskog ciklusa strategije.

Nadalje, strateški ciljevi moraju biti u skladu sa strateškim ciljevima nekih krovnih dokumenata. To znači, primjerice da ostvarenje cilja smanjenja škarta za 50% u prvom sljedećem cikličkom projektu mora biti ukorporirano u cijenu rada odnosno u vrijednost dovršenog projekta.

Prioriteti i mjere proizlaze iz strateških ciljeva i njihovim ostvarenjem zapravo se pridonosi ostvarenju strateških ciljeva razvoja. Kod definiranja prioriteta i mjera, potrebno je veliku pažnju posvetiti tome da se odrede korisnici i nositelji ovih prioriteta i mjera, jer se na ovoj razini u velikoj mjeri raspodjeljuju odgovornosti i nositelji pojedinih zadataka, ali i mehanizme provedbe te okvirna finansijska sredstva koja su na raspolaganju za provedbu pojedinog prioriteta ili pojedine mjere implementirane strategije.

Kako bi se što jasnije odredile odgovornosti, definirala metodologija provedbe strategije razvoja, ali i utvrdili načini nadzora i evaluacije uspješnosti strategije, izrađuje se akcijski plan.

Kod izrade akcijskog plana, važno je voditi računa o tome da sam akcijski plan mora odražavati potrebe za boljom i kvalitetnijom proizvodnjom bez škarta i dorade vrednujući pri tome ljudski rad i poštujući stečena znanja. Time akcijski plan postaje temelj za provedbu strategije.

6.1.2. Definiranje područja djelovanja

Područje primjene, u ovom hipotetskom primjeru jeste izdvojeni pogon za izradu brodskih cjevovoda.

Područje primjene, kako je već navedeno, mora biti organizacijski i funkcionalno zaokružena cjelina. S obzirom da brodogradilište kao složena radna organizacija, neovisno o organizacijski postavljenoj strukturi potrebnog broja sastavnih jedinica, uvijek sadrži centralnu jedinicu iz koje proizlaze ključne informacije nije moguće govoriti o bilo kojoj potpuno neovisnoj sastavničici brodogradilišta. To je važno obrazložiti iz razloga što se svaki "šum" u komunikaciji s centralnom jedinicom može reflektirati na kvalitetu proizvoda te za posljedicu imati trošak škarta ili dorade. Najčešći oblici takvog šuma koji ugrožavaju sastavnu proizvodnu jedinicu, a koje je naknadno teško ispraviti jesu:

- 1) Nepravovremena dostava dokumentacije;
- 2) Dostava pogrešne dokumentacije;
- 3) Nerealni rokovi izrade i montaže;
- 4) Nedostava potrebnih materijala.

Stoga, kada se spominje BPR kao preuvjet implementacije LSS-a, prvenstveno se misli na postavljanje takve organizacije koja bi uklonila navedene rezultate šuma. To je moguće učiniti tek onda kada se uklone razlozi koji do toga dovode. U pravilu su to objektivni razlozi vezani uz likvidnost brodogradilišta, postojeći kadar, nepostojanje ili nekorištenje softverskih rješenja, pritisak na smanjene neproizvodnih djelatnika i sl.

Neovisno o navedenim razlozima ovaj problem predstavlja prvi od tri ključna problema kod definiranja područja primjene.

Drugi problem čini menadžerska struktura nesklona radikalnim promjenama kakve BPR zahtijeva. "Nitko ne poznaje problematiku mog pogona bolje od mene"; "Sve bi bilo u redu kad bih imo s kime raditi" sintagme su koje koriste menadžeri neskloni bili kakvim promjenama. Čak i onda kada je evidentno da postojeće stanje ne zadovoljava minimume

tržišnog ponašanja, i kada konkurenčija preuzima poslove ne poduzimaju ništa. Razlozi takvog ponašanja su i u ovom slučaju prvenstveno objektivne prirode. Ne postoji jasna struktura vlasništva, ne postoji jasna linija odgovornosti, ne postoji adekvatan sustav nagrađivanja.

Dakle, drugi problem jest privoljeti postojeći (ili novi) menadžment na potrebu implementacije LSS-e u određenu proizvodnu jedinicu.

Treći, ali nimalo manje važan, problem čini komunikacija s krajnjim korisnicima. To u predmetnoj temi nisu kupci koje bi trebalo poštivati i ispunjavati njihove želje glede kvalitete, već je to jedinica krajnjeg opremanja (opremna luka). Budući da je brod specifičan proizvod koji svojim gabaritima, složenošću i brojem svojih sastavnica, velikim brojem naknadnih zahtjeva i prepravaka ponekad izlazi "izvan nacrtnih vrijednosti" za neke izradke. Isto tako neke skice je moguće dati u izradu tek kada su mjere (dimenzije) definirane na licu mesta. Tu se javljaju isti (manje izraženi) problemi koji su već pojašnjeni u šumu s centralnom jedinicom, s time da je trošak u ovom slučaju veći jer je u njemu uračunat rad i materijal. Razlozi su i ovdje objektivne prirode: naknadno zatražene izmjene od strane naručitelja te nepostojanje kulture izmjene informacija.

Uklanjanje navedenih ključnih problema u domeni je vrhovnog menadžmenta, koji kao nositelj implementacije LSS-a ima interes i obvezu te probleme riješiti.

Definirano područje primjene LSS-a time postaje "oslobodjeno" naslijedenih nedosljednosti koje su predstavljale "alibi" za neispunjavanje obveza i povećani obujam škarta u IV procesu.

6.1.3. Nositelji aktivnosti

Kada bi se u cijelosti poštivali izvorni principi LSS metodologije, nositelji aktivnosti bili bi "majstori kvalitete", u skladu s japanskom nazivljem nositelja pojaseva u borilačkim vještinama. S obzirom na postojeće kulturološke različitosti za hrvatske (europske) prilike primjereno je uspostaviti hijerarhiju "specijalisti za kvalitetu" te ih rangirati brojevima od I – za glavnog odnosno izvršnog pa naniže prema složenosti i potrebama.

Prema Lean filozofiji glavni menadžer bi ujedno trebao biti i "majstor crnog pojasa" odnosno stručnjak koji sve ili gotovo sve zna o kvaliteti. Preslikano na filozofiju tranzicijskih menadžera realnije je očekivati kako će titula "specijalisti za kvalitetu prve kategorije" biti dodijeljena menadžeru SUUK-a. I ta je mogućnost prihvatljiva ukoliko isti prođe adekvatnu edukaciju, stekne "majstorsko znanje" u skladu s japanskim nazivljem, te dobije izvršne ovlasti u procesu implementacije metode poboljšanja kvalitete.

Hijerarhijski niz u fazi implementacije LSS-a trebali bi nastaviti djelatnici SUUK-a, menadžeri proizvodnje, poslovode, kontrolori i izvršioci.

S obzirom da bi se implementacija LSS-a trebala provesti usporedno s procesom BPR-a za promatrano područje neophodno je uspostaviti tim za provođenje tog projekta. Članovi tima bi pored voditelja projekta BPR-a, menadžera SUUK-a i menadžera poduzeća, trebali svakako biti stručnjaci iz područja organizacije rada, zaštite na radu, ergonomije, energetike i

investicija. Za potrebe reinženeringa poslovnog procesa nužno je uvođenje novih strojeva, tehnologija obrade, zavarivanja i transporta te automatizacije i robotizacije pojedinih procesa. Sve to čini određeni trošak koji se može promatrati i kao investicijsko ulaganje u poboljšanje proizvodnje i unaprjeđenje kvalitete proizvoda. Kao takvo, ono ima i svoje vrijeme povrata ulaganja koje se može odrediti zavisno od uvjeta pod kojima se pribavlja kapital.

O isplativosti takvog ulaganja, nije moguće raspravljati u novčanim jedinicama budući da ono predstavlja imperativ opstanka na tržištu. BPR i LSS nisu metode "malih koraka" od kojih se očekuju neka postupna poboljšanja, već one predstavljaju radikalni zaokret u postojećem poslovanju te postizanju vrhunskih rezultata i praktičnom uklanjanju dorade i škarta.

Ostvarenje tih rezultata mjerljivo je usporedbom s dostignutim izvrsnostima u prethodnom razdoblju (projekti A-D), uspostavljanjem scenarija za neku od metoda poboljšanja kvalitete s očekivanim smanjenjem dorade i škarta za 10% u svakom od procesa te očekivanog scenarija nakon provedenog BPR-a i implementacije LSS-a.

6.1.4. Integriranje TPP-a

Poznavanjem TPP-a, najčešćih mesta i intenziteta njihova pojavljivanja, praktično je pripremljen posao implementacije LSS-a. Analize sačinjene u prethodnom poglavlju 5. jasno su ukazale na mesta u procesu na koja je potrebno djelovati kako bi se postigli bolji rezultati. Onda kada se iscrpe sve (ili većina poznatih) metoda poboljšanja kvalitete, a njihovi krajnji rezultati bivaju minorni, jasno je da treba pristupiti radikalnim promjenama odnosno u potpunosti ukloniti mogućnosti nastanka pogreške. Ipak, potpuno uklanjanje točaka pogodnih za pogrešku treba shvatiti uvjetno, te je stoga primjerenije govoriti o integriranju TPP-a budući da je *zero defect* još uvijek utopija, ali alati Six Sigma dokazano ostvaruju rezultate.

6.2. PRIMJENA I OČEKIVANJA

Prije usvajanja novih metoda u pravilu se postavljaju tri jednostavna pitanja:

- 1) Kakva je korist od toga?
- 2) Koliko traje implementacija?
- 3) Koliko to košta?

Cijenu implementacije LSS-a i provedbe BPR-a valja promatrati kao investiciju koja bi kroz određeno razdoblje primjene trebala polučiti povrat uloženog kapitala kroz smanjenje troškova PS i TD te uklanjanjem TŠM-a. Kako bi se pristupilo analizi isplativosti uloženih sredstava potrebno je znati vrijeme koje je potrebno za implementaciju.

Womack i Jones [26], dokumentirali su više slučajeva gdje su glavna poboljšanja postignuta mijereći u danima, dok nasuprot tome стоји činjenica da je Toyota osmišljavala Lean principe 50 godina te da ih još uvijek poboljšava.

To ukazuje na to da treba prihvati činjenicu kako je Lean principe teško implementirati i zemljama s dugom tradicijom shvaćanja kvalitete kao imperativa, kulture poslovnog ponašanja, radnih navika te izražene samodiscipline i samoorganiziranja. Preslikano na

hrvatsku brodograđevnu industriju u kojoj je još uvijek zadržan filozofija samoupravnog socijalizma jasno je da implementacija mora biti brza i odlučna ali nikako nametnuta bez prethodne privoljivosti zaposlenika. Otpuštanja su neminovnost i posljedica su racionalizacije, restrukturiranja, uvođenja automatizacije i robotizacije u pojedinim procesima i sl., ali ona nisu problem LSS-a. Problem su menadžeri i zaposlenici koji ostaju i koji "moraju" prihvati Lean filozofiju i Six Sigma odnos prema kvaliteti proizvoda.

Specifičnosti u kojima se nalazi brodogradilište (opstanak na tržištu), vjerojatno će predstavljati dodatni motiv privoljivosti, te se realno može očekivati da će prvi rezultati biti vidljivi u prvom slijedećem projektu nakon cijelokupne implementacije. Te ako se s X_0 označi projekt u kojem se uvodi LSS tada projekt X_1 treba pokazati znakovita poboljšanja.

6.2.1. Isplativost LSS-a u cikličkim projektima

Trošak implementacije i primjene LSS metodologije upravljanja kvalitetom diferenciran na pogon za izradu cijevi u brodogradilištima, koja svoju proizvodnju zasnivaju na cikličkim projektima moguće je izraziti s dva moguća aspekta kvalitete: (1) ekonomskog i (2) tehničkog.

- 1) **Ekonomski aspekt kvalitete** stavlja u odnos uložena sredstva u odnosu na ostvarene uštude. Uštude se promatraju u odnosu na projekt, ili više cikličkih projekata (ovisno o vremenu potrebnom za povrat investicije);
- 2) **Tehnički aspekt kvalitete** uzima u razmatranje stupanj (postotak) poboljšanja koje je u smislu kvalitete proizvodnje i izradaka postignuto. Poboljšanja se promatraju prema procesima zbog različitih zahtjeva kvalitete.

Oba aspekta su podjednako važna i pokazatelji koje se dobiju pomoću što-ako modela²⁰ mogu poslužiti za postavljanje ciljeva. Ciljevi koji se žele postići LSS metodologijom jesu:

- 1) Kratkoročni – vidljivi već u projektu X_1
 - ukloniti trošak dodatnog škart materijala odnosno postići $tdš(m) \approx 0$,
 - smanjiti trošak proizvodnih sati po procesima najmanje za 50%,
 - smanjiti broj nesukladnosti dorade za 75%,
- 2) Dugoročni – koji se odnose na projekte X_{1+n}
 - stalna primjena PDAC,
 - u konačnici dostići 3,4 nesukladnosti na milijun izradaka (6σ).

Isplativost implementacije LSS-a moguće je analizirati kroz tri moguća scenarija:

- I. Scenarij analizira prosječne vrijednosti triju odabralih pokazatelja kvalitete postignuta u svim promatranim procesima (A-E);
- II. Scenarij analizira dostignute izvrsnosti odabralih pokazatelja u promatranim cikličkim projektima (A-E) i
- III. Ciljni hipotetski scenarij koji ispunjava zahtjeve implementacije LSS-a (ukloniti škart, smanjiti nesukladnosti dorade za tri četrtine -75%).

Usporedbe dobivenih vrijednosti omogućiti će menadžmentu donošenje jedne od triju odluka:

²⁰ Što-ako model je sastavni dio alata MS Excela koji na jednostavan način omogućuje da se zamjenom vrijednosti pojedinih ulaznih parametara analizira konačni rezultat.

- I. Zadovoljiti se prosječnim rezultatima i nastojati provesti određena poboljšanja ne izlažući se povećanim troškovima SUUK-a;
- II. Ustrajnim radom na stalnom poboljšanju nastojati ostvariti i zadržati dostignute izvrsnosti uz stalna ulaganja u SUUK, ili
- III. Odlučiti se za implementaciju LSS-a.

Prema iskustvima koja su opisali Womack i Jones [26], prvi rezultati poboljšanja trebali bi biti zabilježeni već u fazi implementacije. Preslikano na promatranu problematiku želi se pokazati kakvi rezultati bi se postigli ako bi se puna implementacija postigla samo u jednom od procesa.

6.2.2. Što-ako analiza

Što-ako analiza jednostavan je alat programa MS Excela kojim se ako su poznate relevantne vrijednosti mogu prema potrebama izrađivati različiti scenariji.

Scenarij I.

Scenarij I. predviđa nastavljanje primjenjivanja postojećih mjera SUUK-a, korištenjem primjerenih metoda u operacijama i procesima u kojima se uočavaju povećane nesukladnosti. Podaci se temelje na prosječnim vrijednostima promatranih pokazatelja kvalitete svih pet promatranih projekata. Prosječne vrijednosti promatranih pokazatelja kvalitete u projektima A,B, C, D i E prema operacijama prikazuju se tablicom 6.1.

Tablica 6.1. Prosječne vrijednosti promatranih pokazatelja kvalitete u projektima A,B, C, D i E prema operacijama

Procesi	Operacije	ABCDE								
		Dorada (kom.)	Škart (kom.)	N(ppm)	tD (PS)	tŠ(PS)	TPS	TŠ(M)	TD(M)	TDŠ(M)
I	Trasiranje i rezanje cijevi	130	28	8905	30,60	302,71	333,31	2,72	0,82	3,536
	Savijanje cijevi	85	57	7726	26,88	503,46	530,34	4,32	0,51	4,832
	Izrada cijevi	198	68	13554	50,67	531,12	581,78	4,4	1,22	5,616
II	Zavarivanje	115	24	7857	49,60	275,13	324,73	2,16	0,74	2,904
	Brušenje	56	54	6024	6,13	443,55	449,67	3,44	0,39	3,832
	Tlačenje	166	73	13881	128,80	566,87	695,67	4,08	1,29	5,368
III	Sačmarenje	25	1	1833	12,15	11,57	23,72	0,08	0,22	0,296
	Pocinčavanje	13	16	2226	16,20	199,44	215,64	1,28	0,14	1,424
	Čišćenje i pasivizacija	20	2	1571	2,85	63,08	65,93	0,4	0,15	0,552
	Bojanje	28	12	1702	2,27	114,74	117,00	0,72	0,14	0,856
IV	Razvrstavanje	114	38	3645	15,60	811,02	826,62	5,04	0,83	5,872
	Montaža	153	76	4845	901,33	1066,81	1968,15	4,96	1,28	6,24

Isto tako prikazuju se i prosječne vrijednosti promatranih pokazatelja kvalitete u projektima A,B, C, D i E prema procesima prikazuju se tablicom 6.2.

