



SAVEZ INŽENJERA CRNE GORE



**DRUŠTVO ODRŽAVALACA SREDSTAVA ZA
RAD CRNE GORE**



**KOOPERATIVNI TRENING CENTAR
MAŠINSKI FAKULTET U PODGORICI**

X MEĐUNARODNA KONFERENCIJA

ODRŽAVANJE I PROIZVODNI INŽENJERING "KODIP - 2012"

ZBORNIK RADOVA

BUDVA, 26.-29. 06. 2012.



THE UNION OF ENGINEERS OF MONTENEGRO



MAINTAINERS SOCIETY OF MONTENEGRO



COOPERATIVE TRAINING CENTER
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
PODGORICA

**10th INTERNATIONAL
SCIENTIFIC - EXPERT**

CONFERENCE

**MAINTENANCE AND
PRODUCTION ENGINEERING**

KODIP - 2012

PROCEEDINGS

Budva, 26-29.06.2012.



KONFERENCIJA ODRŽAVANJE I
PROIZVODNI INŽENJERING
KODIP 2012
Budva, 26-29.06.2012.

ZBORNİK RADOVA

Izdavači:

Savez inženjera Crne Gore
Društvo održavalaca sredstava za rad Crne Gore
Mašinski fakultet u Podgorici - Kooperativni trening centar

Za izdavače:

Prof. dr Miodrag Bulatović
Doc. dr Deda Delović
Prof. dr Goran Čulafić

Tiraž:

100 primjeraka

Štampa:

Art Grafika, Podgorica

Zbornik uredili:

Prof. dr Miodrag Bulatović
Prof. dr Mileta Janjić
Dr Nikola Šibalić

Adresa:

Univerzitet Crne Gore
Mašinski fakultet
Džordža Vašingtona bb, 81000 Podgorica
Tel. +382 20 245 003 i +382 67 349 111; fax: +382 20 245 116
E-mail: bulatovm@yahoo.com; mileta@ac.me

CIP - Каталогизација у публикацији

Централна народна библиотека Црне Горе, Цетиње

ISBN 978-9940-527-24-2 (Mašinski fakultet)
COBISS.CG-ID 20451600

POKROVITELJI KONFERENCIJE
MINISTARSTVO SAOBRAĆAJA I POMORSTVA CRNE GORE
ŽELJEZNIČKI PREVOZ CRNE GORE

SUORGANIZATORI

MINISTARSTVO ODBRANE CRNE GORE
INŽENJERSKA KOMORA CRNE GORE
STRUKOVNA KOMORA MAŠINSKIH INŽENJERA CRNE GORE
ELEKTROPRIVREDA CRNE GORE - Nikšić
MEHANIZACIJA I PROGRAMAT - Nikšić
BRODOGRADILIŠTE BIJELA - Bijela
LUKA BAR - Bar
RUDNIK UGLJA - Pljevlja
STRATUS - Podgorica
WAS-IMPEX - Podgorica

NAUČNI ODBOR

Prof. dr Perović Milan, predsjednik (Crna Gora)
Prof. dr Arsovski Slavko (Srbija)
Prof. dr Babić Živko (BiH)
Prof. dr Banerjee Jayanta (Puerto Rico)
Prof. dr Bulatović Miodrag (Crna Gora)
Prof. dr Čaloska Jasmina (Makedonija)
Prof. dr Janjić Mileta (Crna Gora)
Prof. dr Jovišević Vid (BiH)
Doc. dr Jurković Zoran (Hrvatska)
Prof. dr Kazimierska Marianna (Poljska)
Prof. dr Krivokapić Zdravko (Crna Gora)
Prof. dr Mandić Vesna (Srbija)
Prof. dr Petković Darko (BiH)
Dr Radosavljević Slobodan (Srbija)
Prof. dr Savićević Sreten (Crna Gora)
Prof. dr Soković Mirko (Slovenija)
Dr Šćepanović Spasoje (Srbija)
Prof. dr Šebo Dusan (Slovačka)
Prof. dr Tanović Ljubodrag (Srbija)
Prof. dr Vukčević Milan (Crna Gora)
Prof. dr Vujović Lazo (Crna Gora)

ORGANIZACIONI ODBOR

Prof. dr Miodrag Bulatović, predsjednik
Doc. dr Deda Đelović, potpredsjednik
Mr Ivica Kozulić
Mr Svetlana Pješčić
Mr Zoran Čolović
Dragan Peruničić dipl. inž. el.
Mr Dušan Đurović
Prof. dr Mileta Janjić

PREDGOVOR

Poštovani učesnici Konferencije KODIP – 2012,

Konferencija KOD – KODIP ove godine je X JUBILARNA.

Trenutak je za malu retrospektivu naše Konferencije.

2002 god. Društvo održavalaca sredstava za rad Crne Gore sa Centrom za kvalitet Mašinskog fakulteta iz Podgorice, organizuje I Konferenciju održavanja KOD-2002.

Od 2003 do 2009 godine održano je pet Konferencija KOD na kojima su obrađivani tehničko tehnološki aspekti, ekonomski aspekt i sociološki aspekt održavanja - uticaj na zaštitu životne sredine, uloga i značaj održavanja u sprezi sa značajnim standardima ISO9000, ISO14000, ISO18000, ISO22000. Osnovna tema KOD-2007 bila je "Evropske direktive u procesima održavanja tehničkih sistema" posvećena harmonizaciji tehničkih sistema prema preporukama direktiva EU.

Na KOD-2008 istaknuta je uloga inženjerstva u održavanju i graničnim oblastima, a na KOD-2009 ukazano je na ključnu ulogu održavanja u postizanju energetske efikasnosti.

Organizaciju konferencije KOD-2010 preuzima Savez inženjera Crne Gore, a tema je uloga održavanja u održivom razvoju – tretman otpada i zaštita životne sredine.

2011. god., proširuje se tematska oblast Konferencije na kompleks tema iz PROIZVODNOG INŽENJERINGA, čime se mijenja i naziv u **Konferenciju održavanja i proizvodnog inženjeringa – KODIP**, a u organizaciju se uključuje Kooperativni trening centar Mašinskog fakulteta.