Tablica 6.2. Prosječne vrijednosti promatranih pokazatelja kvalitete u projektima A,B, C, D i E prema procesima

Procesi	ABCDE									
	Dorada (kom.)	Škart (kom.)	N(ppm)	tD (PS)	tŠ(PS)	TPS	TŠ(M)	TD(M)	TDŠ(M)	
PROCES I	414	153	30120	108,15	1337,29	1445,44	11,44	2,54	13,984	
PROCES II	338	152	27763	184,53	1285,54	1470,07	9,68	2,42	12,104	
PROCES III	85	31	7399	33,47	388,82	422,28	2,48	0,65	3,128	
PROCES IV	267	114	8469	916,93	1877,83	2794,77	10	2,11	12,112	
UKUPNO	1103	451	30251	1243,07	4889,48	6132,55	33,6	7,73	41,33	

Iz tablica 6.1. i 6.2. vidljivo je da se po jednom projektu utroši preko 6100 proizvodnih sati za ispravljanje nesukladnosti te da se nepovratno izgubi više od 41 tone cjevarskog materijala. Iz tablice se mogu izračunati i poboljšanja promatranih veličina u odnosu na početne pokazatelje u projektima A i B, a koje su za 7-9% bolje od početnih vrijednosti. Takva poboljšanja, iako pokazuju trend smanjenja broja nesukladnosti, N(ppm)-a i troškova uzrokovanih doradom i škartom²¹, ne bi smjela zadovoljiti uprave brodogradilišta s obzirom na aktualno stanje na tržištu novogradnji.

U ovakvom scenariju troškovi SUUK-a ostaju nepromijenjeni, odnosno troškovi korištenih alata i tehnika provedenih u pojedinim projektima smatraju se sastavnim djelom radnih procedura SUUK-a.

Scenarij II.

Drugi mogući scenarij zasniva se na dostignutim izvrsnostima. Analizom svih pet promatranih projekata prema kontrolnim točkama ekstrapolirane su najbolje dostaigute vrijednosti i temeljem njih formiran cijeli hipotetski ali realno izvediv proizvodni proces. Kako je to elaborirano u poglavljju 5. veličina dostaigute izvrsnosti je teško održiva ali se evidentno nalazi u funkciji poduzetih mjer SUUK-a. Dostaigute izvrsnosti vrijednosti promatranih pokazatelja kvalitete u projektima A,B, C, D i E prema operacijama i procesima prikazuju se u tablicama 6.3. i 6.4.

Tablica 6.3. Dostaigute izvrsnosti vrijednosti promatranih pokazatelja kvalitete u projektima A,B, C, D i E prema operacijama

Procesi	Operacije	DOSTIGNUTE IZVRSNOSTI								
		Dorada (kom.)	Škart (kom.)	N(ppm)	tD (PS)	tŠ(PS)	TPS	TŠ(M)	TD(M)	TDŠ(M)
I	Trasiranje i rezanje cijevi	45	19	4191	13,50	169,16	182,66	1,52	0,36	1,88
	Savijanje cijevi	39	39	5107	16,38	363,61	379,99	3,12	0,312	3,43
	Izrada cijevi	106	45	9887	35,33	434,55	469,88	3,6	0,848	4,45
II	Zavarivanje	52	10	4060	27,73	101,90	129,63	0,8	0,416	1,22
	Brušenje	33	17	3274	4,13	175,36	179,48	1,36	0,264	1,62
	Tlačenje	130	10	9167	104,00	111,15	215,15	0,8	1,04	1,84
III	Saćmarenje	21	1	1441	9,45	11,57	21,02	0,08	0,168	0,25
	Pocinčavanje	11	16	1768	9,90	199,44	209,34	1,28	0,088	1,37
	Čišćenje i pasivizacija	18	2	1310	2,70	25,23	27,93	0,16	0,144	0,30
	Bojanje	1	1	131	0,13	12,75	12,88	0,08	0,008	0,09
IV	Razvrstavanje	29	38	1462	4,35	489,19	493,54	3,04	0,232	3,27
	Montaža	103	40	3121	580,23	688,27	1268,5	3,2	0,824	4,02

²¹ vidi točka 5.

Tablica 6.4. Dostignute izvrsnosti vrijednosti promatranih pokazatelja kvalitete u projektima A,B, C, D i E prema procesima

Procesi	DOSTIGNUTE IZVRSNOSTI								
	Dorada (kom.)	Škart (kom.)	N(ppm)	tD (PS)	tŠ(PS)	TPS	TŠ(M)	TD(M)	TDŠ(M)
PROCES I	190	104	19251	65,21	967,32	1032,54	8,24	1,52	9,76
PROCES II	215	37	16501	135,86	388,41	524,26	2,96	1,72	4,68
PROCES III	51	20	4649	22,18	248,98	271,17	1,6	0,408	2,01
PROCES IV	132	78	4583	584,58	1177,45	1762,04	6,24	1,056	7,30
UKUPNO	588	239	18050	807,84	2782,17	3590,00	19,04	4,704	23,74

Podaci predočeni u tablicama 6.3. i 6.4., predstavljaju najbolje što je bilo moguće postići po pitanju kvalitete u pojedinim operacijama u postojećim uvjetima promatranog brodogradilišta. Iako se nazivaju "najboljim" i ovi rezultati ne bi smjeli zadovoljiti upravu. Poboljšanja koja se u scenariju II. javljaju u odnosu na scenarij I. mogu se izraziti u postocima kako se to prikazuje tablicama 6.5. i 6.6.

Tablica 6.5. Poboljšanja u % ostvarena u scenariju II u odnosu na scenarij I., prema operacijama

Procesi	Operacije	POBOLJŠANJA U %								
		Dorada (kom.)	Škart (kom.)	N(ppm)	tD (PS)	tŠ(PS)	TPS	TŠ(M)	TD(M)	TDŠ(M)
I	Trasiranje i rezanje cijevi	65,4	32,1	52,9	55,88	44,12	45,20	44,12	56,10	46,83
	Savijanje cijevi	54,1	31,6	33,9	39,06	27,78	28,35	27,78	38,82	29,01
	Izrada cijevi	46,5	33,8	27,1	30,27	18,18	19,23	18,18	30,49	20,76
II	Zavarivanje	54,8	58,3	48,3	44,09	62,96	60,08	62,96	43,78	57,99
	Brušenje	41,1	68,5	45,7	32,63	60,46	60,09	60,47	32,31	57,72
	Tlačenje	21,7	86,3	34,0	19,25	80,39	69,07	80,39	19,38	65,72
III	Sačmarenje	16,0	0,0	21,4	22,22	0,00	11,38	0,00	23,64	15,54
	Pocinčavanje	15,4	0,0	20,6	38,89	0,00	2,92	0,00	37,14	3,79
	Čišćenje i pasivizacija	10,0	0,0	16,6	5,26	60,00	57,64	60,00	4,00	45,65
	Bojanje	96,4	91,7	92,3	94,27	88,89	88,99	88,89	94,29	89,49
IV	Razvrstavanje	74,6	0,0	59,9	72,12	39,68	40,29	39,68	72,05	44,31
	Montaža	32,7	47,4	35,6	35,63	35,48	35,55	35,48	35,63	35,58

Tablica 6.6. Poboljšanja u % ostvarena u scenariju II u odnosu na scenarij I., prema procesima

Procesi	POBOLJŠANJA U %								
	Dorada (kom.)	Škart (kom.)	N(ppm)	tD (PS)	tŠ(PS)	TPS	TŠ(M)	TD(M)	TDŠ(M)
PROCES I	54,1	32,0	36,1	39,70	27,67	28,57	27,97	40,16	30,21
PROCES II	36,4	75,7	40,6	26,38	69,79	64,34	69,42	28,93	61,34
PROCES III	40,0	35,5	37,2	33,73	35,97	35,78	35,48	37,23	35,74
PROCES IV	50,6	31,6	45,9	36,25	37,30	36,95	37,60	49,95	39,73

Iz tablica 6.5. i 6.6., mogu se ustanoviti značajna poboljšanja koja bi se ostvarila kada bi se dostignute izvrsnosti po pojedinim operacijama i procesima uspjele održati. Promatrano li

brojeve komada nesukladnosti tada su poboljšanja 46,7% kod dorade, odnosno 47,0% kod škarta. Nadalje ukupna vrijednost N(ppm)-a bila bi poboljšana za 40,3%. Isto tako i trošak proizvodnih sati bi se poboljšao (smanjio) za 41,46% a troškovi dodatnog doradnog i škart materijala bi se smanjili za 42,56%.

Kada bi se i uspjeli održavati ovako dostignute izvrsnosti u nekim slijedećim projektima, još uvijek ostaje podatak kako se preko 3.500 proizvodnih sati utroši na popravljanje ustanovljenih nesukladnosti te da se nepovratno gubi preko 23 tone različitog cjevarskog materijala.

U ovakovom scenariju može se ustanoviti odnos troškova nesukladnosti i troškovi SUUK-a u funkciji troškova primjenjenih mjera.

Scenarij III.

Treći scenarij predviđa primjenu radikalnih mjera reinženjeringa postojećeg proizvodnog procesa i implementaciju LSS-a kao metode upravljanja kvalitetom. Budući da dosadašnja iskustva u primjeni LSS u američkoj i japanskoj industriji ukazuju da se u fazi implementacije postiže četvrta razina kvalitete što predstavlja 4σ i upućuje na daljnje razvijanje [77]. Nadalje, i druge relevantne organizacije koje se primarno bave implementacijom LSS-a u poslovne sustave, predviđaju dostizanje razine 4σ u drugoj godini nakon implementacije, dok je ciljanu razinu $5-6\sigma$ moguće dostići tek nakon treće godine [78]. Stoga se smatra primjerenim za scenarij III. postaviti cilj o reducirajući škarta za 90% i prosječnih vrijednosti dorade za najmanje 75% u odnosu na prosječne vrijednosti promatranih projekata, tablice 6.1. i 6.2., što vodi ka dostizanju 4σ . Iako se o tako unaprijed zacrtanim rezultatima može raspravljati, u tablicama 6.7. i 6.8., se prezentiraju pokazatelji kvalitete za takav primjer.

Tablica 6.7. Ciljanje vrijednosti primjene LSS-a prema operacijama

Procesi	Operacije	LSS VRIJEDNOSTI									
		Dorada (kom.)	Škart (kom.)	N(ppm)	tD (PS)	tŠ(PS)	TPS	TŠ(M)	TD(M)	TDŠ(M)	
I	Trasiranje i rezanje cijevi	33	1	2226	9,90	8,90	18,80	0,08	0,264	0,34	
	Savijanje cijevi	21	1	1441	8,82	9,32	18,14	0,08	0,168	0,25	
	Izrada cijevi	50	1	3339	16,67	9,66	26,32	0,08	0,4	0,48	
II	Zavarivanje	29	1	1964	15,47	10,19	25,66	0,08	0,232	0,31	
	Brušenje	14	1	982	1,75	10,32	12,07	0,08	0,112	0,19	
	Tlačenje	42	1	2816	33,60	11,12	44,72	0,08	0,336	0,42	
III	Sačmarenje	6	1	458	2,70	11,57	14,27	0,08	0,048	0,13	
	Pocinčavanje	3	1	262	2,70	12,47	15,17	0,08	0,024	0,10	
	Čišćenje i pasivizacija	5	1	393	0,75	12,62	13,37	0,08	0,04	0,12	
	Bojanje	7	1	524	0,93	12,75	13,68	0,08	0,056	0,14	
IV	Razvrstavanje	29	1	655	4,35	12,87	17,22	0,08	0,232	0,31	
	Montaža	38	1	851	214,07	17,21	231,27	0,08	0,304	0,38	

Tablica 6.8. Ciljanje vrijednosti primjene LSS-a prema procesima

Procesi	LSS VRIJEDNOSTI								
	Dorada (kom.)	Škart (kom.)	N(ppm)	tD (PS)	tŠ(PS)	TPS	TŠ(M)	TD(M)	TDŠ(M)
PROCES I	104	3	7006	35,39	27,88	63,27	0,24	0,832	1,07
PROCES II	85	3	5762	50,82	31,62	82,44	0,24	0,68	0,92
PROCES III	21	4	1637	7,08	49,39	56,48	0,32	0,168	0,49
PROCES IV	67	2	1506	218,42	30,08	248,50	0,16	0,536	0,70
UKUPNO	276	12	6286	311,70	138,98	450,68	0,96	2,216	3,18

Rezultati primjene LSS-a, kako su prezentirani u tablicama 6.7. i 6.8., pokazuju vrijednosti koje bi trebale zadovoljiti menedžment brodogradilišta. Broj ukupnih nesukladnosti (288) čini svega 1,89% od ukupnog broja izradaka. Ako se prosječno po projektu utroši 131272 radnih sati tada bi utrošeni proizvodnih sati na ispravljanje nesukladnosti (450 PS) činili 0,34%. Nadalje, ako bi se promatrao izgubljeni cjevarski materijal (3,18 M) on bi činio 0,71% od ukupno korištenog materijala. Što se tiče vrijednosti N(ppm) ona bi značila ciljanih 4σ. Općenito poboljšanja koja bi se postigla primjenom LSS-a u odnosu na: scenarij I. i scenarij II. prikazuju se tablicama 6.9 i 6.10.

Tablica 6.9. Poboljšanja u % ostvarena u scenariju III u odnosu na scenarij I., prema opreracijama

POBOLJŠANJA U %										
Procesi	Operacije	Dorada (kom.)	Škart (kom.)	N(ppm)	tD (PS)	tŠ(PS)	TPS	TŠ(M)	TD(M)	TDŠ(M)
I	Trasiranje i rezanje cijevi	75,0	96,0	75,0	67,60	97,10	94,40	97,10	67,80	90,40
	Savijanje cijevi	75,0	98,0	81,3	67,20	98,10	96,60	98,10	67,10	94,80
	Izrada cijevi	75,0	99,0	75,4	67,10	98,20	95,50	98,20	67,20	91,50
II	Zavarivanje	75,0	96,0	75,0	68,80	96,30	92,10	96,30	68,60	89,30
	Brušenje	75,0	98,0	83,7	71,50	97,70	97,30	97,70	71,30	95,00
	Tlačenje	75,0	99,0	79,7	73,90	98,00	93,60	98,00	74,00	92,20
III	Saćmarenje	76,0	0,0	75,0	77,80	0,00	39,80	0,00	78,20	56,10
	Pocinčavanje	77,0	94,0	88,2	83,30	93,70	93,00	93,80	82,90	93,00
	Čišćenje i pasivizacija	75,0	50,0	75,0	73,70	80,00	79,70	80,00	73,30	78,30
	Bojanje	75,0	92,0	69,2	59,00	88,90	88,30	88,90	60,00	83,60
IV	Razvrstavanje	75,0	97,0	82,0	72,10	98,40	97,90	98,40	72,00	94,70
	Montaža	75,0	99,0	82,4	76,20	98,40	88,20	98,40	76,30	93,90

Tablica 6.10. Poboljšanja u % ostvarena u scenariju III u odnosu na scenarij I., prema procesima

POBOLJŠANJA U %										
Procesi	Dorada	Škart	N(ppm)	tD (PS)	tŠ(PS)	TPS	TŠ(M)	TD(M)	TDŠ(M)	
PROCES I	75,0	98,0	76,7	67,30	97,90	95,60	97,90	67,20	92,30	
PROCES II	75,0	98,0	79,2	72,50	97,50	94,40	97,50	71,90	92,40	
PROCES III	75,0	87,0	77,9	78,80	87,30	86,60	87,10	74,20	84,30	
PROCES IV	75,0	98,0	82,2	76,20	98,40	91,10	98,40	74,60	94,20	

Promatrano li brojeve komada nesukladnosti tada su poboljšanja 75,00% kod dorade, odnosno 97,00% kod škarta. Nadalje ukupna vrijednost N(ppm)-a bila bi poboljšana za 79,8%. Isto tako i trošak proizvodnih sati bi se poboljšao (smanjio) za 92,7% a troškovi dodatnog doradnog i škart materijala bi se smanjili za 92,30%.

Kolika su poboljšanja koja može polučiti LSS metoda u odnosu na inzistiranje na dostignutim izvrsnostima predočava se tablicama 6.11. i 6.12.

Tablica 6.11. Poboljšanja u ostvarena u scenariju III u odnosu na scenarij II., prema operacijama

Procesi	Operacije	POBOLJŠANJA U %								
		Dorada (kom.)	Škart (kom.)	N(ppm)	tD (PS)	tŠ(PS)	TPS	TŠ(M)	TD(M)	TDŠ(M)
I	Trasiranje i rezanje cijevi	26,7	94,7	46,9	26,67	94,74	89,71	94,74	26,67	81,91
	Savijanje cijevi	46,2	97,4	71,8	46,15	97,44	95,23	97,44	46,15	92,71
	Izrada cijevi	52,8	97,8	66,2	52,82	97,78	94,40	97,78	52,83	89,21
II	Zavarivanje	44,2	90,0	51,6	44,21	90,00	80,21	90,00	44,23	74,59
	Brušenje	57,6	94,1	70,0	57,63	94,11	93,28	94,12	57,58	88,27
	Tlačenje	67,7	90,0	69,3	67,69	90,00	79,21	90,00	67,69	77,17
III	Sačmarenje	71,4	0,00	68,2	71,43	0,00	32,11	0,00	71,43	48,00
	Pocinčavanje	72,7	93,8	85,2	72,73	93,75	92,75	93,75	72,73	92,70
	Čišćenje i pasivizacija	72,2	50,0	70,0	72,22	49,98	52,13	50,00	72,22	60,00
	Bojanje	-600,0	0,0	-300,0	-615,4	0,00	-6,21	0,00	-600,0	-55,56
IV	Razvrstavanje	0,0	97,4	55,2	0,00	97,37	96,51	97,37	0,00	90,52
	Montaža	63,1	97,5	72,7	63,11	97,50	81,77	97,50	63,11	90,55

Tablica 6.12. Poboljšanja u ostvarena u scenariju III u odnosu na scenarij II., prema procesima

Procesi	POBOLJŠANJA U %								
	Dorada	Škart	N(ppm)	tD (PS)	tŠ(PS)	TPS	TŠ(M)	TD(M)	TDŠ(M)
PROCES I	45,3	97,1	63,6	45,73	97,12	93,87	97,09	45,26	89,04
PROCES II	60,5	91,9	65,1	62,59	91,86	84,27	91,89	60,47	80,34
PROCES III	58,8	80,0	64,8	68,08	80,16	79,17	80,00	58,82	75,62
PROCES IV	49,2	97,4	67,1	62,64	97,45	85,90	97,44	49,24	90,41

Kao i u usporedbi scenarija I. i III. i usporedba scenarija II. i III. pokazuje vrlo značajna poboljšanja (tablice 6.11. i 6.12.), što također treba biti mjerilo kod razmatranja isplativosti uvođenja LSS-a u brodogradilište.

Promatrano li brojeve komada nesukladnosti tada su poboljšanja 53,1% kod dorade, odnosno 95,0% kod škarta. Nadalje ukupna vrijednost N(ppm)-a bila bi poboljšana za 65,2%. Isto tako i trošak proizvodnih sati bi se poboljšao (smanjio) za 87,45% a troškovi dodatnog doradnog i škart materijala bi se smanjili za 86,60%.

6.3.3. Algoritam osiguranja kvalitete procesa

Algoritam osiguranja kvalitete procesa u cikličkim projektima logičan je slijed radnji i odluka koje treba provesti kako bi se od početne namjere stiglo do željenog cilja. Prije same

uspostave algoritma potrebno je definirati odgovore na osnovna pitanja postavljena u tablici 6.13.

Tablica 6.13. Uvjeti za osiguranje kvalitete procesa

ŠTO SE ŽELI POSTIĆI?	OSIGURATI KVALITETU PROCESA U CIKLIČKIM PROJEKTIMA
Tko donosi odluke?	Uprava poduzeća
Tko su izvršiocи?	SUUK
Što treba učiniti?	U cikličkim projektima provesti vertikalnu i horizontalnu diferencijaciju prema tehnološkoj složenosti, zahtjevima za kvalitetom i klasom.
Koјi su postavljeni ciljevi?	I. Zadržati postojeću poziciju na tržištu zadržavajući postojeću kvalitetu proizvoda; II. Unaprijediti poziciju na tržištu stvaranjem konkurentske prednosti temeljene na kvaliteti proizvoda; III. Ostvariti vodeću poziciju na tržištu temeljenu na kvaliteti proizvoda.
Kako to ostvariti?	I. Sustavnim provođenjem mjera SUUK-a korištenjem sedam tradicionalnih alata i tehnika*; II. Sustavnim provođenjem mjera SUUK-a i korištenjem sedam novih alata te ostalih jednostavnih i sustavnih alata i tehnika*; III. Provedbom BPR-a i implementacijom LSS-a
Koje su prepreke?	Trošak kvalitete, trošak BPR-a, trošak implementacije LSS-a
Koja su mjerila odlučivanja?	Opstanak na tržištu, odnos uloženog/ostvarenog, mišljenja stručnih konzultanata, benchmarking, signali iz okoline.

*Alati i tehnike koji se koriste u kontroli kvalitete, cf. supra tablica 3.1.

Pronalaženjem odgovora na postavljena pitanja, uprava poduzeća, na temelju mjerila odlučivanja, donosi odluku o načinu osiguranja kvalitete. U praksi, s obzirom na globalna kretanja u brodograđevnoj industriji, uprava nema velike mogućnosti izbora već je prisiljena brzo donositi odluke. U tom smislu su poznавање troškova nesukladnosti te vrednovanje i učestalost pojavljivanja TPP-a ključni pokazatelji kvalitete u procesu koji neposredno utječe na doношење odluke o načinu osiguranja kvalitete.

Rezultati opisani u scenarijima I, II, i III upućuju na postojanje najmanje triju mogućnosti osiguranja kvalitete procesa koje SUUK-u i upravi poduzeća stoje na raspolaganju, a koje su u skladu s ciljevima koji se žele postići. Ono što je zajedničko svakoj predloženoj mogućnosti jest jednoznačno prepoznavanje TPP-a. Cikličnost projekata omogućuje statističke analize ustanovljenih nesukladnosti, uspoređivanja između projekata, ocjenjivanje rezultata primjenjenih mjera, ocjenjivanje trenda te prognoziranje budućih kretanja.

Mjere, odnosno alati, metode, i tehnike, koji se primjenjuju u sklopu sustava unaprjeđenja i upravljanja kvalitetom postižu određene ali ograničene rezultate. Kako je to vidljivo iz predloženog algoritama osiguranja kvalitete procesa u cikličkim projektima, vrednovanjem dostignutih rezultata primjenjenih mjera, SUUK odnosno Uprava, odlučit će dali je dostignuto stanje prihvatljivo ili je potrebno primijeniti neke druge alate, metode i tehnike osiguranja kvalitete sve dok se ne postigne neko prihvatljivo stanje.

S obzirom na svu različitost organizacijskih, kulturno-školskih i političkih pristupa u pronalaženju načina proizvodnje "bez pogreške" u brodogradilištima diljem svijeta, ne postoji jedinstveni

model koji bi s gledišta osiguranja kvalitete bio primjenjiv. Naime, u svijetu postoje tri osnovna tipa brodogradilišta.

Prvi tip su novonastala brodogradilišta, uglavnom na području Dalekog Istoka, koja u sebi sadrže sva potrebna povijesna iskustva brodogradnje, suvremenu tehnologiju, visok stupanj automatizacije i robotizacije te razvijen SUUK. Nova brodogradilišta, a time i proizvodni pogoni za izradu brodskih cjevovoda, kreirana su na način da je poštivana Lean metodologija odnosno da su racionalno postavljene sve faze proizvodnog procesa. Oni se mogu zadovoljiti Scenarijem I kako bi zadržali kvalitetu proizvodnje.

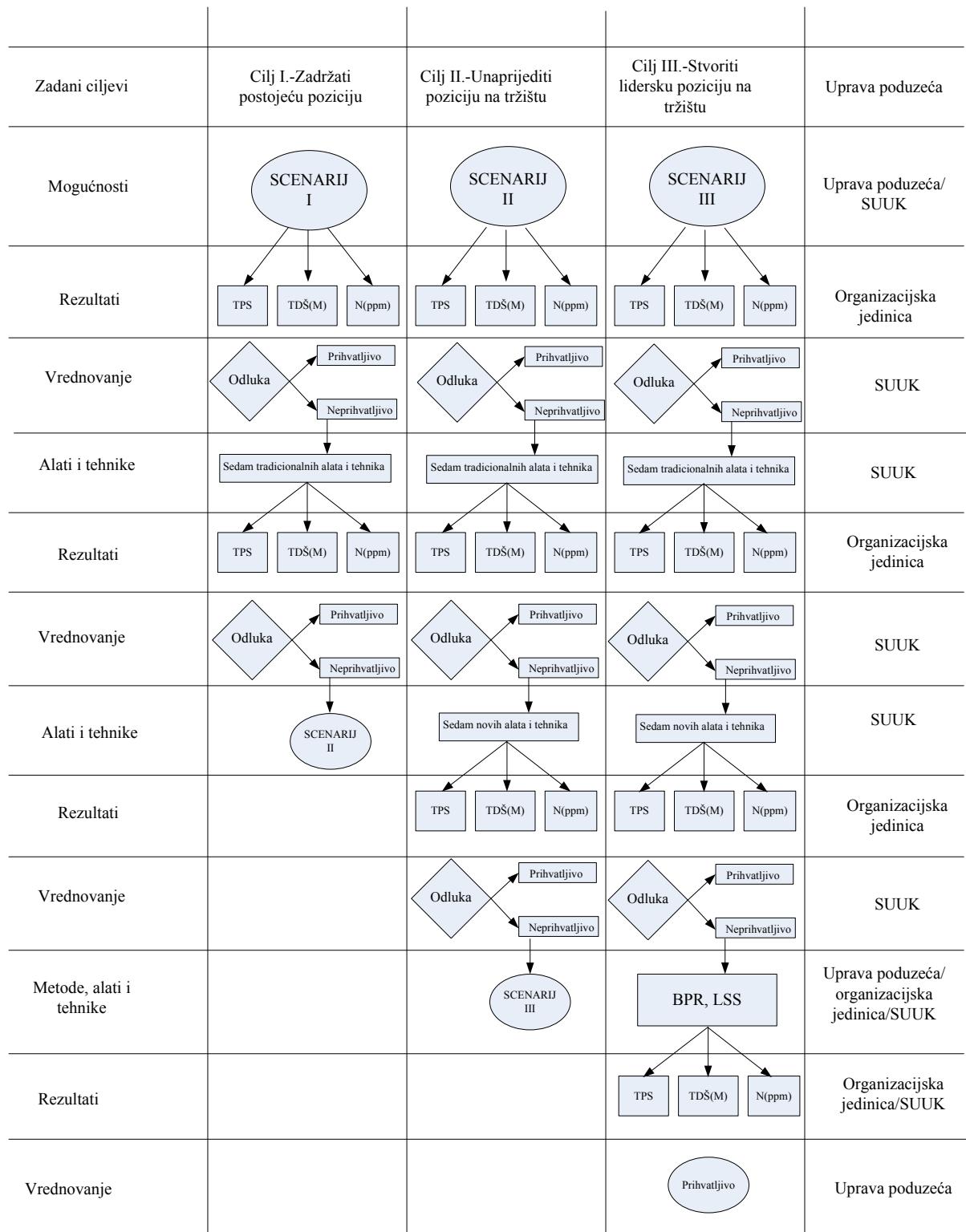
Drugi tip su brodogradilišta koja su osnovana u doba industrijalizacije, ali su se na vrijeme prilagodila suvremenim tržišnim uvjetima. To su brodogradilišta u Europi i SAD-eu koja primjenjuju suvremenu tehnologiju gradnje, koriste se dostignućima automatizacije i robotizacije, imaju razvijen SUUK, ali su opterećena lokacijom (najčešće u urbanim sredinama) i time visokim ekološkim zahtjevima te često nefunkcionalnim unutrašnjim komunikacijama. Oni bi za svoje potrebe osiguranja kvalitete mogli koristiti korake predviđene Scenarijem II.

Treći tip brodogradilišta su brodogradilišta locirana u državama bivšeg socijalističkog bloka koja se nisu na vrijeme prilagodila tržišnim uvjetima poslovanja, koja su opterećena lokacijom, neselektivnim uvođenjem novih tehnologija i ograničenih dosega automatizacije i robotizacije. Takva brodogradilišta, iako s dugom tradicijom gradnje brodova, u pravilu su opterećena manjkom prostora, koje su tijekom vremena iziskivala proširenja ili izgradnje dodatnih proizvodnih hala koja su često bila prostorno udaljena, ne sljedeći potrebe proizvodnog slijeda već prostornih mogućnosti. Problemi koji su iz takvih dislociranosti proizlazili rješavali su se transportom. Njima klasični alati i tehnike osiguranja kvalitete predviđeni scenarijima I i II omogućuju tek skromne pomake unaprjeđenja što nije dovoljno za očuvanje konkurentnosti na tržištu.

Suvremene spoznaje o načinima osiguranja kvalitete upućuju na zaključak kako je LSS metoda, uz određene preduvjete, primjenjiva u brodogradilištima posebice onima čiji projekti se ciklički ponavljaju. Međutim, ne postoje eksplicitni zaključci o tome dali LSS implementirati postupno, korak po korak, ograničeno, ili naglo. Vjerojatno da za svaki mogući način postoje argumenti za i protiv, no kako je to u radu više puta istaknuto, zbog očuvanja konkurenčke pozicije na tržištu brodogradilišta trećeg tipa, nema mogućnosti za evolucijske procese već LSS valja promptno implementirati.

Za tako nešto je potrebno provesti reinženjering poslovnog procesa koji uključuje brzo restrukturiranje, reorganizaciju i redizajn. Organizacijska struktura koja se pojavljuje u BPR-u je procesna timska organizacija. U njoj zbog formiranih funkcijskih timova (u više projekata sudjeluju isti ljudi) organizacijske strukture postaju fleksibilne i inovativne.

Algoritam osiguranja kvalitete procesa u cikličkim projektima u skladu s postavljenim uvjetima osiguranja kvalitete prikazuju se slikom 6.1.



Slika 6.1. Algoritam osiguranja kvalitete procesa u cikličkim projektima

Iz algoritma prikazanog na slici 6.1. vidljivo je da neovisno o cilju koji uprava prihvati kao zadani, TPP-i moraju biti prepoznati i vrednovani što znači da trebaju biti provedena odgovarajuća mjerenja i analize te sustavnim korištenjem alata i tehnika SUUK-a djelovati na njihovo uklanjanje.

7. ZAKLJUČAK

Istraživanja provedena u ovoj disertaciji zasnovana su na spoznajama dosadašnjih istraživanja iz područja upravljanja kvalitetom. Korištena su iskustava koja su obznanili relevantni teoretičari i praktičari na području upravljanja kvalitetom.