S obzirom na međunarodni sastav naučnog odbora i dugogodišnje učešće autora i koautora iz susjednih država i država Evrope i Svijeta Konferencija dobija MEDUNARODNI karakter.

Ovo je X JUBILARNA Međunarodna konferencija Održavanje i proizvodni inženjering KODIP-2012. sa najviše radova i najvećim brojem učesnika u odnosu na prethodne, što potvrđuje povećanje popularnosti i kvaliteta Konferencije.

Dobro došli na KODIP-2012!

Predsjednik Organizacionog odbora
Prof. dr Miodrag Bulatović



PREFACE

Dear participants of the Conference KODIP -2012,

The conference KOD – KODIP is the 10th jubilee in this year.

This is the moment for a small retrospective of our Conference.

In 2002, Maintainers Society of Montenegro with the Center for Quality of Faculty of Mechanical Engineering in Podgorica, organized the Conference of Maintenance KOD-2002.

From 2003 to 2009 were held five conferences at which were treated the following topics: technical and technological aspects, economic aspects and social aspects of maintenance - the impact on the environment, the role and importance of maintenance in conjunction with the relevant standards ISO9000, ISO14000, ISO18000, ISO22000.

The basic theme of the KOD-2007 was the "European directives in the process of maintenance technical systems" dedicated to the harmonization of technical systems as recommended by the EU directives.

The KOD-2008 appointed role of engineering in the maintenance and frontier areas, and the KOD-2009 appointed important role of maintenance in achieving energy efficiency.

The organization of the KOD-2010 The Union of Engineers of Montenegro is realised, and the topic was the role of maintenance in sustainable development - waste treatment and environmental protection.

In 2011, after eight years, expanding the thematic area of the conference on the complex issue of PRODUCTION ENGINEERING. Its name changed to The Conference of maintenance and production engineering - KODIP, and in organizing includes the Cooperative training center of Faculty of Mechanical Engineering.

Given the international composition of the Scientific Committee and long-term participation of authors and co-authors from neighboring countries and European and World countries, the Conference got an international character.

This is the 10th Jubilee International Conference of Maintenance and Production Engineering KODIP-2012 with the most papers and the largest number of participants from all previous conferences, which confirms the popularity and quality of the conference.

Welcome to KODIP-2012

President of the Organizing Committee
Prof. dr Miodrag Bulatović



PROGRAM I SADRŽAJ

UTORAK, 26.06.2012.

18:00-20:00 Registracija učesnika

SRIJEDA, 27.06.2012.

08:00-10:00 Registracija učesnika

10:00-11:00 Otvaranje konferencije – sala A

Predsjedavajući:

Prof. dr Safet Brdarević, prof. dr Vesna Mandić, prof. dr Jayanta Banarjee,
prof. dr Ljubodrag Tanović, prof. dr Miodrag Bulatović

11:00-12:00 Uvodna izlaganja – sala A

- Prof. dr Miodrag Bulatović
KONFERENCIJA ODRŽAVANJA I PROIZVODNOG INŽENJERINGA –
KODIP CRNA GORA..... 1
- M. Jelić, M. Jevtić
STRATEGIJE ZA IZVRSNE ORGANIZACIJE U
USLOVIMA NEIZVESNOSTI..... 9
- J. Velez Fournier, J. Banerjee
THEORETICAL LIMITS ON BARRELING OF CYLINDERS UNDER
AXISYMMETRIC COMPRESSION 19
- D. Adamović, V. Mandić, M. Stefanović, Z. Jurković, M. Živković, D. Pavletić, M.
Perinić
NUMERICAL AND EXPERIMENTAL ANALYSIS OF THE WALL TENSILE
STRESS IN IRONING..... 23

12:30 Koktel dobrodošlice

13:00-15:00 Izlaganje radova – sala A

Predsjedavajući:

Prof. dr Mustafa Imamović, Prof. dr Jasmina Čaloska, Dr. Krešimir Buntak

- J. Chaloska, Lj. Dudeski, J. Lazarev, M. Ivanov
PROCENA RIZIKA NA RADNOM MESTU U FUNKCIJI POBOLJŠANJA
BEZBEDNOSTI I ZDRAVLJA NA RADU33
- D. Emruli, S. Jašarević, M. Imamović
ODRŽAVANJE - USLOV ZA AKREDITIRANJE ISPITNIH LABORATORIJA
PO STANDARDU BAS EN ISO/IEC 17025/2005.....41
- Lj. Tanović, P. Bojanić, M. Popović, G. Mladenović
MEHANIČKI MIKROOBRADNI PROCESI.....47
- D. Erić, V. Mandić, S. Marković
KONCEPT KONKURENTNOG INŽENJERINGA I ANALIZA EFEKATA
MOGUĆE PRIMENE U TEHNOLOŠKIM PROCESIMA MAŠINSKE
OBRADE DEFORMACIJOM55
- M. Perović, B. Mirković, M. Mikic, M. Mirković
POSTUPAK KVALIFIKACIJE TEHNOLOGIJE SUČEONOG
ZAVARIVANJA ČELIČNIH CIJEVI NA MAGISTRALNOM VODOVODU
CRNOGORSKO PRIMORJE61
- K. Buntak, A. Benčić, I. Droždek
UTJECAJ PRIMJENE QFD METODE NA KVALITETU KONSTRUKCIJE
PROIZVODA S ASPEKTA EKONOMIJE KVALITETE67
- P. Dakić, Ž. Ratković, V. Dakić
OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE SA POSEBNIM OSVRTOM NA
HIDROENERGETSKI POTENCIJAL REPUBLIKE SRPSKE75
- G. Globočki-Lakić, B. Sredanović, S. Borojević, Đ. Čiča, V. Jovišević
ANALIZA OBRADIVOSTI MATERIJALA POMOĆU APLIKATIVNOG
RAČUNARSKOG PROGRAMA81

19:00-20:30 Okrugli stolovi

ČETVRTAK, 28.06.2012.