Kao misao vodilja poslužio je Demingov pristup potpunog upravljanja kvalitetom i njegova razmatranja u djelima *The New Economics* te posebice u *Out of the Crisis* gdje su sva važnija stečena iskustva iz područja upravljanja kvalitetom sažeta u 14. jasnih točaka. Nadalje, veliki utjecaj na istraživanja u radu povezan je s Juranovim pristupom odnosno njegovi vjerovanjem kako glavni problemi kvalitete leže u menadžmentu, a ne u zaposlenicima. Juranova trilogija: planiranje kvalitete, kontrola kvalitete i poboljšavanje kvalitete, kojom je određen univerzalni redoslijed aktivnosti upravljanja kvalitetom, uvelike je korištena u analiziranju upravljanja kvalitetom u projektima. U radu su isto tako korištena iskustava Feigenbauma, Ishikawe, Taguchia, Shigeo Shinge, Crosbyja, Petersa i Mollera čije su postavke citirane u radu i komentirane u kontekstu teme istraživanja.

Drugi važan koncept koji je činio teorijsku podlogu u provedenom istraživanju jest koncept poslovne izvrsnosti. Dostizanje poslovne izvrsnosti cilj je koji želi postići većina proizvodnih poduzeća. Ono predstavlja novu paradigmu upravljanja organizacijom holističkim pristupom menadžmentu, a zasniva se na principima potpunog upravljanja kvalitetom. Temelji se na "trijadi" izvrsnosti, koju čine motivirani ljudi, pokretači procesa, koji vode izvrsnim performansama poslovanja. Dostignuti poslovnu izvrsnost znači zadovoljiti sve dionike prava odnosno vlasnike kapitala, kupce, dobavljače, partnere, zaposlenike, lokalnu i širu zajednicu te pri tome voditi brigu o zaštiti okoliša.

Metodologije upravljanja kvalitetom koje su postavljene za cilj kako bi se postigla viša razina kvalitete u projektima u brodograđevnoj industriji su Lean sustav upravljanja i koncept Six Sigma kao vrijednost kojoj bi trebali težiti svi proizvodni sustavi. Teorijske postavke tih dviju metoda objedinjenih u Lean Six Sigmu kao jedinstveni pristup poslužile su kao predložak za postavljanje metode osiguranja kvalitete u cikličkim projektima a što je ujedno i poseban cilj ovog istraživanja.

Projektni pristup upravljanja kvalitetom u brodograđevnim cikličkim projektima analiziran je u trećoj točci rada s gledišta upravljanja kvalitetom u projektima. Osnova analize u ovom djelu rada bio je PMBOK na čijim je principima metodom usporedbe prilagođen brodograđevnim projektima. Posebna pozornost posvećena je analizi troškova kvalitete u projektima, te je sagledana struktura i određeni pokazatelji troškova. Obrazloženi su ključni pojmovi troškova sustava upravljanja i unaprjeđenja kvalitete kao i trošak nesukladnosti sa svim svojim sastavnicama.

Usvojenim teorijskim spoznajama omogućen je pristup prepoznavanju točaka pogodnih za pogrešku. Sam naziv TPP osmišljen je za potrebe istraživanja kako bi se mogli usredotočiti na ona mesta u procesu proizvodnje na kojim učestalije nego u njihovoj okolini dolazi do povećanog broja nesukladnih proizvoda a time i povećanih troškova proizvodnje. Kako bi se takve točke mogle locirati bilo je potrebno provesti diferencijaciju sustava upravljanja i unaprjeđenja kvalitete u procesnoj organizaciji.

S obzirom da je svaki projekt, ma koliko se on ciklički ponavlja ipak specifičan s obzirom na duže vremensko trajanje projekta kao i znatnog broja izvršioca koji sudjeluju u proizvodnim procesima, te da tu specifičnost oblikuje čitav splet vanjskih i unutarnjih čimbenika koji svojim djelovanjem utječe na uspostavljeni sustav upravljanja i unaprjeđenja kvalitete, ulažu se i veliki napor da se nesukladni elementi u cijelosti uklone iz proizvodnje.

Pred brodograditelje se postavljaju sve viši zahtjevi za kvalitetom, provođenjem 100%-tih kontrola proizvoda i s ciljem da konačni proizvod u cijelosti zadovoljava standardizaciju i zahtjeve naručitelja. Sustav upravljanja i unaprjeđenja kvalitete se stoga susreće i s problemima povećanih kontrola, broja kontrolora odnosno s povećanim troškovima SUUK-a. Brodogradilišta stoga teže ka diferenciranom pristupu upravljanja kvalitetom kako bi se fokusirali na uzroke nesukladnosti i time postigli pokretnost sustava upravljanja i unaprjeđenja kvalitete i njegovu veću efikasnost.

Sustavi za upravljanje kvalitetom diferenciraju se sukladno s diferencijacijom proizvoda zbog kojeg su uspostavljeni. Uobičajeno je da se kod istovrsnih proizvoda razlike uočavaju prema tehnološkom stupnju izrade i uporabljivosti što predstavlja vertikalnu diferencijaciju i prema atributima odnosno horizontalnoj diferencijaciji.

S gledišta projektnog pristupa upravljanja kvalitetom u brodogradnji, projekt se ne promatra po njegovoj tehnološkoj složenosti već se unutar samog projekta provodi diferencijacija. Na taj način izbjegavaju se vanjska obilježja broda koja su prisutna u procesnoj organizaciji te se svakoj novogradnji prilazi na isti način (neovisno o tehnološkoj složenosti, zahtjevima i klasi). Uvažavajući projektni pristup diferencijacije sustava upravljanja koja se uspostavlja već pri stvaranju projekta (na temelju povijesnih podataka), a prestaje završetkom projekta odnosno faze životnog ciklusa projekta zbog kojeg je i uspostavljena, moguće je ciljano djelovati na prepoznate točke generiranja nesukladnosti te uspostaviti odgovarajuće mjere prevencije i kontrole, uspostaviti lanac odgovornosti te ustanoviti troškove nesukladnosti, projektnog SUUK-a i time ustanoviti i ukupne troškove kvalitete po završenom projektu.

Na temelju tako dobivenih podataka o poduzetim mjerama i dobivenim rezultatima, stvaraju se podatkovne baze koje, zbog cikličnosti projekata u brodogradnji, služe pri projiciranju troškova kvalitete u narednom projektu.

U smislu determiniranja točaka pogodnih za pogrešku u cikličkim projektima u brodograđevnoj industriji na kojima se temeljio empirijski dio istraživanja, bilo je potrebno razmotriti vjerojatnost nastupa pogreške koja uzrokuje neku posljedicu, bilo u sigurnosnom ili troškovnom smislu te time predstavlja rizik koji neposredno utječe na kvalitetu proizvoda. U tom smislu bilo je neophodno pojavnost pogreške sagledati i sa aspekta rizika. Pri tome je od posebne važnosti bilo prepoznati slijed nastupa pogreške kao i uzroke djelovanja koji dovode do neprihvatljivog stanja odnosno pogreške kako bi se moglo pristupiti upravljanju tehnološkim rizikom otklanjanjem prepoznatih čimbenika okolnosti i sustava i time djelovati na unaprjeđenje tehnoloških procesa.

Budući da je položaj točke ili točaka pogodnih za pogrešku promjenjiv u vremenu i prostoru, tako i rizik pogreške koji im je pridružen predstavlja promjenjivu veličinu i može poprimati vrijednosti od prihvatljivih do vrlo visokih na što utječe tehnološka složenost, zahtjevi za kvalitetom te zahtijevana klasa proizvoda.

U tom smislu bilo je nužno prepoznati koliko često se točke pogodne za pogrešku pojavljuju i u kojem broju, kakvu opasnost i koji stupanj rizika predstavlja izvjesna pogreška, koje je vrste, koje su moguće posljedice pogreške, koliko bi vremena bilo potrebno za popravak ili otklanjanje štete. Kao prepoznata posljedica pogreške u procesu istaknut je nesukladan proizvod koji je kao takav predstavlja moguće mjerilo pogreške.

S obzirom na činjenicu da se nesukladnosti u pravilu ustanovljavaju kontrolom tek nakon završetka određenog proizvodnog procesa, to se i relativna frekvencija pojavljivanja nesukladnosti može promatrati samo kao *a-posteriori* vjerojatnost.

U projektnom pristupu nesukladnosti se utvrđuju u točkama miljokaza odnosno u onim točkama u projektu kada se dovršavaju određeni rezultati i isporučuju narednoj fazi projekta ili korisniku. Projektni pristup omogućuje prepoznavanje rizika od pogreške u točkama miljokaza kao referentnim točkama na kojima se temelji uspjeh projekta.

Provedenom diferencijacijom kao ogledni proizvodni proces koji po svojoj tehnološkoj složenosti procesa, zahtjevima za kvalitetom i klasom zadovoljava potrebe empirijskog djela istraživanja odabran je proces izrade brodskih cjevovoda.

Određeni su miljokazi kao referentne točke u kojima se temeljem provedenih kontrola analiziraju pogreške nastale u prethodnom proizvodnom procesu kao i njihov posljedični trošak. Taj trošak sastoji se od osnovne vrijednosti ili u prošlosti dostignute izvrsnosti koja predstavlja polaznu vrijednost na koju je potrebno djelovati SUUK – om kako bi se ta vrijednost smanjila ili eliminirala. Ta osnovna veličina je za potrebe istraživanja nazvana "dostignuta izvrsnost", a njezina vrijednost je trošak dostignute izvrsnosti, odnosno minimalni mogući trošak nesukladnosti.

Kada je trošak nesukladnosti veći od trošak dostignute izvrsnosti, odnosno kada je došlo do povećanog troška koji je posljedica nekog štetnog događaja ili propusta tada se radi o posljedičnom trošku. Jednom dostignuta izvrsnost u nekoj točci proizvodnog procesa postaje referentna izvrsnost za tu točku, što upućuje na to da trošak dostignute izvrsnosti ne može dobivati na vrijednosti.

Pokazatelji koji upućuju na postojanje točke pogodne za pogrešku u određenom proizvodnom procesu jesu učestalost pojavljivanja nesukladnosti i trošak kojeg su te nesukladnosti proizvele odnosno posljedični trošak. Kako su učestalost i posljedica množitelji rizika tada se točka pogodna za pogrešku može promatrati kao locirani rizik pogreške. Izračunavanjem vrijednosti rizika pogrešaka u pojedinim fazama procesa dobivaju se vrijednosti koje se mogu uspoređivati s vrijednostima u prošlim projektima. Vrijednosti izračunatih rizika pogrešaka koji su veće od prosjeka ukazuju na procese u kojima se češće nego u drugima pojavljuje rizik od pogreške odnosno u kojima su prisutne točke pogodne za pogrešku.

Praćenjem faza izrade cjevovoda novogradnje definirano je pet miljokaza i 12 kontrolnih točaka u proizvodnom procesu. Pristupilo se sustavnom prikupljanju podataka iz procesa izrade brodskih cjevovoda na projektima novogradnje tankera tijekom 2009., 2010. i 2011. godine. Ukupno je analizirano pet projekata naznačenih kao projekti A, B, C, D i E, koji su imali ciklički karakter i koji su po svojim završnim performansama najsličniji što podrazumijeva da se u njima radilo o podjednakom utrošku osnovnog i potrošnog materijala,

energije i ljudskog rada čime su bili uspostavljeni uvjeti za uspoređivanja odnosno statističke i ekonomske analize.

U realizaciji empirijskog dijela istraživanja mjerjenjima je utvrđen broj nesukladnih izradaka tijekom svakog od četiri promatrana proizvodna procesa te su iz kontrolnih evidenciјa razdvojene na doradu i škart. Potom su do svake pojedine kontrolne točke izračunati utrošci radnih sati te preračunati u proizvodne sate i izraženi u novčanim jedinicama. Na isti način su izražene i vrijednosti osnovnog materijala za izradu cijevi u novčanim jedincima. Isto tako uzeti su u razmatranje vrijednosti utrošenog materijala korozivne zaštite, utrošene energije (struja, gorivo i mazivo transportnih sredstava), potrošnog materijala (elektrode, brusovi, acetilen, kisik...), zatoča uslijed nepravovremene dostave nacrta osnovnog i potrošnog materijala i transporta.

Kao ekvivalenti vrijednosti tako prepoznatih troškova uzeta je neimenovana "novčana jedinica" koja u radu označava ekvivalent vrijednosti radnih i proizvodnih sati te temeljnog i potrošnog materijala.

Na taj način omogućeno je određivanje vrijednosti ustanovljenih nesukladnosti dorade i škarta. Dorada je rezultat pogreške čija se posljedica može mjeriti u dodatnim proizvodnim satima potrebnim za ispravljanje nesukladnosti. Škart je posljedica proizašla iz pogreške u proizvodnom procesu, za kojeg ne postoji mogućnost popravljanja ili kada bi ono iziskivalo veće ukupne troškove od izrade novog proizvoda.

Provedene kontrole i njihovo sustavno evidentiranje omogućile su stvaranje relevantne količine podataka pogodnih za statističke analize provedenih procesa u projektima te njihove usporedbe. Sustavno prikupljanje podataka u projektima A i B omogućilo je prepoznavanje onih operacija u procesu proizvodnje brodskih cjevovoda u kojima su izraženiji troškovi nesukladnosti bilo da su uzrokovani doradom ili škartom. Time se krenulo na način poboljšanja kvalitete metodom "korak po korak" odnosno uspostavljen je diferencijalni pristup SUUK-a.

Određene su TPP-i s obzirom na broj nesukladnosti (dorada, škart), prema trenutnoj Sigma razini odnosno prema broju pogrešaka na milijun mogućnosti N(ppm) i prema troškovima nesukladnosti.

Sa svrhom integriranja TPP-a odnosno smanjivanja broja nesukladnosti i njihovih posljedica nakon projekta B prišlo se sustavnim mjerama SUUK-a te mjerjenjima postignutih rezultata provedenih mjera u narednim projektima C, D i E.

Praćenjem i analizom provedenih mjera kroz dostignute izvrsnosti jasno su se mogla ustanoviti poboljšanja do kojih su takve mjere dovele. Iz dostignutih rezultata zaključuje se da uspostavljene mjere SUUK-a imaju pozitivne učinke ali da su one ograničenog karaktera kako u smislu promjenjivosti tako i vremenskom smislu. Naime rezultati koji su dostignuti u jednom projektu nisu se održali u sljedećem ili su uzrokovali pojavu TPP-a tamo gdje u prethodnom projektu nije bila izražena.

Ukupno uzevši, mjere su polučile skromne rezultate pa su bilježena prosječna poboljšanja na razini od 7-9% ovisno o promatranom parametru. Međutim dokazano je da se sustavnom

provedbom mjera SUUK-a, ako se u obzir uzmu dostignute izvrsnosti prema operacijama odnosno u procesima tada je broj nesukladnosti smanjen za značajnih 46,7% kod dorade, odnosno 47% kod škarta. Nadalje ukupna vrijednost N(ppm)-a bila je smanjena za 40,3%. Isto tako i trošak proizvodnih sati se smanjio za 41,46%, kao i troškovi dodatnog doradnog i škart materijala koji su se smanjili za 42,56%.

Kako je iz istraživanja utvrđeno teško je ili gotovo nemoguće u postojećim uvjetima održavati razinu dostignutih izvrsnosti. Stoga se je pristupilo izradi scenarija zasnovanog na cjelovitom reinženjeringu proizvodnog procesa te implementaciji metode LSS-a, pri čemu su zadani jasni ciljevi o reduciranjtu škarta za 90% i prosječnih vrijednosti dorade za najmanje 75% u odnosu na prosječne vrijednosti promatranih projekata odnosno ka dostizanju razine 4σ .

Dobiveni rezultati primjene LSS-a, prema mogućem scenariju III, pokazali su vrijednosti koje bi trebale zadovoljiti menedžment brodogradilišta. Broj ukupnih nesukladnosti u tom slučaju čini svega 1,89% od ukupnog broja izradaka, proizvodni sati utrošeni na ispravljanje nesukladnosti činili bi 0,34%, izgubljeni cjevarski materijal bi činio 0,71% od ukupno korištenog materijala dok bi se vrijednosti N(ppm) približile ciljanoj razini od 4σ .