09:00-11:00 Izlaganje radova – sala A

Predsjedavajući:

Prof. dr Majstorović Vidosav, Judith Winter, Jauković Vljako dipl.ing.maš.

- V. Majstorović
DIGITAL ENGINEERING - CHALLENGES AND OPPORTUNITIES89
- J. Winter
QUALITY SEAL INTERNATIONAL ÖQA ÖSTERREICHISCHE
ARBEITSGEMEINSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER QUALITÄT.....97
- Lj. Radovanović, Ž. Adamović, Ž. Đurić
MERENJE KLJUČNIH INDIKATORA PERFORMANSI
DIJAGNOSTIČKOG ODRŽAVANJA103
- S. Maksimović, S. Todorović
WCM/PROFESIONALNO ODRŽAVANJE – EWO OBRAZAC I
ANALIZA OTKAZA107

• Radosavljević, M. Radosavljević, M. Milovanović KVALITET, RIZIK I RESURSNA EFIKASNOST	113
• L. Vujović, S. Šćepanović ODRŽAVANJE BRODSKIH KOMPRESORSKIH RASHLADNIH UREĐAJA SA POSEBNIM OSVRTOM NA ODRŽAVANJE KOMPRESORA	121
• V. Jauković EFEKTI PRIMJENE SAVREMENIH STRATEGIJA ODRŽAVANJA	127

09:00-11:00 Izlaganje radova – sala B

Predsjedavajući:

Prof. dr Milentije Stefanović, Prof. dr Zoran Jurković, Prof. dr Milan Vukčević

• M. Stefanović, S. Aleksandrović, Đ. Stanojević, D. Adamović, Z. Gulišija, M. Dorđević ECOLOGICAL METAL FORMING TECHNOLOGIES - POSSIBILITIES AND LIMITATIONS	135
• N. Šibalić, M. Vukčević, M. Janjić, S. Savićević PRIMJENA NEKONVENCIONALNOG POSTUPKA ZAVARIVANJA - FSW	143
• M. Vukčević, N. Šibalić, S. Savićević, M. Janjić EKSPERIMENTALNA I POMOĆNA OPREMA KOD PROCESA FSW	153
• M. Janjić, M. Vukčević, S. Savićević, N. Šibalić DETERMINATION OF KINEMATIC PARAMETERS AT FORGING IN OPEN DIE	159
• Brković, B. Prišć, S. Savić, M. Milovanović IMPLEMENTATION OF INFRARED THERMOGRAPHY IN WCM CONCEPT FACTORY	165
• M. Perinić, S. Maričić, Z. Jurković, I. Petković PRIMJENA 3D SKENERA U CAD/CAM PROJEKTIRANJU APPLICATION OF 3D SCANNER IN THE CAD/CAM MODELING	173
• Ž. Turčinović, P. Čosić UTICAJ SMJENSKOG RADA NA ZAPOSLENE	179
• R. Karadžić, D. Petković, M. Šabić, P. Miroslavljević KVALITET ODRŽAVANJA VAZDUHOPLOVA	183

11:30-13:30 Izlaganje radova – sala A

Predsjedavajući:

Prof. dr Jovišević Vid, Dr Injac Nenad, Prof. dr Ivanović Gradimir

• G. Ivanovic, S. Stevovic COMPROMISE SOLUTION ACCORDING TO RELIABILITY AND COST OF A COMPLEX TECHNICAL SYSTEM	191
• N. Injac TPM, STANJE I DALJNI RAZVOJ	197
• V. Jovišević, S. Borojević, G. Globočki-Lakić, B. Sredanović USAGLAŠAVANJE JEDNOOSOVINSKIH TRAKTORSKIH PRIKOLICA SA ZAHTJEVIMA DIREKTIVA I STANDARDA EU	203
• B. Milivojević, D. Rajković, S. Đurđević UPRAVLJANJE MERNOM OPREMOM U LABORATORIJSKOJ DIJAGNOSTICI DOMA ZDRAVLJA	211

- M. Stanić, M. Blagojević
PREGLED IZMENA U STANDARDU ISO 19011217
- Z. Cekic, N. Surlan
PROJECT MANAGEMENT – DEFINING DESIGN BRIEF OF THE PROJECT
THROUGH VALUE STUDY PROCESS223
- Z. Todorović
INDIKATORI EKOLOŠKOG MENADŽMENTA-
EKOMENADŽMENT MJERENJE NIVOA ODRŽIVOG RAZVOJA.....229

11:30-13:30 Izlaganje radova – sala B

Predsjedavajući:

Prof. dr Danilo Nikolić, Doc. dr Radoje Vujadinović, Mr Dušan Đurović

- S. Todorović, S. Maksimović
SAVREMENI SISTEMI ZA HLAĐENJE PROIZVODNIH PROCESA –
PRIMER «FIAT AUTOMOBILI SRBIJA»241
- S. Brakočević, R. Vujadinović
OCJENA UTICAJA INTERVENCIJA ODRŽAVANJA NA ENERGETSKU
EFIKASNOST VOZNOG PARKA247
- Z. Đukić
INOVACIJE KOD MOTORNIH VOZILA U CILJU SMANJENJA ZAGAĐENJA
ŽIVOTNE SREDINE253
- Milosavljević, S. Petronić, S. Polić – Radovanović, I. Nešić, P. Drobnjak
PRIMENA SAVREMENIH TEHNIKA ISPITIVANJA U CILJU
IDENTIFIKOVANJA DEFEKATA U STRUKTURI
SUPERLEGURA ŽELEZA261
- S. Radosavljević, M. Milovanović, M. Radosavljević, M. Minić
SAVREMENI PRISTUPI MENADŽMENTA ODRŽAVANJA U INDUSTRIJI,
PRIVATNO PREDUZETNIŠTVO I RIZIK267
- D. Đurović
ODRŽAVANJE I EFEKTIVNOST GRAĐEVINSKE MEHANIZACIJE275
- J. Šušić, D. Nikolić
PRIMJENA EMULGOVANOG GORIVA NA SMANJENJE NO_x I ČADI KOD
BRODSKIH MOTORA283

15:00-19:00 Izlet brodom

20:30 Svečana večera

09:00-11:00 Izlaganje radova – sala A

Predsjedavajući:

Prof. dr Ljubodrag Tanović, Prof. dr Vesna Mandić, Prof. dr Krsto Mijanović

- J. Лазарев, J. Чалоска, Г. Иваноска
ИСТРАЖУВАЊЕ НА ОБРАБОТЛИВОСТА НА НИСКОЈАГЛЕРОДНИ
ЛАДНО ВАЛАНИ ЧЕЛИЧНИ ЛИМОВИ.....291
- B. Naumovska, J. Čaloska, R. Polenaković
OPTIMALNO DIZAJNIRANJE RADNOG MESTA ZA LICA SA
INVALIDITETOM299
- G. Mladenović, M. Popović, Lj. Tanović
MODELIRANJE, PRORAČUN I ISPITIVANJE REŠETKASTE KROVNE
KONTRUKCIJE.....307
- S. Mandić, S. Mandić
ZAMJENA KONVEKTIVNOG PREGRIJAČA PRIMARNE PARE NA
KOTLOVSKOM POSTROJENJU TERMoeLEKTRANE GACKO315
- Lj. Ilić, O. Zorić, M. Ilić
IZBOR BAGERA U ZAVISNOSTI OD GEOMEHANIČKIH
KARAKTERISTIKA LEŽIŠTA323
- K. Mijanović
DJELOVANJE INŽENJERA SA ASPEKTA OKOLINSKE ETIKE.....331

9:00-11:00 Izlaganje radova – sala B

Predsjedavajući:

Prof. dr Darko Bajić, Prof. dr Mladen Perini, Špiro Ivošević

- M. Imamović, Š. Goletić, S. Jašarević
UTICAJ TEHNOLOGIJE PROIZVODNJE GVOŽĐA NA
STANJE ŽIVOTNE OKOLINE.....337
- D. Gligorić
PREDIKTIVNO ODRŽAVANJE SREDNJENAPONSKE I NISKONAPONSKE
OPREME PROIZVOĐAČA SCHNEIDER ELECTRIC343
- Z. Đukić
FILTER ZA ČESTICE ČAĐI KOD DIZEL MOTORA347
- Samardžić, D. Bajić, T. Vuherer, A. Stoić, D. Kozak, M. Duspara
ACCELERATED INVESTIGATION OF WELDABILITY BY WELD
THERMAL CYCLE SIMULATION355
- D. Bajić, I. Samardžić, B. Despotović, D. Šarančić, T. Marsenić
NOVI POSTUPCI ELEKTROLUČNOG ZAVARIVANJA.....365
- Š. Ivošević, S. Bauk, R. Gagić
ANALIZA ODRŽAVANJA ZASNOVANOG NA RIZIKU KOD STARIH
BRODOVA U EKSPLOATACIJI373

11:30-13:00 Izlaganje radova – sala A

Predsjedavajući:

Prof.dr Glabočki-Lakić Gordana, mr Perović Milenko, dr Radosavljević Slobodan

- J. Velez Fournier, J. Banerjee
PROBLEMS OF HEAT, MASS AND MOMENTUM TRANSFER IN
MANUFACTURING PROCESSES: A BRIEF REVIEW383
- M. Perović, B. Jeremić, P. Todorović, U. Proso
TERMOGRAFSKA ANALIZA PROCESA ZAVARIVANJA TRENJEM
MIJESANJEM VISOKOCVRSTE LEGURE ALUMINIJUMA SLOZENOG
FAZNOG SASTAVA.....397
- S. Radosavljević, M. Radosavljević, M. Milovanović
RIZIK KOD SISTEMA ZA PRAĆENJE KVALITETA UGLJA.....405
- D. Pavletić, T. Bukša, M. Forempoher Škuver
PRIMJENA PLANIRANJA POKUSA KOD OPTIMIRANJA PROCESA
TOPLOG POCINČAVANJA U PROIZVODNIM UVJETIMA413
- Ž. Babić
GRANIČNA DEFORMABILNOST LASERSKI ZAVARENIH LIMOVA
RAZLIČITE DEBLJINE.....421
- J. Micevska, S. Sidorenko
IS THERE NEED ON THE MARKET FOR FULLY PERSONALIZED
WHEELCHAIR?.....427

13.00-14.00 ZAVRŠNE DISKUSIJE - ZATVARANJE KODIP 2011 – sala A

Predsjedavajući:

Prof. dr Miodrag Bulatović, doc. dr Deda Đelović, prof. dr Mileta Janjić

K. Buntak¹, A. Benčić², I. Droždek³UTJECAJ PRIMJENE QFD METODE NA KVALITETU
KONSTRUKCIJE PROIZVODA S ASPEKTA
EKONOMIJE KVALITETE*Rezime*

Uz kvalitetu u smislu korisnosti proizvoda važnu ulogu ima i upravljanje učinkovitošću procesa realizacije proizvoda sa stalnom tendencijom optimiranja troškova kako bi se postigla konkurentna i prihvatljiva cijena za kupca. Uz konkurentnu cijenu važno je da i proizvođač osigura dovoljna financijska sredstva za osiguranje trajnog i stabilnog razvoja. Taj odnos i razmjena između kvalitete i troškova područje je ekonomije kvalitete i učinkovitosti poslovanja. Proces transformacije želja i potreba potrošača u konkretni proizvod naziva se ciklus kvalitete. U funkciji pokretanja ciklusa kvalitete značajnu ulogu ima QFD metoda koja je neizostavan alat kvalitete prilikom razvoja i konstrukcije proizvoda.