Kao opći rezultati provedenog istraživanja nameću se dva zaključka. Prvi potvrđuje opću hipotezu rada i upućuje na činjenicu da se u ponavljajućim projektima može uspostaviti učinkoviti sustav upravljanja i unaprjeđenja kvalitete čiji će učinci biti upravo proporcionalni s prepoznavanjem točaka pogodnih za pogrešku i otklanjanjem posljedica koje one prouzrokuju. Sustavno provođenje mjera poboljšanja u prepoznatim točkama rezultirati će i određenim poboljšanjima čije je vrijeme trajanja i stupanj poboljšanja uvjetovano brojnim čimbenicima okolnosti i sustava. Bolji rezultati postići će se ako se provedenom diferencijacijom uspije prodrijeti u osnovne operacije proizvodnih procesa te korektivno i proaktivno djelovati na samom začetku generiranja pogreške.

Drugi zaključak upućuje na činjenicu kako su, u postojećim proizvodnim procesima u brodograđevnoj industriji, klasične metode upravljanja kvalitetom ograničenog karaktera. Mjesta i intenzitet točaka pogodnih za pogrešku promjenjive su veličine koje se odupiru poduzetim mjerama uslijed brojnih razjašnjivih i nerazjašnjivih uzroka. Jednom dostignute izvrsnosti u pojedinim proizvodnim procesima i operacijama teško se održavaju na dostignutoj razini. Sredstava i napor koji se permanentno ulažu u mjere upravljanja i unaprjeđenja kvalitete ne daju očekivane rezultate, odnosno ako ih i daju u jednom projektu teško ih održavaju u slijedećem.

Stoga se čini opravdanim (efikasnijim i efektivnijim) pristupiti radikalnijim mjerama reinženjeringu proizvodnog procesa i uspostavljanja neke od suvremenih metoda upravljanja kvalitetom. Kako je iz istraživanja razvidno da su nesukladnosti škarta ozbiljan problem i veliki materijalni gubitak to je i potreba za njegovim potpunim nestankom imperativ metode koja bi se trebala primijeniti. Takvom zahtjevu odgovara metoda Six Sigma. Nadalje budući da je potrebno u cijelosti promijeniti klasičan način poimanja kvalitete i načina upravljanja kvalitetom, Lean se kao filozofija i metoda nameće kao primjerena brodograđevnoj industriji. Spoj tih dviju metoda priznat je u industriji te se smatra optimalnom metodom koja u sprezi s reinženjeringom (restrukturiranjem) treba polučiti očekivane rezultate.

Pitanje troška, odnosno isplativosti ulaganja u nove metode upravljanja kvalitetom, problem je ekonometrijskih istraživanja, koja su samo naznačena u ovom radu, kako bi se ukazalo na važnost kvalitete za očuvanje konkurentnosti proizvoda i opstanka na tržištu.

Primjena dobivenih rezultata.

Rezultati dobiveni provedenim istraživanjem svoju bi primjenu trebali pronaći u:

- sustavu upravljanja i unaprjeđenja kvalitete u brodograđevnoj i sličnim industrijama u kojima se pojavljuju ciklički projekti,
- brodograđevnoj industriji koja se nalazi u fazi restrukturiranja ili modernizacije kao osnova za izračun troškova kvalitete,
- području planiranja i donošenja strateških odluka u brodograđevnoj industriji, posebice pri uvođenju novih projekata,
- pri analiziranja povećanih posljedičnih troškova te u uvjetima povećane ili smanjene potražnje za novim projektima,
- vrednovanju poslovnih odluka koje u sebi sadrže BPR ili implementaciju LSS-a,
- upravljanju poslovnim rizikom u inim poslovnim sustavima koji svoju proizvodnju zasnivaju na cikličkim projektima.

Smjernice budućih istraživanja:

- istražiti primjenljivost opisanog modela u drugim industrijama, prvenstveno onima u kojim postoje ponavljači procesi,
- implementirati predloženi Lean Six Sigma model u brodogradilištu,
- istražiti i međuzavisnost troškova SUUK-a i koristi ostvarene primijenjenom metodom,
- istražiti utjecaj principa modernog menadžmenta na predloženu metodologiju, odnosno, njegovu efikasnost i učinkovitost u brodograđevnoj industriji,
- pratiti razvoj i poboljšanja metodologije LSS u velikim industrijskim sustavima, te pronalaziti mogućnosti adaptacije i primjene u malim proizvodnim pogonima,
- istražiti u kojoj je mjeri dostignuta izvrsnost na razini six Sigma dugotrajno održiva te da li se nakon određenog vremena ponovo pojavljuju TPP-i te kojim se alatima i tehnikama tada može djelovati na njihovo integriranje,
- provesti višekriterijsku analizu troškova te istražiti isplativost ulaganja u BPR i LSS s ekonometrijskog gledišta.

LITERATURA

- [1] D. Green, "ISO 9001:2000 An Analysis," *Qualityworld*, 2000.
- [2] S. Šuman i D. Pavletić, "TQM-Put do diferencijacije," *Engineering Review*, vol. 2, pp. 131-142, Dec. 2008.
- [3] M. Šiško Kuliš i Z. Mrduljaš, "Gurui kvalitete," *Tehnički vijesnik*, vol. 3, pp. 71-78, 2009.
- [4] www.deming.edu.
- [5] E. Deming, *Nova ekonomska nauka*. Beograd: PS Grmeč – Privredni pregled, 1996.
- [6] E. Deming, *Kako izaći iz krize*. Beograd: Grmeč Privredni pregled, 1996.
- [7] www.juran.com.
- [8] A. Vuković, D. Pavletić, i M. Ikonić, "Osnovni pristup potpunom upravljanju kvalitetom i temeljni koncepti izvrsnosti," *Engineering Review*, vol. 2, pp. 71-81, 2007.
- [9] Ž. Kondić, Prilagodba metodologije 6σ u malim proizvodnim organizacijama, 2008.
- [10] A. V. Feigenbaum, *Total Quality Control*. New York: Mc-Grawe-Hill, 2004.
- [11] N. Injac, *Mala enciklopedija kvalitete*. Zagreb: Oskar, 2001.
- [12] T. Lazibat, *Upravljanje kvalitetom*. Zagreb: Znanstvena knjiga i M.E.P., 2009.
- [13] K. Ishikawa, *Guide to Quality Control*. New York: Asian Productivity Organisation, 1996.
- [14] P. James, *Total Quality Management*. Hertfordshire: Prentice Hall Europe, 1996.
- [15] M. Kilibarda, *Upravljanje kvalitetom u logistici*. Beograd: Saobraćajni fakultet, 2008.
- [16] www.philipcrosby.com.
- [17] P. B. Crosby, *Quality is free*. New York: New American Library, 1980.
- [18] P.B. Crosby, *Kvaliteta je besplatna*. Zagreb: Privredni vijesnik/binoza press, 1996.
- [19] P. B. Crosby, *Quality Without Tears*. New York: Paperback, 1995.
- [20] T. Peters, *Uspešan u haosu*. Beograd: Grmeč Privredni pregled, 1996.
- [21] L.J. Porter and S. J., Tanner, *Assessing Business Excellence*. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2004.
- [22] F. Fadić, "Primjena načela upravljanja zasnovanih na poslovnoj izvrsnosti u praksi hrvatskih organizacija," *Ekonomski pregled*, vol. 3, 2008.
- [23] G. K. Kanji, *Measuring Business Excellence*. New York: Routledge, 2006.
- [24] M. Abram, "Primjena EFQM-modela izvrsnosti u podizanju efikasnosti brodogradilišta," in *SORTA XVIII Symposium*, Pula, 2008.
- [25] www.lean.org.
- [26] J.P. Womack and D.T. Jones, *Lean Thinking*. Wilbury Way: American technical Publishers, 1996.
- [27] A. Mihoković. (2011, Apr.)
http://vsmti.hr/component?option=com_docman/task,doc_view/gid,555/Itemid,35/.
- [28] M. Brassard, *The Six Sigma – memory JoggerT - A Pocket Guide of Tools for Six Sigma Improvement Teams*. Zagreb: Informator, 2002.
- [29] B. Dodson, *Six Sigma Study Guide*. Houston: Quality Publishing Inc., 2001.
- [30] T. Pyzdek, *The Six Sigma Handbook*. Columbus: McGraw-Hill, 2003.
- [31] C. Gygi, *Six Sigma for Dummies*. Foster City: For Dummies, 2005.
- [32] Ž. Panian i G. Klepac, *Poslovna inteligencija*. Zagreb: Sinergija, 2003.
- [33] C. M. Creveling, *Design for Six Sigma in Technology and Product Development*. New Jersey: Prentice Hal, 2002.
- [34] V. Bosilj-Vukušić i A. Kovačić, *Upravljanje poslovnim procesima*. Zagreb: Sinergija, 2004.

- [35] V. Bosilj-Vukušić i T. Ivančan, "Primjena koncepta šest Sigma u kreiranju usluga mobilnih mreža treće generacije," *Tehnički vjesnik*, vol. 2, pp. 13-19, 2006.
- [36] G. H. Watson, *Six Sigma for Business Leaders*. Salem: Goal/QPC, 2004.
- [37] Ž. Kondić i L. Maglić, "Poboljšanja u susstavu upravljanja kvalitetom metodologijom Lean Six Sigma," *Technical Gazette*, vol. 2, pp. 41-47, 2008.
- [38] A. Hauc, *Projektni menadžment & projektno poslovanje*. Zagreb: M.E.P. Consult, 2007.
- [39] Project Management Institute, *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK)*. Pennsylvania: Project Management Institute, 2008.
- [40] H. Kerzner, *Project Management: A Systems Approach to Planning Scheduling, and Controlling, Eighth Edition*. Hoboken,: John Wiley & Sons, Inc., 2003.
- [41] R. K. Wysocki and R. McGary, *Effective Project Management, Third edition*. Indianapolis: John Wiley & Sons, Inc., 2003.
- [42] G. R. Heerkens, *Project Management*. New York: McGraw-Hill, 2002.
- [43] E. Moetzel, *Projekt-management Lexikon*. Weinheim: Wiley-VCH Verlag, 2006.
- [44] A. Hauc, *Projektni management*. Ljubljana: Založba GV, 2007.
- [45] R. G. Schroder, *Upravljanje proizvodnjom - Odlučivanje u funkciji proizvodnje*. Zagreb: Mate, 1999.
- [46] N. i dr. Majdandžić, *Upravljanje proizvodnjom*. Slavonski brod: Strojarski fakultet u Slavonskom brodu, 2001.
- [47] R. Lujić, T. Šarić, i G. Šimunović, "Primjena ekspertnog sustava pri određivanju klase prioriteta radnog naloga u pojedinačnoj proizvodnji," *Tehnički vjesnik* 14 (2007)(1,2)65-75, vol. 1-2, pp. 65-75, 2007.
- [48] A. Juretić, D. Cej, i M. Prokop. (2009, May)
www.open.hr/hiz/hrusko/radovi/case10_kvaliteta.pdf.
- [49] J. M. Juran, *Quality Handbook, 5th edition*. New York: McGraw Hill, 1999.
- [50] B. Runje, *Osnove upravljanja kvalitetom*, 2010.
- [51] V. Mudronja, *Upravljanje kvalitetom*, 2008.
- [52] I. Andrijanić, M. Bilen, i T. Lazibat, *Poznavanje robe u trgovini*. Zagreb: Mikrorad, 2000.
- [53] M. Peršić, *Upravljanje troškovima kvalitete*. Zagreb: Oskar, 2000.
- [54] T. Lazibat i B. Matić, "Troškovi kvalitete kao ēimbenik povećanja konkurentnosti na domaćem i svjetskom tržištu," *Ekonomski pregled*, 51 (11-12) 1334-1351 (2000), vol. 11-12, pp. 1331-1351, 2000.
- [55] Ž. Đurašević, "Koja je cijena kvalitete," *Zbornik radova*, p. 72, 1997.
- [56] M. Drljača, *Troškovi - Pokazatelj kvalitete*. Zagreb: Oskar, 1998.
- [57] B. Matić, *Posebni oblici financiranja vanjskotrgovinskih poslova u tranzicijskim gospodarstvima*, 1995th ed. Zagreb: Ekonomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2000.
- [58] M. Drljača, *Troškovi kvalitete u certificiranim tvrtkama u Hrvatskoj*. Zagreb: Oskar, 2000.
- [59] G. Kanji, "Quality and statistical concepts, proceedings of the First World Congress on Total Quality management," London, 1995.
- [60] G. C. Hartmann and M. B. Myers, *Technical Risk, Product Specifications, and Market Risk*. Washintong: National Institute of Standards and Technology, 2000.
- [61] www.iso.org.
- [62] G. Moller, *Risk Assessment and Risk Management, II Principles of Environmental Toxicology*. Moscow: University of Idaho, 2004.
- [63] M. G. Stamatelatos, *Probabilistic Risk Assessment Procedures Guide for NASA*

- Managers and Practitioners.* Washington, DC: Office of Safety and Mission Assurance, NASA Headquarters, 2002.
- [64] J. Krakar, Skripta s predavanja, 1996.
- [65] N. Peharda. (2010) Upravljanje rizicima.
- [66] L. Tchankova, "Risk identification – basic stage in risk management," *Environmental Management and Health, MCB UP Ltd*, vol. 3, 2002.
- [67] J. Tye, "Risk Management," *Industrial and Commercial Training, MCB UP Ltd*, vol. 3, 1980.
- [68] J. Bukša, Upravljanje poslovno-tehnološkim rizicima u obalnom linijskom kontejnerskom brodarstvu, Doktorska disertacija, 2010.
- [69] J.R.W. Merrick, *A Systems Approach to Managing Oil Transportation Risk in Prince William Sound.* Richmond: Department of Mathematical Sciences Virginia Commonwealth University, 2003.
- [70] J. Jebsen and V. Papakonstantinou, *Evaluation of the physical risk of grounding. Master's degree thesis.* Cambridge, Massachusetts: Ocean Engineering Department, Massachusetts Institute of Technology, 1997.
- [71] T. Bukša, D. Pavletić, i M. Soković, "Unapređenje osiguranja kvalitete izrade cijevi u brodogradnji primjenom FMEA metode," in *13th International Congress International Maritime Association of Mediterranean –IMAM2009*, Istambul, 2009.
- [72] E. R. McDermott, J. R. Mikulak, and R. M. Beaurgard, *The basic of FMEA*,. New York, USA: Productivity Inc., 1996.
- [73] M. Žugaj i M. Schatten, *Arhitektura suvremenih organizacija*. Varaždinske Toplice: Tonimir, 2005.
- [74] N. Štefanić i N. Tošanović. (2011, Sep.)
<http://www.fsb.unizg.hr/atlantis/upload/newsboard>.
- [75] T. Lazibat i J. Samardžija, "Globalna kultura izvrsnosti bez granica – zahtjev 21. stoljeća," *Ekonomski misao i praksa*, vol. 1, pp. 121-138, 2010.
- [76] Tehničko Veleučilište u Zagrebu (2012, Apr.) <http://specijalisticki.tuz.hr/wp-content>.
- [77] M. George, *Lean Six Sigma for Service*. New York: McGraw-Hill, 2003.
- [78] IFSS. (2012, Apr.) Lean Six Sigma Implementation. [Online].
<http://www.ifss.net/en/Content/Lean-Six-Sigma-Implementation.html>