1. UVOD

Dugi niz godina je u području proizvodnje prevladavao pristup kojim se preferirala kvantiteta tj. obujam, odnosno količina proizvodnje. Preferirajući ekonomiju obujma proizvodnje kvaliteta je često bila u drugom planu i zanemarivana, te se utvrđivala inspekcijom (kontrolom) na kraju proizvodnog procesa kada je to već kasno. Takav pristup je prevladavao do 40 tih godina prošlog stoljeća. Tada se po prvi put počinju primjenjivati statističke metode i statistička kontrola kvalitete zahvaljujući američkom stručnjaku W.A. Shewartu, čija je metoda PDCA (Plan-Do-Check-Act) kruga nazvana kao Shewartov ciklus i danas glavni pokretač i inicijator stalnog poboljšanja sustava kao jednog od temeljnih zahtjeva sustava upravljanja kvalitetom. Kvaliteta tako iz odjela kvalitete prelazi u sve dijelove organizacije, pa i dalje od toga, izdižući se istodobno do vrhovnog menadžmenta i postajući strateškim ciljem suvremenog poduzeća koji ima prioritet, a što je pretpostavka da je kvaliteta mogla postati prioritetom konkurentnosti.⁴ Pritom je ključ postizanja konkurentne prednosti interes potrošača za proizvodom na ciljanom tržištu, budući analizirajući definicije kvalitete s tog aspekta kvaliteta se definira kao usklađenost proizvoda sa zahtjevima potrošača koja u konačnici rezultira pogodnošću proizvoda za uporabu. Upravo taj aspekt zahtjeva kvalitetan pristup u ranoj fazi prilikom razvoja i konstrukcije proizvoda, a omogućava i zadovoljstvo svih ostalih zainteresiranih strana kroz efikasnost i efektivnost procesa realizacije tog istog proizvoda. U okviru ovog rada analiziran je utjecaj primjene QFD metode na kvalitetu

¹ dr.sc.Krešimir Buntak, Veleučilište u Varaždinu, kresimir.buntak@inet.hr

² dr.sc.Antun Benčić, Zagreb, antun.bencic@inet.hr

³ Ivana Droždek univ.spec.occ., Veleučilište u Varaždinu, ivana.drozdek@velv.hr

⁴ Skoko H., Upravljanje kvalitetom, Sinergija, Zagreb, 2000, str.17

konstrukcije, time i na poslovanje organizacije, posebno ističući taj odnos kroz područje ekonomije kvalitete.

2. KVALITETA KONSTRUKCIJE PROIZVODA I EKONOMIJA KVALITETE

2.1 Kvaliteta i konkurentnost

Iako je poslijeratno razdoblje (nakon II. Svjetskog rata) još jedno vrijeme preferirao pristup obujma proizvodnje iz opravdanih razloga poslijeratne nestašice, prilike su se postupno mijenjale i kvaliteta je dobivala sve značajniju ulogu. Dobar primjer je gospodarstvo Japana čija je strategija primjene kvalitete ozbiljno uzdrmala američko gospodarstvo uljuljano u dotadašnjoj superiornosti i osigurala konkurentnost japanskog gospodarstva i proizvoda na svjetskom tržištu, te je sedamdesetih godina preteklo sve svoje dotadašnje konkurente (slika 2.1). Na taj način pokrenuto je razdoblje konkurencije kvalitetom koje se nije zaustavilo samo na proizvodu, već i na procesima i cjelovitoj organizaciji, čime se došlo do koncepta totalne, potpune kontrole kvalitete koja je bila preteča novoj filozofiji potpunog upravljanja kvalitetom.



Slika 2.1 Nova konkurencija u kvaliteti¹

Ključ postizanja konkurentne prednosti je interes potrošača za proizvodom na ciljanom tržištu, budući analizirajući definicije kvalitete s tog aspekta kvaliteta se definira kao usklađenost proizvoda sa zahtjevima potrošača koja u konačnici rezultira pogodnošću proizvoda za uporabu. Kvalitetu proizvoda promatramo kroz više dimenzija, odnosno značajki proizvoda koje pridonose kvaliteti kako ju je percipirao potrošač. Značajke kvalitete možemo svrstati u tri osnovne skupine:²

1. značajke koje određuju funkcionalnost proizvoda
2. značajke koje određuju pouzdanost i trajnost proizvoda
3. značajke koje čine hedonistički dodatak proizvodu.

¹ Prilagođeno prema Juran, M.J.: Kvalitet proizvoda – recept za zapad (prijevod), Kvalitet i pouzdanost, Beograd, Vol.X, 1982, No.1, str.44

² Skoko H., op.cit., str.30

2.2 Utjecaj poboljšanja kvalitete na porast profita

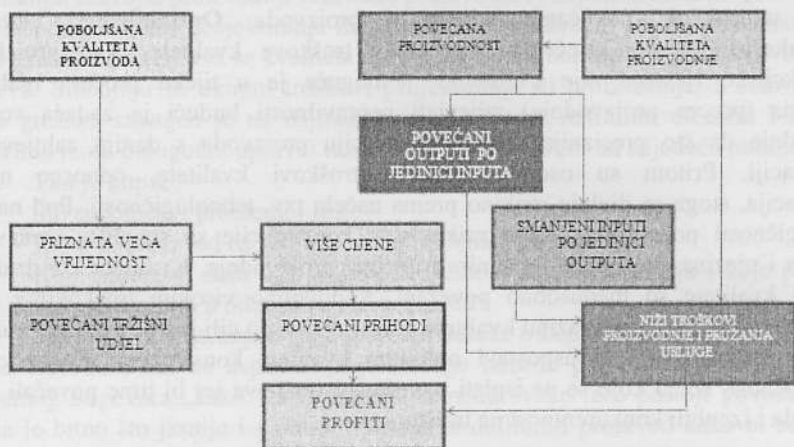
Temeljni cilj svake Uprave i menadžera je produktivno i konkurentno upravljanje, odnosno upravljati u funkciji ekonomske vrijednosti proizvodnosti. Budući se danas sve više prihvaća i ekonomska vrijednost kvalitete interesantno je analizirati utjecaj kvalitete i proizvodnosti na profitabilnost koja je funkcija prihoda i rashoda. Temeljna definicija profita glasi:

$$\text{PROFIT} = \text{PRIHODI} - \text{RASHODI}$$

i ukazuje na to da se profit ostvaruje kada su prihodi veći od rashoda, odnosno troškova. Pritom promjena bilo kojeg od nabrojanih čimbenika može dovesti do promjene profita:

- prodajna cijene
- količina izrađenih i prodanih proizvoda
- jedinični troškovi resursa
- količina resursa utrošenih po jedinici outputa

Ako tijekom procesa realizacije proizvoda dođe do rasta cijene materijala ili nekih drugih resursa, neminovno će se morati primijeniti strategija neutralizacije porasta troškova. To se može postići podizanjem cijene proizvoda, što može utjecati na smanjenje potražnje čime direktno utječemo na prihode, a i profit. Druga je alternativa povećanje outputa po jedinici upotrebe inputa (resursa), odnosno smanjiti inpute po jedinici outputa (time se postiže povećanje proizvodnosti). Alternativni pristup održavanju ili povećanju profita je poboljšanje kvalitete proizvoda, što može biti objektivna pretpostavka za porast cijena ili povećanja tržišnog udjela. Iz tog se može zaključiti da je profitabilnost osjetljiva na promjene u proizvodnosti i kvaliteti proizvoda. Sama proizvodnost ovisi o poboljšanju kvalitete proizvodnje i proizvodnih procesa kroz smanjenje škartu i popravaka, a time se dolazi do snižavanja proizvodnih troškova i povećanja profita (slika 2.2)



Slika 2.2 Ekonomski utjecaji proizvodnosti i kvalitete

3. EKONOMIJA KVALITETE

U današnjem poslovanju važno je osiguranje zadovoljstva potrošača, posebno s aspekta osiguranja visoke kvalitete uz prihvatljivu cijenu. Uz sve to ključno je uspostaviti ravnotežu u usklađivanju interesa ne samo proizvođača i potrošača, već svih zainteresiranih strana. To znači da je uz kvalitetu u smislu korisnosti proizvoda važno i upravljanje učinkovitošću procesa realizacije proizvoda sa stalnom tendencijom optimiranja troškova kako bi se postigla konkurentna i prihvatljiva cijena za kupca. Uz konkurentnu cijenu važno je da i proizvođač osigura dovoljna financijska sredstva za osiguranje trajnog i stabilnog razvoja. Taj odnos i razmjena između kvalitete i troškova područje je ekonomije kvalitete i učinkovitosti poslovanja¹.

3.1 Ciklus nastajanja kvalitete proizvoda

Za ocjenu kvalitete proizvoda bitan je kriterij potrošača, te će odgovor na pitanje koliko je ona dobra ovisiti o tome koliko je njome zadovoljena neka od njegovih raznovrsnih potreba, a sama ocjena korisnosti za uporabu je relativan pojam koji varira od potrošača do potrošača². Iz tog razloga proces nastajanja kvalitete proizvoda započinje s identifikacijom želja i potreba potrošača i nastaje u nekoliko faza tijekom kojih ih proizvođač implementira u specifikacije i standarde koji su bitan sastavni dio projekta i konstrukcije budućeg proizvoda. Proces transformacije želja i potreba potrošača u konkretni proizvod naziva se ciklus kvalitete koji je shematski prikazan na slici 3.1.³ U nastojanju da se izrade što kvalitetniji proizvodi, nužna je stalna interakcija potrošača, odnosno tržišta, marketinga, projektiranja i proizvodnje, kao i ostalih funkcija u poduzeću, koje svaka na svoj način pridonose tom zajedničkom zadatku⁴. Iz tog razloga u nastavku se razmatra kvaliteta konstrukcije.

3.2. Ekonomija kvalitete konstrukcije

Ekonomiji kvalitete konstrukcije vezana je uz optimalizaciju kvalitete konstrukcije, vrijednost proizvoda u tehnno-ekonomskom smislu i računalom podržano oblikovanje i njegov utjecaj na povećanje vrijednosti proizvoda. **Optimalizacija kvalitete konstrukcije** direktno utječe na razinu i troškove kvalitete. Ako projektno i konstrukcijsko rješenje nije kvalitetno, nemoguće je u tijeku procesa realizacije proizvoda (proces proizvodnje) mijenjati nepravilnosti budući je zadaća voditelja proizvodnje da što preciznije uskladi realizaciju proizvoda s danim zahtjevima u specifikaciji. Pritom su osobito značajni troškovi kvalitete, odnosno njihova optimizacija, stoga se djeluje striktno prema načelu tzv. tehnoločnosti. Pod načelom tehnoločnosti podrazumijeva se prikladnost konstrukcije sa stajališta proizvodnih troškova i njezina prilagođenost danim uvjetima proizvodnje. Kvaliteta konstrukcije i troškovi kvalitete su međusobno povezani. S dovoljno visokim troškovima uvijek je moguće osigurati visoku razinu kvalitete konstrukcije, no cilj je optimizirati kvalitetu i troškove na način da se uspostavi optimum kvalitete konstrukcije, s obzirom na ekonomičnost, iznad koje se ne isplati povećavati troškove jer bi time povećali cijenu proizvoda i izgubili konkurentnost na tržištu.

¹ Skoko H., op.cit. str.41

² Ibid., str. 42

³ Schroeder, R.G.: Upravljanje proizvodnjom, Odlučivanje u funkciji proizvodnje, četvrto izdanje (prijevod), MATE, Zagreb, 1999, str. 96

⁴ Skoko H., op.cit. str.44

Vrijednost proizvoda u tehno-ekonomskom smislu i njegov funkcionalni odnos dao je A.Đurašević¹ kroz oblik: **Vrijednost proizvoda = f** (funkcionalnost, tehnološkičnost, eksploataбилnost, uvjeti tržišta). Vrijednost proizvoda je pogodan okvir i dobra analitička osnova za istraživanje ekonomije kvalitete, odnosno njezinu optimizaciju u dinamičkom smislu, posebno stoga što su vidljivi i činitelji na koje se može i treba djelovati u svrhu njezina maksimalnog povećanja.² Analiza vrijednosti, odnosno inženjering vrijednosti je metoda razvijena i tehnika djelovanja prema povećanju vrijednosti proizvoda. Ona eliminira sve što uzrokuje troškove, a ne pridonosi funkciji, odnosno vrijednosti proizvoda. Važna je spoznaja da se već u procesu oblikovanja proizvoda donose odluke kojima se određuje više od 75% ukupnih troškova proizvodnje, a prema Blanchardu³ je to čak između 90 i 95%.