POPIS KRATICA I OZNAKA

BPR	- redizajniranja poslovnih procesa (engl. <i>Business Process Reengineering</i>)
Cu	- cijena sredstava za proizvodnju po jedinici utroška, odnosno zarada po jedinici rada [novčana jedinica]
d	- događaj
D	- dorada
DI	- dostignuta izvrsnost [komad, novčana jedinica]
DM	- dodatni doradni materijal [novčana jedinica]
Ε	- utrošak elemenata proizvodnje [novčana jedinica]
E	- utrošena energija [W]
I	- izradak [komad]
kK	- koeficijent kumulativnosti
kPS	- kumulativ proizvodnih sati [novčana jedinica]
kRS	- kumulativ radnih sati [sat]
KT	- kontrolna točka
kσ	- trenutna razina sigme
LSS	- Lean Six Sigma
M	- osnovni cjevarski materijal [tona]
Mk	- miljokaz
N(ppm)	- broj nesukladnosti na milijun izradaka [komad]
p	- posljedica [šteta/prosječni događaj]
PM	- potrošni materijal [novčana jedinica]
PS	- proizvodni sat [novčana jedinica]
PT	- Posledični trošak [novčana jedinica]
P _{TK}	- Pokazatelj troška kvalitete [novčana jedinica]
R	- rizik [šteta/jedinica vremena]
RS	- radni sati [sat]
SUUK	- Sustav upravljanja i unaprjeđenja kvalitete
Š	- škart [komad]
T	- trošak [novčana jedinica]
TD	- trošak dorade [novčana jedinica]
tD	- vrijeme utrošeno za doradu [radni sat]
TDI	- trošak dostignute izvrsnosti [novčana jedinica]
TD(M)	- trošak dodatnog doradnog materijala [novčana jedinica]
TDŠ(M)	- trošak dodatnog doradnog i škart materijala [novčana jedinica]
TŠ(M)	- trošak škart materijala [novčana jedinica]
TPM	- trošak primjenjenih mjera upravljanja i unaprjeđenja kvalitete
TLSS	- trošak implementacije metode Lean Six Sigma
T _K	- trošak kvalitete [novčana jedinica]
T _{NSUK}	- trošak nesukladnosti [novčana jedinica]
T _p	- trošak projekta [novčana jedinica]
TPP	- točka pogodna za pogrešku
TPS	- trošak proizvodnih sati [novčana jedinica]
TQM	- (total quality management) potpuno upravljanje kvalitetom
T _{SUUK}	- trošak sustava upravljanja i unaprjeđenja kvalitete [novčana jedinica]
TŠ	- trošak škarta [novčana jedinica]
tŠ	- vrijeme utrošeno na izradu škartiranog izratka te izradu novog [radni sat]
v	- vjerojatnost [broj događaja/jedinica vremena]

POPIS SLIKA

Slika 2.1.	Juranova spirala kvalitete	9
Slika 2.2.	Osnovni model poslovne izvrsnosti	16
Slika 2.3.	EFQM 2010 – model poslovne izvrsnosti 2010.....	17
Slika 2.4.	Komponente organizacijske izvrsnosti.....	18
Slika 2.5.	Model sazrijevanja organizacijske izvrsnosti.....	20
Slika 2.6.	Pet osnovnih principa Lean sustava upravljanja	24
Slika 2.7.	Osnovni elementi Lean proizvodnje.....	26
 Slika 3.1.	Projektni proces stvaranja	41
Slika 3.2.	Opće karakteristike projekta.....	42
Slika 3.3.	Važnije aktivnosti pregleda	52
 Slika 4.1.	Tijek slijeda nastupa pogreške	70
Slika 4.2.	Miljokazi u procesu izrade brodskih cjevovoda u projektu novogradnja	76
Slika 4.3.	Načelni prikaz dostignute izvrsnosti i posljedičnog troška	78
Slika 4.4.	Načelni prikaz veze mjera SUUK-a i složenosti zahtijeva za kvalitetom	80
Slika 4.5.	Dijagram toka izrade cijevi	81
Slika 4.6.	Dijagram toka radioničko testiranje	82
Slika 4.7.	Dijagram toka korozivna zaštita	83
Slika 4.8.	Dijagram toka montaže cijevi.....	84
 Slika 5.1.	Prosječan broj nesukladnosti prema kontrolnim točkama u projektima A i B.....	97
Slika 5.2.	Prosječni $N(ppm)$ u kontrolnim točkama projekata A i B	99
Slika 5.3.	Prosječni troškovi nesukladnosti u kontrolnim točkama projekata A i B	101
Slika 5.4.	Ishikawa dijagram procesa I.....	103
Slika 5.5.	Učinak primjenjenih mjera upravljanja kvalitetom u projektu "C"	107
Slika 5.6.	Učinak primjenjenih mjera na N(ppm) u projektu C	109
Slika 5.7.	Učinak primjenjenih mjera na troškove kvalitete u projektu C	111
Slika 5.8.	Ishikawa dijagram procesa II.	112
Slika 5.9.	Učinak primjenjenih mjera upravljanja kvalitetom u projektu D	114
Slika 5.10.	Učinak primjenjenih mjera na vrijednosti N(ppm)-a u projektu D	116
Slika 5.11.	Učinak primjenjenih mjera na troškove kvalitete u projektu D	118
Slika 5.12.	Ishikawa dijagram uzroka i posljedica u procesu toplog pocinčavanja	120
Slika 5.13.	Prikaz učinaka	123
Slika 5.14.	Pareto dijagram	123
Slika 5.15.	Analiza glavnih utjecaja	124
Slika 5.16.	Analiza međuzavisnosti.....	125
Slika 5.17.	Prostorni prikaz rezultata	126
Slika 5.18.	Rezultati optimizacije	128
Slika 5.19.	Krivilje plana preuzimanja	130
Slika 5.20.	Učinak primjenjenih mjera upravljanja kvalitetom u projektu E.....	132
Slika 5.21.	Učinak primjenjenih mjera na trenutnu razinu sigme u projektu E	134
Slika 5.22.	Učinak primjenjenih mjera na troškove kvalitete u projektu E.....	137
Slika 5.23.	Prikaz ostvarenih poboljšanja prema procesima u projektu E u odnosu na AB	139

Slika 5.24. Prikaz ostvarenih poboljšanja u projektu E u odnosu na AB	139
Slika 5.25. Ostvarena poboljšanja prema apsolutnim pokazateljima projekta E u odnosu na AB	140
Slika 5.26. Kretanje broja nesukladnosti prema projektima.....	141
Slika 5.27. Kretanje N(ppm)-a prema projektima	141
Slika 5.28. Kretanje troškova proizvodnih sati prema projektima	142
Slika 5.29. Kretanje troškova dodatnog materijala prema projektima	143
Slika 5.30. Prognostički model.....	144
Slika 6.1. Algoritam osiguranja kvalitete procesa u cikličkim projektima	162

POPIS TABLICA

Tablica 2.1.	Univerzalni procesi upravljanja kvalitetom.....	8
Tablica 2.2.	Crosby-eva mreža zrelosti menadžmenta kvalitete	13
Tablica 2.3.	Šest zajedničkih točaka u pristupu TQM-u	15
Tablica 2.4.	Mapiranje vrijednosti.....	27
Tablica 2.5.	Z-score	31
Tablica 2.6.	Razlike i sličnosti metodologija Lean i 6σ	34
 Tablica 3.1.	Alati i tehnike koji se koriste u kontroli kvalitete	55
 Tablica 4.1.	Vertikalna diferencijacija (procesni pristup)	66
Tablica 4.2.	Vertikalna diferencijacija (projektni pristup)	67
Tablica 4.3.	Vertikalna diferencijacija u fazi montaže sekcija (projektni pristup).....	67
Tablica 4.4.	Vertikalna diferencijacija u prostoru strojarnice (projektni pristup).....	68
Tablica 4.5.	Pokazatelji točke pogodne za pogrešku.....	77
 Tablica 5.1.	Normirana vremena potrebna za izvršenje pojedinih operacija i procesa	88
Tablica 5.2.	Izračun vrijednosti materijala prosječnog izratka.....	89
Tablica 5.3.	Utrošeni sati pri izradi brodskih cjevovoda po projektu	90
Tablica 5.4.	Korigirana normirana vremena proizvodnih operacija i procesa u proizvodnim satima.....	93
Tablica 5.5.	Broj nesukladnosti prema kontrolnim točkama u projektima A i B	95
Tablica 5.6.	Prosječan broj nesukladnosti prema kontrolnim točkama u projektima A i B ..	96
Tablica 5.7.	N(ppm) u kontrolnim točkama projekata A i B	98
Tablica 5.8.	Prosječan N(ppm)-a u kontrolnim točkama projekata A i B	99
Tablica 5.9.	Troškovi nesukladnosti prema kontrolnim točkama u projektima A i B ..	100
Tablica 5.10.	Prosječni troškovi nesukladnosti prema operacijama i procenima u projektima A i B.....	101
Tablica 5.11.	Slijed prepoznavanja uzroka i posljedica pogrešaka u procesu izrada cijevi.....	102
Tablica 5.12.	FMEA obrazac I – izračun RPN	104
Tablica 5.13.	FMEA obrazac II – korektivne aktivnosti	105
Tablica 5.14.	Dostignuta izvrsnost u projektu C u odnosu na AB	106
Tablica 5.15.	Dostignuta izvrsnost procesa u projektu C u odnosu na AB	106
Tablica 5.16.	Dostignute vrijednosti N(ppm) operacija u projekta C	108
Tablica 5.17.	Dostignute vrijednosti N(ppm) procesa projekta C	108
Tablica 5.18.	Ostvarena poboljšanja po operacijama u projektu C u odnosu na AB	109
Tablica 5.19.	Ostvarena poboljšanja po procesima u projektu C u odnosu na AB	110
Tablica 5.20.	Dostignuta izvrsnost operacija u projektu D u odnosu na prethodne projekte	113
Tablica 5.21.	Dostignuta izvrsnost procesa u projektu D u odnosu na prethodne projekte	113
Tablica 5.22.	Dostignute vrijednosti N(ppm) operacija u projektu D	115
Tablica 5.23.	Dostignute vrijednosti N(ppm) procesa projekta D.....	115
Tablica 5.24.	Ostvarena poboljšanja operacija u projektu D u odnosu na dostignute izvrsnosti u prethodnim projektima	117

Tablica 5.25. Ostvarena poboljšanja po procesima u projektu D u odnosu na dostignute izvrsnosti u prethodnim projektima	117
Tablica 5.26. Rezultati mjerena prevlake	120
Tablica 5.27. Rezultati mjerena.....	122
Tablica 5.28. Procjena utjecaja faktora i međudjelovanja.....	127
Tablica 5.29. Uzorkovanja prema planu uzorkovanja.....	129
Tablica 5.30. Plan preuzimanja- rezultat.....	130
Tablica 5.31. Dostignuta izvrsnost operacija u projektu E u odnosu na prethodne projekte	131
Tablica 5.32. Dostignuta izvrsnost procesa u projektu E u odnosu na prethodne projekte	131
Tablica 5.33. Dostignute vrijednosti N(ppm) operacija u projekta E.....	133
Tablica 5.34. Dostignute vrijednosti N(ppm) procesa projekta E	133
Tablica 5.35. Ostvarena poboljšanja po operacijama u projektu E u odnosu na prethodne projekte	135
Tablica 5.36. Ostvarena poboljšanja po procesima u projektu E u odnosu na prethodne procese	135
Tablica 5.37. Učinci primijenjenih mjera SUUK-a na troškove projekta E u odnosu na AB	138
Tablica 5.38. Ostvarena poboljšanja po procesima u projektu E u odnosu na AB	138
Tablica 5.39. Kvalitativna procjena pojavljivanja TPP-a.....	145
Tablica 5.40. Djelovanja za umanjenje vrijednosti TPP-a	146
 Tablica 6.1. Prosječne vrijednosti promatranih pokazatelja kvalitete u projektima A,B, C, D i E prema operacijama.....	154
Tablica 6.2. Prosječne vrijednosti promatranih pokazatelja kvalitete u projektima A,B, C, D i E prema procesima.....	155
Tablica 6.3. Dostignute izvrsnosti vrijednosti promatranih pokazatelja kvalitete u projektima A,B, C, D i E prema operacijama	155
Tablica 6.4. Dostignute izvrsnosti vrijednosti promatranih pokazatelja kvalitete u projektima A,B, C, D i E prema procesima	156
Tablica 6.5. Poboljšanja u % ostvarena u scenariju II u odnosu na scenarij I., prema operacijama	156
Tablica 6.6. Poboljšanja u % ostvarena u scenariju II u odnosu na scenarij I., prema procesima	156
Tablica 6.7. Ciljanje vrijednosti primjene LSS-a prema operacijama.....	157
Tablica 6.8. Ciljanje vrijednosti primjene LSS-a prema procesima.....	158
Tablica 6.9. Poboljšanja u % ostvarena u scenariju III u odnosu na scenarij I., prema opreracijama	158
Tablica 6.10. Poboljšanja u % ostvarena u scenariju III u odnosu na scenarij I., prema procesima	158
Tablica 6.11. Poboljšanja u ostvarena u scenariju III u odnosu na scenarij II., prema operacijama	159
Tablica 6.12. Poboljšanja u ostvarena u scenariju III u odnosu na scenarij II., prema procesima	159
Tablica 6.13. Uvjeti za osiguranje kvalitete procesa.....	160

POJAŠNJENJA NEKIH POJMOVA U RADU

S obzirom da su u radu korišteni, izvorno ili parafrazirano, tudi navodi i definicije pojmove koji su tijekom prijevoda ili interpretacije možebitno izgubili dio svoje smislenosti, na ovom mjestu se donosi popis važnijih pojmove korištenih u rada s kratkim pojašnjenjem.

Alati kvalitete su sredstva koji imaju točno određenu specifičnu namjenu, koja im je usko fokusirana i koriste se samostalno, što je osnovni razlog da danas unutar sustava za upravljanje kvalitetom postoji velik broj alata. Alati o kojima je riječ u ovom radu, su sredstva za postizanje, praćenje i unapređivanje kvaliteta proizvoda i procesa u smislu otkrivanja pogrešaka i otklanjanja njihovih uzroka.

Dostignuta izvrsnost predstavlja polaznu vrijednost zabilježenih nesukladnosti na koju je potrebno djelovati SUUK – om kako bi se ta vrijednost smanjila ili eliminirala.

Faze izvršenja posla ili aktivnosti logičan su dio posla kojemu je jasno definiran početak, izlaznim rezultatima. Izlazi su specificirani miljokazima.

Klasa (stupanj) – kategorija ili rang koji se koriste za razlikovanje predmeta jednakih uporabnih osobina, ali koji se razlikuju prema kvaliteti.

Kontrola kvalitete je proces praćenja i snimanja rezultata provedenih aktivnosti osiguranja kvalitete, procjena dostignutih učinaka te preporuke za potrebnim izmjenama. Kontrole predstavljaju tekući, svakodnevni nadzor.

Metode kvalitete su načini istraživanja, prikazivanja odnosno racionalni postupak kojim se dolazi do određene spoznaje. To je način praktičnog postupanja i djelovanja s ciljem postizanja zahtijevanog cilja, ishoda, rezultata.

Miljokazi su vremenske točke u projektu kada se dovršavaju određeni proizvodi, odnosno rezultati i isporučuju narednoj fazi projekta ili kupcu. Vremenske točke trebaju biti opisane u definiciji zahtjeva (projektnoj specifikaciji).

Nadzor je širi pojam od kontrole, on obuhvaća složeni skup mjera, metoda i postupaka čiji je cilj utvrditi da li je ponašanje svih čimbenika u skladu sa sigurnosnim i zakonskim propisima te dali se poštuju zahtijevane procedure. Nadzor je instrument upravljanja i zaštite.

Nesukladnost je posljedica pogreške u procesu, ono je mjerilo pogreške.

Novčana jedinica je opći pojam koji u radu označava ekvivalent vrijednosti radnih i proizvodnih sati te temeljnog i potrošnog materijala. Ovakvo poimanje vrijednosti moguće je u relativno stabilnim makroekonomskim okolnostima, bez većih oscilacija tečaja nacionalne valute u odnosu na EUR i US\$.

Pogreška u procesu proizvodnje jest čin koji je nastao ljudskom aktivnošću, a koji za posljedicu ima nesukladan proizvod

Posljedični trošak je posljedica nekog štetnog događaja ili propusta. U cikličkim projektima on predstavlja vrijednost veću od dostignute izvrsnosti u nekoj fazi projekta ili projekta u cjelini.

Proizvod je predmet koji se proizvede, koji je mjerljiv i može biti ili samostalna stavka ili komponenta neke druge stavke.

Proizvodni sati su radni sati potrebni za izradu uvećani za troškove energije, transporta, potrošnog materijala i drugih troškova koji sudjeluju u procesu izrade.

Projekt je vremenski ograničen pothvat poduzet radi stvaranja jedinstvenog proizvoda, usluge ili rezultata.

Strukturna raščlamba poslova (*Work Breakdown Structure – WBS*) je hijerarhijska raščlamba posla koji projektni tim treba izvršiti, orijentirana na isporuke, kako bi se postigli projektni ciljevi. Svaka niža razina predstavlja detaljniju definiciju projektnoga rada. WBS se raščlanjuje na radne pakete

Tehnike kvalitete podrazumijevaju aktivnosti, znanja i postupke, neophodne za osiguranje kvalitete u proizvodnim procesima.

Točka pogodna za pogrešku (TPP) je pojam koji je izведен na osnovi iskustva i upućuje na potencijalno za pogrešku pogodna mjesta ili procese. Točka "pogodna za pogrešku" je prepostavljeno mjesto unutar proizvodnog procesa koje zbog svoje posebnosti ili zbog prošlih događanja predstavlja veću razinu opasnosti odstupanja od postavljenih zahtijeva za kvalitetom od ostalih točaka u okruženju.

Trenutna razina sigme (k σ) je postojeća vrijednost sigme u nekom procesu ili projektu.

Trošak dostignute izvrsnosti je najmanji zabilježeni trošak nesukladnosti neke faze projekta ili projekta u cjelini.

Životni ciklus projekta je skup projektnih faza koje su obično slijedne i ne preklapaju se, a čiji su nazivi i broj određeni nadzornim potrebama organizacije ili organizacija uključenih u projekt.

PRILOZI

PRILOG I. Usporedna tablica sposobnosti sigme

SUKLADNIH %	6,68	8,455	10,56	13,03	15,87	19,08	22,66	26,595	30,85	35,435	40,13	45,025	50
NESUKLADNIH (PPM)	933200	915450	894400	869700	841300	809200	773400	734050	691500	645650	598700	549750	500000
GRANICE SPECIFIKACIJE; RAZINA SIGME	0	$\pm 0,125$	$\pm 0,25$	$\pm 0,375$	$\pm 0,5$	$\pm 0,625$	$\pm 0,75$	$\pm 0,875$	± 1	$\pm 1,125$	$\pm 1,25$	$\pm 1,375$	$\pm 1,5$

SUKLADNIH %	54,975	59,87	64,565	69,15	73,405	77,34	80,92	84,13	86,97	89,44	91,545	93,32	94,79
NESUKLADNIH (PPM)	450250	401300	354350	308500	265950	226600	190800	158700	130300	105600	84550	66800	52100
GRANICE SPECIFIKACIJE; RAZINA SIGME	$\pm 1,625$	$\pm 1,75$	$\pm 1,875$	± 2	$\pm 2,125$	$\pm 2,25$	$\pm 2,375$	$\pm 2,5$	$\pm 2,625$	$\pm 2,75$	$\pm 2,875$	± 3	$\pm 3,125$

SUKLADNIH %	95,99	96,96	97,73	98,32	98,78	99,12	99,38	99,565	99,7	99,795	99,87	99,91	99,94
NESUKLADNIH (PPM)	40100	30400	22700	16800	12200	8800	6200	4350	3000	2050	1300	900	600
GRANICE SPECIFIKACIJE; RAZINA SIGME	$\pm 3,25$	$\pm 3,375$	$\pm 3,5$	$\pm 3,625$	$\pm 3,75$	$\pm 3,875$	± 4	$\pm 4,125$	$\pm 4,25$	$\pm 4,375$	$\pm 4,5$	$\pm 4,625$	$\pm 4,75$

SUKLADNIH %	99,96	99,977	99,982	99,987	99,992	99,997	99,998	99,998	99,999	100
NESUKLADNIH (PPM)	400	230	180	130	80	30	23,35	16,7	10,05	3,4
GRANICE SPECIFIKACIJE; RAZINA SIGME	$\pm 4,875$	± 5	$\pm 5,125$	$\pm 5,25$	$\pm 5,375$	$\pm 5,5$	$\pm 5,625$	$\pm 5,75$	$\pm 5,875$	± 6

PRILOG II. Dostignuta izvrsnost troškova nesukladnosti u projektu C u odnosu na \overline{AB}

a) Dostignuta izvrsnost troškova nesukladnosti u projektu C u odnosu na \overline{AB} , prema operacijama

Procesi	Operacija	PROJEKT C						DOSTIGNUTE IZVRSNOSTI PROJEKATA \overline{AB}						POBOLJŠANJA U %			
		tD(PS)	tŠ(PS)	TPS	TŠ(M)	TD(M)	TDŠ(M)	tD(PS)	tŠ(PS)	TPS	TŠ(M)	TD(M)	TDŠ(M)	tD(PS)	tŠ(PS)	TPS	TDŠ(M)
I	Trasiranje i rezanje cijevi	30,30	169,16	199,46	1,52	0,81	2,33	39,11	252,37	291,47	2,27	1,04	3,31	22,53%	32,97%	31,57%	29,61%
	Savijanje cijevi	16,38	363,61	379,99	3,12	0,31	3,43	35,74	528,54	564,28	4,54	0,68	5,22	54,17%	31,20%	32,66%	34,29%
	Izrada cijevi	48,00	453,86	501,86	3,76	1,15	4,91	66,13	656,93	723,06	5,44	1,59	7,03	27,42%	30,91%	30,59%	30,16%
II	Zavarivanje	62,40	101,90	164,30	0,80	0,94	1,74	61,32	249,26	310,58	1,96	0,92	2,88	-1,76%	59,12%	47,10%	39,58%
	Brušenje	6,13	598,27	604,40	4,64	0,39	5,03	7,03	555,11	562,14	4,31	0,45	4,76	12,80%	-7,78%	-7,52%	-5,67%
	Tlačenje	155,20	644,67	799,87	4,64	1,55	6,19	133,07	815,66	948,73	5,87	1,33	7,20	-16,6%	20,96%	15,69%	14,03%
III	Saćmarenje	13,95	11,57	25,52	0,08	0,25	0,33	11,09	13,46	24,55	0,09	0,20	0,29	-25,79%	14,04%	-3,95%	-13,8%
	Pocinčavanje	9,90	211,91	221,81	1,36	0,09	1,45	11,58	203,11	214,69	1,30	0,10	1,41	14,51%	-4,33%	-3,32%	-2,84%
	Čišćenje i pasivizacija	2,85	37,85	40,70	0,24	0,15	0,39	2,97	30,11	33,08	0,19	0,16	0,35	4,04%	-25,71%	-23,04%	-11,43%
	Bojanje	2,40	140,23	142,63	0,88	0,14	1,02	3,68	148,38	152,06	0,93	0,22	1,15	34,78%	5,49%	6,20%	11,30%
IV	Razvrstavanje	15,15	1042,74	1057,89	6,48	0,81	7,29	17,06	490,44	507,50	3,05	0,91	3,96	11,20%	-113%	-108%	-84,1%
	Montaža	1019,63	688,27	1707,90	3,20	1,45	4,65	861,77	1311,06	2172,83	6,10	1,22	7,32	-18,3%	47,50%	21,40%	36,48%

b) Dostignuta izvrsnost troškova nesukladnosti u projektu C u odnosu na \overline{AB} , prema procesima

Procesi	PROJEKT C						DOSTIGNUTE IZVRSNOSTI PROJEKATA \overline{AB}						POBOLJŠANJA U %			
	tD(PS)	tŠ(PS)	TPS	TŠ(M)	TD(M)	TDŠ(M)	tD(PS)	tŠ(PS)	TPS	TŠ(M)	TD(M)	TDŠ(M)	tD(PS)	tŠ(PS)	TPS	TDŠM
PROCES I	94,68	986,64	1081,32	8,40	2,27	10,67	140,98	1437,84	1578,82	12,25	3,31	15,56	32,84%	31,38%	31,51%	31,43%
PROCES II	223,73	1344,84	1568,57	10,08	2,88	12,96	201,42	1620,04	1821,46	12,13	2,70	14,83	-11,08%	16,99%	13,88%	12,61%
PROCES III	29,10	401,55	430,65	2,56	0,63	3,19	29,31	395,06	424,38	2,52	0,68	3,20	0,72%	-1,64%	-1,48%	0,31%
PROCES IV	1034,78	1731,01	2765,79	9,68	2,26	11,94	878,82	1801,50	2680,33	9,14	2,13	11,28	-17,75%	3,91%	-3,19%	-5,85%

c) Ukupna dostignuta izvrsnost troškova nesukladnosti u projektu C u odnosu na \overline{AB}

	PROJEKT C						DOSTIGNUTE IZVRSNOSTI PROJEKATA \overline{AB}						POBOLJŠANJA U %			
	tD(PS)	tŠ(PS)	TPS	TŠ(M)	TD(M)	TDŠ(M)	tD(PS)	tŠ(PS)	TPS	TŠ(M)	TD(M)	TDŠ(M)	tD(PS)	tŠ(PS)	TPS	TDŠM
UKUPNO	1382,29	4464,03	5846,32	30,72	8,04	38,76	1250,5	5254,44	6504,98	36,04	8,82	44,86	-10,5%	15,04%	10,13%	13,60%

PRILOG III. Dostignuta izvrsnost troškova nesukladnosti u projektu D u odnosu dostonutu izvrsnost u projektima \overline{AB} i C

a) Dostignuta izvrsnost troškova nesukladnosti u projektu D u odnosu dostonutu izvrsnost u projektima \overline{AB} i C prema operacijama

Procesi	Operacija	PROJEKT D						DOSTIGNUTE IZVRSNOSTI PROJEKATA \overline{AB} I C						POBOLJŠANJA U %			
		tD(PS)	tŠ(PS)	TPS	TŠ(M)	TD(M)	TDŠ(M)	tD(PS)	tŠ(PS)	TPS	TŠ(M)	TD(M)	TDŠ(M)	tD(PS)	tŠ(PS)	TPS	TDŠ(M)
I	Trasiranje i rezanje cijevi	31,20	498,59	529,79	4,48	0,83	5,31	30,30	169,16	199,46	1,52	0,81	2,33	-2,97%	-195%	-1656%	-128%
	Savijanje cijevi	16,80	372,93	389,73	3,20	0,32	3,52	16,38	363,61	379,99	3,12	0,31	3,43	-2,56%	-2,56%	-2,56%	-2,56%
	Izrada cijevi	37,33	463,52	500,85	3,84	0,90	4,74	48,00	453,86	501,86	3,76	1,15	4,91	22,23%	-2,13%	0,20%	3,50%
II	Zavarivanje	27,73	397,41	425,14	3,12	0,42	3,54	61,33	101,90	163,23	0,80	0,92	1,72	54,79%	-290%	-160%	-106%
	Brušenje	4,13	340,40	344,52	2,64	0,26	2,90	6,13	557,01	563,14	4,32	0,39	4,71	32,63%	38,89%	38,82%	38,46%
	Tlačenje	104,00	433,49	537,49	3,12	1,04	4,16	132,80	644,67	777,47	4,64	1,33	5,97	21,69%	32,76%	30,87%	30,29%
III	Sačmarenje	14,40	11,57	25,97	0,08	0,26	0,34	11,25	11,57	22,82	0,08	0,20	0,28	-28%	0,00%	-13,8%	-21,4%
	Pocinčavanje	25,20	211,91	237,11	1,36	0,22	1,58	9,90	199,44	209,34	1,28	0,09	1,37	-155%	-6,25%	-13,3%	-15,5%
	Čišćenje i pasivizacija	2,85	37,85	40,70	0,24	0,15	0,39	2,85	25,23	28,08	0,16	0,15	0,31	0,00%	-50,0%	-44,9%	-25,0%
	Bojanje	0,13	140,23	140,37	0,88	0,01	0,89	2,40	140,23	142,63	0,88	0,14	1,02	94,58%	0,00%	1,58%	13,09%
IV	Razvrstavanje	24,75	1068,49	1093,24	6,64	1,32	7,96	15,15	489,19	504,34	3,04	0,81	3,85	-63,4%	-118%	-117%	-107%
	Montaža	580,23	1066,81	1647,05	4,96	0,82	5,78	861,90	688,27	1550,17	3,20	1,22	4,42	32,68%	-55%	-6,25%	-30,6%

b) Dostignuta izvrsnost troškova nesukladnosti u projektu D u odnosu dostonu izvrsnost u projektima $\bar{A}\bar{B}$ i C prema procesima

Procesi	PROJEKT D						DOSTIGNUTE IZVRSNOSTI PROJEKATA $\bar{A}\bar{B}$ I C						POBOLJŠANJA U %			
	tD(PS)	tŠ(PS)	TPS	TŠ(M)	TD(M)	TDŠ(M)	tD(PS)	tŠ(PS)	TPS	TŠ(M)	TD(M)	TDŠ(M)	tD(PS)	tŠ(PS)	TPS	TDŠ(M)
PROCES I	85,33	1335,04	1420,37	11,52	2,05	13,57	94,68	986,64	1081,32	8,40	2,27	10,67	9,88%	-35,31%	-31,36%	-27,16%
PROCES II	135,86	1171,29	1307,15	8,88	1,72	10,60	200,26	1303,58	1503,84	9,76	2,64	12,40	32,16%	10,15%	13,08%	14,52%
PROCES III	42,58	401,55	444,13	2,56	0,64	3,20	26,40	376,47	402,87	2,40	0,58	2,98	-61,29%	-6,66%	-10,24%	-7,24%
PROCES IV	604,98	2135,30	2740,28	11,60	2,14	13,74	877,05	1177,45	2054,50	6,24	2,03	8,27	31,02%	-81,35%	-33,38%	-66,10%

c) Ukupna dostonu izvrsnost troškova nesukladnosti u projektu D u odnosu dostonu izvrsnost u projektima $\bar{A}\bar{B}$ i C

	PROJEKT D						DOSTIGNUTE IZVRSNOSTI PROJEKATA $\bar{A}\bar{B}$ I C						POBOLJŠANJA U %			
	tD(PS)	tŠ(PS)	TPS	TŠ(M)	TD(M)	TDŠ(M)	tD(PS)	tŠ(PS)	TPS	TŠ(M)	TD(M)	TDŠ(M)	tD(PS)	tŠ(PS)	TPS	TDŠ(M)
UKUPNO	868,76	5043,18	5911,94	34,56	6,55	41,11	1198,4	3844,14	5042,53	26,80	7,53	34,33	27,51%	-31,19%	-17,24%	-19,75%

PRILOG IV. Dostignuta izvrsnost troškova nesukladnosti u projektu E u odnosu dostignutu izvrsnost u projektima \overline{AB} , C i D

a) Dostignuta izvrsnost troškova nesukladnosti u projektu E u odnosu dostignutu izvrsnost u projektima \overline{AB} , C i D prema operacijama

Procesi	Operacija	PROJEKT E						DOSTIGNUTE IZVRSNOSTI PROJEKATA \overline{AB} , C I D						POBOLJŠANJA U %			
		tD(PS)	tŠ(PS)	TPS	TŠ(M)	TD(M)	TDŠ(M)	tD(PS)	tŠ(PS)	TPS	TŠ(M)	TD(M)	TDŠ(M)	tD(PS)	tŠ(PS)	TPS	TDŠ(M)
I	Trasiranje i rezanje cijevi	13,50	338,33	351,83	3,04	0,36	3,40	30,30	169,16	199,46	1,52	0,81	2,33	55,45%	-100%	-76,4%	-46,1%
	Savijanje cijevi	28,56	708,57	737,13	6,08	0,54	6,62	16,38	363,61	379,99	3,12	0,31	3,43	-74,4%	-94,9%	-93,9%	-92,8%
	Izrada cijevi	35,33	434,55	469,88	3,60	0,85	4,45	37,33	453,86	491,20	3,76	0,90	4,66	5,36%	4,25%	4,34%	4,42%
II	Zavarivanje	35,20	407,60	442,80	3,20	0,53	3,73	27,73	101,90	129,63	0,80	0,42	1,22	-26,9%	-300%	-242%	-207%
	Brušenje	6,25	175,36	181,61	1,36	0,40	1,76	4,13	340,40	344,52	2,64	0,26	2,90	-51,3%	48,48%	47,29%	39,39%
	Tlačenje	119,20	111,15	230,35	0,80	1,19	1,99	104,00	433,49	537,49	3,12	1,04	4,16	-14,6%	74,36%	57,14%	52,16%
III	Saćmarenje	9,45	11,57	21,02	0,08	0,17	0,25	11,25	11,57	22,82	0,08	0,20	0,28	16,00%	0,00%	7,89%	10,71%
	Pocinčavanje	24,30	199,44	223,74	1,28	0,22	1,50	9,90	199,44	209,34	1,28	0,09	1,37	-146%	0,00%	-6,88%	-9,65%
	Čišćenje i pasivizacija	2,70	151,38	154,08	0,96	0,14	1,10	2,85	25,23	28,08	0,16	0,15	0,31	5,26%	-500%	-449%	-253%
	Bojanje	1,47	12,75	14,22	0,08	0,09	0,17	0,13	140,23	140,37	0,88	0,01	0,89	-1031%	90,91%	89,87%	80,86%
IV	Razvrstavanje	4,35	939,75	944,10	5,84	0,23	6,07	15,15	489,19	504,34	3,04	0,81	3,85	71,29%	-92,1%	-87,2%	-57,7%
	Montaža	1177,37	946,37	2123,73	4,40	1,67	6,07	580,23	688,27	1268,50	3,20	0,82	4,02	-103%	-37,5%	-67,4%	-50,8%

b) Dostignuta izvrsnost troškova nesukladnosti u projektu E u odnosu dostonu izvrsnost u projektima \overline{AB} , C i D prema procesima