4. METODA QFD I NJEN ZNAČAJ ZA RAZVOJ I KVALITETU KONSTRUKCIJE PROIZVODA

Autor metode je japanac Yoki Akao. Primijenio ju je 1970. godine u brodogradilištu "Mitsubishi". Metoda se je počela primjenjivati i u drugim granama industrije. Naziv metode je akronim engleskih riječi „Quality Function Development“, a grubo se prevodi „raspoređivanje funkcija kvalitete“ ili „planiranje kvalitete usmjerenjem na zahtjeve kupaca“. Najveći je značaj ove metode usmjerenost na kupca i zadovoljavanje njegovih potreba, visokom kvalitetom proizvoda, kao i vizualizacija grafičkim i tabelarnim prikazima najznačajnijih informacija, koje su potrebne pri dizajniranju, razvoju, proizvodnji i montaži proizvoda. Primjenom metode QFD bitno se može smanjiti vrijeme projektiranja ili poboljšanja proizvoda, smanjuje se mogućnost pojave grešaka, poboljšava se kvaliteta proizvoda i nudi onakva kvaliteta kakvog kupac zahtijeva. Smanjuju se ukupni troškovi projektiranja ili proizvodnje, a sam rizik od pojave grešaka smanjen je na najmanju mjeru. Proces definiran ulaznim i izlaznim zahtjevima mora omogućiti upravi i razvojnom timu odgovor na slijedeća pitanja:

- Tko je kupac?
- Što su kupčevi problemi i želje?
- Kako će proizvod riješiti kupčeve probleme / potrebe?
- Koje prednosti nudi naš proizvod u odnosu na konkurenciju i koje prednosti ima konkurencija u odnosu na naš proizvod?
- Što je najvažnije kupcu pri donošenju odluke o kupovini?

Ova se metoda svodi na uspostavljanje relacije između postavljenog pitanja „što“ i adekvatnog odgovora „kako“ to realizirati. Između svake faze postoji povratna veza. Veoma je bitno što jasnije i s puno informacija definirati proizvod kako bi se mogao



Slika 4.1. Matrica kuće kvalitete

¹ Đurašević, A.: Razvijanje proizvoda i unapređenje proizvodnje, Važni dijelovi općeg procesa usavršavanja; separat, Zagreb, str. 21-26 i 29-30.

² Skoko, H., op.cit., str.52

³ Blanchard, B.S.: Design and Manage to Life-Cycle Cost (Portland, Ore.:M/A Press, 1978), prema Cooper, R.: When LEAN Enterprises Collide, Competing through Confrontation, Harvard Business School Press, Boston, Massachusetts, 1995, str. 131.

uspješno realizirati. Srce QFD je višestruka matrica koja se u literaturi često naziva «kuća kvalitete». «Kuća kvalitete» izgrađena je iz šest međusobno povezanih matrica kako je prikazano na slici 4.1. QFD je strukturni pristup definiranja potreba ili zahtjeva kupca i njihovo prevođenje u posebne proizvodne planove kako bi se ti zahtjevi ispunili. QFD metodologija se temelji na sustavnom inženjerskom pristupu, a provodi se u četiri faze (slika 4.2):

- *Faza 1: Planiranje proizvoda* - prevodi zahtjeve kupca u karakteristike proizvoda
- *Faza 2: Razvoj proizvoda* - prevodi karakteristike proizvoda u karakteristike dijelova
- *Faza 3: Razvoj procesa* - prevodi karakteristike dijelova u kritične parametre procesa
- *Faza 4: Planiranje proizvodnje* – prevodi kritične parametre procesa u postupke.

U matrici planiranja proizvoda (slika 4.3), u polju „zahtjevi korisnika“ upisuje se „glas kupca“, tj kupčevi zahtjevi. U polju tehničke značajke upisuju se tehničke značajke proizvoda koje ako budu ostvarene ispunjavaju zahtjeve kupca. Pomoću simbola u polju međusobni odnosi opisuju se odnosi između zahtjeva kupca i tehničkih značajki proizvoda.



Slika 4.2. Faze u provedbi QFD metode

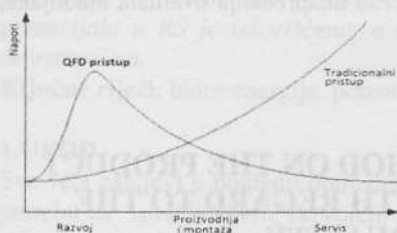
Tehničke korelacije između značajki proizvoda označavaju se oznakama pozitivne ili negativne korelacije. Planska matrica uspoređuje ispunjenje zahtjeva kupaca naših dosadašnjih proizvoda i konkurencije. Tehnička matrica opisuje ciljne vrijednosti za svaku tehničku značajku proizvoda i usporedbu s konkurencijom. Zbrajanjem koeficijenata po stupcima dobiju se koeficijenti važnosti svake značajke proizvoda. Značajke s najviše bodova su kritične i prenose se u matricu razvoja proizvoda. Izlaz iz matrice razvoja su kritični sklopovi koji se prenose u matricu razvoja procesa. Izlaz iz ove matrice su ključni proizvodni procesi koji se prenose u matricu planiranja proizvodnje gdje se definiraju procesni postupci, kontrolne točke i metode kontrole procesa.