Procesi	PROJEKT E						DOSTIGNUTE IZVRSNOSTI PROJEKATA \overline{AB} , C I D						POBOLJŠANJA U %			
	tD(PS)	tŠ(PS)	TPS	TŠ(M)	TD(M)	TDŠ(M)	tD(PS)	tŠ(PS)	TPS	TŠ(M)	TD(M)	TDŠ(M)	tD(PS)	tŠ(PS)	TPS	TDŠM
PROCES I	77,39	1481,45	1558,84	12,72	1,75	14,47	84,01	986,64	1070,65	8,40	2,02	10,42	7,88%	-50,15%	-45,60%	-38,92%
PROCES II	160,65	694,11	854,76	5,36	2,12	7,48	135,86	875,78	1011,64	6,56	1,72	8,28	-18,25%	20,74%	15,51%	9,66%
PROCES III	37,92	375,13	413,05	2,40	0,62	3,02	24,13	376,47	400,60	2,40	0,45	2,85	-57,15%	0,36%	-3,11%	-6,04%
PROCES IV	1181,72	1886,12	3067,84	10,24	1,90	12,14	595,38	1177,45	1772,84	6,24	1,63	7,87	-98,48%	-60,19%	-73,05%	-54,22%

c) Ukupna dostonu izvrsnost troškova nesukladnosti u projektu E u odnosu dostonu izvrsnost u projektima \overline{AB} , C i D

	PROJEKT E						DOSTIGNUTE IZVRSNOSTI PROJEKATA \overline{AB} , C I D						POBOLJŠANJA U %			
	tD(PS)	tŠ(PS)	TPS	TŠ(M)	TD(M)	TDŠ(M)	tD(PS)	tŠ(PS)	TPS	TŠ(M)	TD(M)	TDŠ(M)	tD(PS)	tŠ(PS)	TPS	TDŠM
UKUPNO	1457,68	4436,81	5894,49	30,72	6,39	37,11	839,39	3416,34	4255,73	23,60	5,82	29,42	-73,66%	-29,87%	-38,51%	-26,14%

PRILOG V. Dostignuta izvrsnost troškova nesukladnosti u projektu E u odnosu na dostignutu izvrsnost u projektima \overline{AB}

a) Dostignuta izvrsnost troškova nesukladnosti u projektu E u odnosu na dostignutu izvrsnost u projektima \overline{AB} prema operacijama

Procesi	Operacija	PROJEKT E						DOSTIGNUTE IZVRSNOSTI PROJEKATA \overline{AB}						POBOLJŠANJA U %			
		tD(PS)	tŠ(PS)	TPS	TŠ(M)	TD(M)	TDŠ(M)	tD(PS)	tŠ(PS)	TPS	TŠ(M)	TD(M)	TDŠ(M)	tD(PS)	tŠ(PS)	TPS	TDŠ(M)
I	Trasiranje i rezanje cijevi	13,50	338,33	351,83	3,04	0,36	3,40	39,11	252,37	291,47	2,27	1,04	3,31	65,48%	-34,1%	-20,7%	-2,72%
	Savijanje cijevi	28,56	708,57	737,13	6,08	0,54	6,62	35,74	528,54	564,28	4,54	0,68	5,22	20,09%	-34,1%	-30,6%	-26,8%
	Izrada cijevi	35,33	434,55	469,88	3,60	0,85	4,45	66,13	656,93	723,06	5,44	1,59	7,03	46,57%	33,85%	35,02%	36,70%
II	Zavarivanje	35,20	407,60	442,80	3,20	0,53	3,73	61,32	249,26	310,58	1,96	0,92	2,88	42,60%	-63,5%	-42,6%	-29,5%
	Brušenje	6,25	175,36	181,61	1,36	0,40	1,76	7,03	555,11	562,14	4,31	0,45	4,76	11,10%	68,41%	67,69%	63,03%
	Tlačenje	119,20	111,15	230,35	0,80	1,19	1,99	133,07	815,66	948,73	5,87	1,33	7,20	10,42%	86,37%	75,72%	72,36%
III	Saćmarenje	9,45	11,57	21,02	0,08	0,17	0,25	11,09	13,46	24,55	0,09	0,20	0,29	14,79%	14,04%	14,38%	13,79%
	Pocinčavanje	24,30	199,44	223,74	1,28	0,22	1,50	11,58	203,11	214,69	1,30	0,10	1,41	-110%	1,81%	-4,22%	-6,38%
	Čišćenje i pasivizacija	2,70	151,38	154,08	0,96	0,14	1,10	2,97	30,11	33,08	0,19	0,16	0,35	9,09%	-403%	-366%	-214%
	Bojanje	1,47	12,75	14,22	0,08	0,09	0,17	3,68	148,38	152,06	0,93	0,22	1,15	60,05%	91,41%	90,65%	85,22%
IV	Razvrstavanje	4,35	939,75	944,10	5,84	0,23	6,07	17,06	490,44	507,50	3,05	0,91	3,96	74,50%	-91,6%	-86,1%	-53,3%
	Montaža	1177,37	946,37	2123,73	4,40	1,67	6,07	861,77	1311,06	2172,83	6,10	1,22	7,32	-36,6%	27,82%	2,26%	17,08%

b) Dostignuta izvrsnost troškova nesukladnosti u projektu E u odnosu na dostignutu izvrsnost u projektima \overline{AB} prema procesima

Procesi	PROJEKT E						DOSTIGNUTE IZVRSNOSTI PROJEKATA \overline{AB}						POBOLJŠANJA U %			
	tD(PS)	tŠ(PS)	TPS	TŠ(M)	TD(M)	TDŠ(M)	tD(PS)	tŠ(PS)	TPS	TŠ(M)	TD(M)	TDŠ(M)	tD(PS)	tŠ(PS)	TPS	TDŠM
PROCES I	77,39	1481,45	1558,84	12,72	1,75	14,47	140,98	1437,84	1578,82	12,25	3,31	15,56	45,11%	-3,03%	1,27%	7,01%
PROCES II	160,65	694,11	854,76	5,36	2,12	7,48	201,42	1620,04	1821,46	12,13	2,70	14,83	20,24%	57,15%	53,07%	49,56%
PROCES III	37,92	375,13	413,05	2,40	0,62	3,02	29,31	395,06	424,38	2,52	0,68	3,20	-29,38%	5,04%	2,67%	5,63%
PROCES IV	1181,72	1886,12	3067,84	10,24	1,90	12,14	878,82	1801,50	2680,33	9,14	2,13	11,28	-34,47%	-4,70%	-14,46%	-7,62%

c) Ukupna dostignuta izvrsnost troškova nesukladnosti u projektu E u odnosu na dostignutu izvrsnost u projektima \overline{AB}

	PROJEKT E						DOSTIGNUTE IZVRSNOSTI PROJEKATA \overline{AB}						POBOLJŠANJA U %			
	tD(PS)	tŠ(PS)	TPS	TŠ(M)	TD(M)	TDŠ(M)	tD(PS)	tŠ(PS)	TPS	TŠ(M)	TD(M)	TDŠ(M)	tD(PS)	tŠ(PS)	TPS	TDŠM
UKUPNO	1457,68	4436,81	5894,49	30,72	6,39	37,11	1250,5	5254,44	6504,98	36,04	8,82	44,86	-16,56%	15,56%	9,38%	17,28%

POPIS OBJAVLJENIH RADOVA

1. Pavletić, D., Soković, M., Bukša, T.: APPLICATION OF RISK ASSESSMENT TOOL IN SHIPYARD QUALITY MANAGEMENT, 13th International Congress, International Maritime Association Of Mediterranean, Istanbul, 2009.
2. Bukša, T., Pavletić, D., Soković, M.: QUALITY IMPROVEMENT OF SHIPBUILDING PIPELINE PRODUCTION, Introduction Plenary Presentation, International Convention On Quality YUSQ, Beograd, 2010.
3. Bukša, T., Pavletić, D., Soković, M.: SHIPBUILDING PIPELINE PRODUCTION QUALITY IMPROVEMENT, Achievements in Mechanical and Materials Engineering, AMME, Gliwice-Wieliczka-Zakopane, 2010.
4. Bukša, J., Bukša,T., UPRAVLJANJA KVALITETOM U OBALNOM LINIJSKOM KONTEJNERSKOM BRODARSTVU S ASPEKTA UPRAVLJANJA TROŠKOVIMA (pregledni članak), „Pomorstvo“ Pomorski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka 2011.
5. Bukša, J., Pavletić, Soković, M., APLICATION OF FMEA METHOD IN SHIPBUILDING PIPELINE QUALITY IMPROVMENT, 14. Savjetovanje SQM 2010, Izdano na CD mediju, Tivat: Centar za kvalitet, 2010.
6. Bukša, J., Pavletić, D., Bukša,T., UNAPREĐIVANJE KVALITETE KOROZIVNE ZAŠTITE POCINČAVANJEM U PROCESU TOPLOG POCINČAVANJA (u objavi-SORTA -2012).

ŽIVOTOPIS

Osobni podaci

Prezime i ime

Bukša Tomislav

Adresa

25, Mavrinci, 51219 Čavle, Hrvatska

Telefonski brojevi

051/549-266

GSM: 099-311-8720

E-mail

tomislavbuksa@yahoo.com

Državljanstvo

Hrvatsko

Datum rođenja

26.06.1979.

Radno iskustvo

Datumi

2010. – danas Rukovoditelj Odjela izrade cijevi
2005. – 2009. Zamjenik rukovoditelja Odjela izrade cijevi
2003. – 2005. Specijalist za izradu cijevi
1997. – 1998. Vježbenik palube

Zanimanje ili radno mjesto

Rukovoditelj Odjela izrade cijevi

Ime i adresa poslodavca

Liburnijska 3

Vrsta djelatnosti ili sektor

Proizvodnja

Obrazovanje i osposobljavanje

- 2008. Upisujem Poslijediplomski doktorski studij iz Tehničkih znanosti, Modul 6: Osiguranje kvalitete i vođenje tehničkih sustava, Izrada doktorske disertacije pod odobrenim radnim naslovom *Diferencijacija upravljanja kvalitetom kod cikličkih projekata u brodograđevnoj industriji*.
- 1998. – 2003. Pomorski fakultet Sveučilišta u Rijeci Zvanje: dipl. ing. pomorskog prometa – brodostrojarskog smjera
- 1993. – 1997. Pomorska škola, Bakar

Osobne vještine i kompetencije

Materinski jezik

Hrvatski

Drugi jezik

Engleski

Računalne vještine i kompetencije

Rad na računalu – Operativni sustavi: Windows; A-CAD.grafika i multimedija: Adobe PhotoShop, CorelDraw, Adobe Flash; ostalo: Internet, MS Office.

Vozačka dozvola

Vozačka dozvola B kategorija

PODACI O AUTORU I DOKTORSKOJ DISERTACIJI

1. AUTOR

Ime i prezime:	Tomislav Bukša
Datum i mjesto rođenja:	26. 06. 1979. Rijeka
Naziv fakulteta, studija i godina završetka dodiplomskog studija:	Pomorski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Brodostrojarski smjer, Rijeka , 2003.
Naziv fakulteta, smjera i godina završetka poslijediplomskog studija:	Tehnički fakultet Sveučilišta u Rijeci, Osiguranje kvalitete i vođenje tehničkih sustava, Rijeka 2010.
Sadašnje zaposlenje:	3 MAJ Rijeka

2. DOKTORSKA DISERTACIJA

Naslov:	Diferencijacija upravljanja kvalitetom kod cikličkih projekata u brodograđevnoj industriji
Broj stranica, slika, tablica i bibliografskih podataka:	178. stranica, 49. slika, 65. tablica, 5. priloga i 78. bibliografskih podataka
Znanstveno polje i grana:	Tehničke znanosti, Osiguranje kvalitete
Voditelj rada:	
Fakultet na kojem je rad obranjen:	Tehnički fakultet Sveučilišta u Rijeci,

3. OBRANA I OCJENA

Datum prijave teme:	
Datum predaje rada:	
Datum prihvaćanja ocjene rada:	
Sastav Povjerenstva za ocjenu:	

Datum obrane:	
Sastav Povjerenstva za obranu:	

Datum promocije:

Oznaka: (DD) Tek. broj: UDK

**DIFERENCIJACIJA UPRAVLJANJA KVALITETOM
KOD CIKLIČKIH PROJEKATA
U BRODOGRAĐEVNOJ INDUSTRICI**

Tomislav Bukša

Sveučilište u Rijeci
Tehnički fakultet
Hrvatska

Ključne riječi: diferencijacija
ciklički projekt
upravljanje kvalitetom
točka pogodna za pogrešku
Lean Six Sigma

Sažetak

Mjesta i intenzitet točaka pogodnih za pogrešku promjenjive su veličine koje se odupiru poduzetim mjerama uslijed brojnih razjašnjivih i nerazjašnjivih uzroka. Jednom dostignute izvrsnosti u pojedinim proizvodnim procesima i operacijama teško se održavaju na dostignutoj razini. Sredstava i napor koji se permanentno ulažu u mjere upravljanja i unaprjeđenja kvalitete ne daju očekivane rezultate. Stoga se čini opravdanim pristupiti radikalnim mjerama reinženjeringa proizvodnog procesa i uspostavljanja neke od suvremenih metoda upravljanja kvalitetom. Lean Six Sigma smatra optimalnom metodom koja u sprezi s reinženjeringom (restrukturiranjem) treba polučiti očekivane rezultate.

Rad nije objavljen.

Mentor:

Izv. prof. dr. sc. Duško Pavletić

Povjerenstvo za ocjenu:

Povjerenstvo za obranu:

Datum obrane:

Rad je pohranjen na Tehničkom fakultetu Sveučilišta u Rijeci.

Code No.

UDC

A DIFFERENTIAL APPROACH TO QUALITY
MANAGEMENT IN CYCLICAL
PROJECTS IN SHIPBUILDING

Tomislav Bukša

University of Rijeka
Faculty of Engineering
Croatia

Keywords: differentiated approach
cyclical projects
common points of error
quality management
Lean Six Sigma

Summary:

Location and intensity of common points of error is a variable that may not be affected by the measures that are taken due to a number of known or unknown reasons. Once achieved excellence in various manufacturing processes and operations cannot easily be maintained at the same level. Resources that are used and efforts that are continually made in order to improve quality management do not always give expected results, or if they show good results in one project, they will hardly show the same results in another. Therefore it seems reasonable (more efficient and more effective) to take more radical measures of reengineering the production process and employing some of the modern methods of quality management. Lean Six Sigma is considered the optimal method which, together with reengineering (restructuring), should give the expected results.

This thesis has not been published.

Mentor:

Assoc. Prof. D. Sc. Duško Pavletić, univ.
bacc. ing. mech.

Advisors:

Reviewers:

Presentation:

This thesis is deposited in the library of the University of Rijeka, Faculty of Engineering.