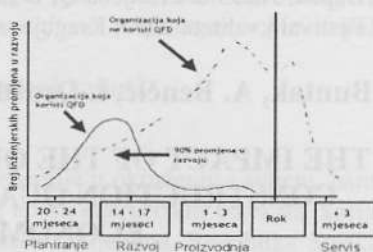
Slika 4.3. Matrica planiranja proizvoda

4.1 Prednosti i ograničenja QFD metode

QFD matrice su dobar komunikacijski alat u svakom procesnom koraku, međutim matrice su ipak samo sredstvo, a ne kraj postupka. Stvarna vrijednost QFD je u procesima komunikacije i donošenja odluke. QFD je orijentiran prema uključivanju članova tima iz različitih odjela i profesija u planiranju i razvoju proizvoda. Organizacije koje primjenjuju QFD metodu u razvoju proizvoda većinu napora ulažu u fazi razvoja, a zatim napor naglo opadaju u fazi proizvodnje, montaže i servisa. Tradicionalnom pristupu, naprotiv, napor raste od razvoja preko proizvodnje, montaže i servisa (slika 4.4). U tradicionalnom pristupu u kasnijim se fazama otkrivaju novi i novi propusti. Potrebno je vršiti promjene u proizvodu i procesu. Kad se promatra broj inženjerskih promjena po fazama planiranje, razvoj, proizvodnja i servis dolazi se do zaključka kako organizacija koja primjenjuje QFD metodu razvoja proizvoda oko 90% promjena obavi u fazi razvoja. Organizacija koja ne primjenjuje QFD metodu većinu promjena obavi u fazi proizvodnja pa čak i u fazi servisa, odnosno podrške kupcu (slika 4.4).



Slika 4.4. Krivulja uloženog napora u organizacijama koje primjenjuju i ne primjenjuju QFD metodu



Slika 4.5. Broj inženjerskih promjena u organizacijama koje primjenjuju i ne primjenjuju QFD

5. ZAKLJUČAK

Ključ postizanja konkurentne prednosti je interes potrošača za proizvodom na ciljanoj tržištu, budući analizirajući definicije kvalitete s tog aspekta kvaliteta se definira kao usklađenost proizvoda sa zahtjevima potrošača koja u konačnici rezultira pogodnošću proizvoda za uporabu. Na taj način se kroz razvoj i konstrukciju utječe direktno na poslovanje poduzeća iz eko ekonomskog rakursa posebno ako se težište daje na kvalitetu konstrukcije proizvoda. U funkciji kvalitete proizvoda značajnu ulogu ima QFD metoda čiji je krajnji cilj usmjerenost na kupca i zadovoljavanje njegovih potreba visokom kvalitetom proizvoda, kao i vizualizacija grafičkim i tabelarnim prikazima najznačajnijih informacija, koje su potrebne pri dizajniranju, razvoju, proizvodnji i montaži proizvoda. QFD pristup razvoju proizvoda i proizvodnom procesu pokazao se kao dobar komunikacijski alat unutar tima zaduženoga za razvoj novog proizvoda. Ugradnjom „glasa kupca“ proizvod zadovoljava kupčeve zahtjeve, želje i očekivanja. Metoda omogućuje brzu adaptaciju na promjenu zahtjeva tržišta. U nekim je slučajevima smanjeno vremensko trajanje razvoja i do 50%. Takav koncept i filozofija u potpunosti je u skladu sa zahtjevima familije normi ISO 9000 ff.

6. LITERATURA

- [1] Skoko H., Upravljanje kvalitetom, Sinergija, Zagreb, 2000
- [2] Juran, M.J.: Kvalitet proizvoda – recept za zapad (prijevod), Kvalitet i pouzdanost, Beograd, Vol.X, 1982.
- [3] Schroeder, R.G.: Upravljanje proizvodnjom, Odlučivanje u funkciji proizvodnje, četvrto izdanje (prijevod), MATE, Zagreb, 1999.

- [4] Đurašević, A.: Razvijanje proizvoda i unapređenje proizvodnje, Važni dijelovi općeg procesa usavršavanja; separat, Zagreb
- [5] Blanchard, B.S.: Design and Manage to Life-Cycle Cost (Portland, Ore.:M/A Press, 1978), prema Cooper, R.: When LEAN Enterprises Collide, Competing through Confrontation, Harvard Business School Press, Boston, Massachusetts, 1995.
- [6] Bjørn Andersen: Business Process Improvement Toolbox, ASQ Quality Press, Milwaukee, Wisconsin, 1999.
- [7] Ivica Oslić: Kvaliteta i poslovna izvrsnost, Pristup i modeli, M.E.P. Consult, Zagreb, 2008.
- [8] Vulatović i dr., Metode i tehnike unapređenja procesa rada, Statističke, inženjerske, menadžerske, IIS Istraživački tehnološki centar, Novi Sad, 2003
- [9] T. Babić: QFD (Quality Function Deployment), Klub kvalitete, CSU, 2009.
- [10] Benčić: Rješavanje problema i donošenje odluka, Modul 4, OSKAR, 2007.
- [11] Nikolić, Tucović, Petridis, Živanović: Primjena QFD u procesu unapređenja kvaliteta aksijalnog ležaja, IMK-14. Istaživanje i razvoj, godina XV, broj 32. 2009.
- [12] Đapan, Aleksić: Primjena QFD metode u procesu unapređenja kvaliteta hladnjaka, Festival kvaliteta 2007, Kragujevac, 2007.

K. Buntak, A. Benčić, I. Droždek

THE IMPACT OF THE QFD METHOD ON THE PRODUCT CONSTRUCTION QUALITY WITH REGARD TO THE ECONOMICS OF QUALITY

Abstract

In terms of the product usefulness, besides quality, the management of the product realization process efficiency plays an important role, with constantly optimizing the cost to achieve a competitive and acceptable price for the buyer. It is also important that the manufacturer besides the competitive price provides sufficient financial resources to ensure a lasting and stable development. This relationship and exchange between quality and cost is an area of the economics of quality and efficiency of business. The process of transforming consumers' desires and needs into a concrete product is called the cycle of quality. The QFD method, which is an indispensable quality tool in the process of developing and constructing a product, has a significant role in the function of starting the cycle of quality.