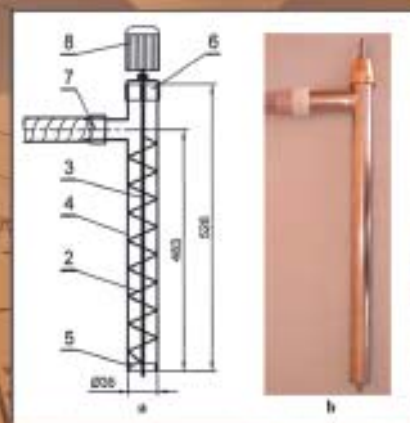
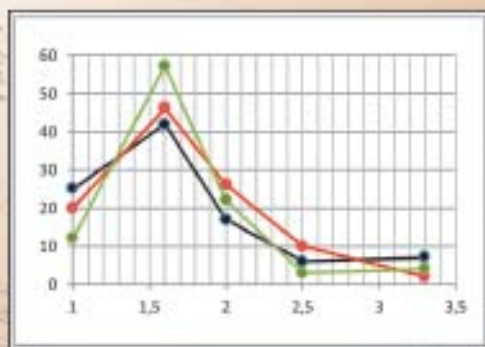


Tehnički Glasnik

Technical Journal



TEHNIČKI GLASNIK TECHNICAL JOURNAL

Znanstveno-stručni časopis Veleučilišta u Varaždinu
Scientific professional journal of Polytechnic of Varaždin

Godište (Volume) 7
Varaždin, ožujak (March) 2013.

Broj (Number) 1
Stranica (Pages) 1-96

Adresa uredništva (Address of Editorial Office):

Veleučilište u Varaždinu – Tehnički glasnik
J. Križanića 33, HR-42000 Varaždin, Hrvatska;
Tel. ++385/ 42/ 493 328, Fax. ++385/ 42/ 493 333
e-mail: casopis@velv.hr
http://www.velv.hr/main/o_nama/knjiznica/tehnicki_glasnik

Osnivač i izdavač (Founder and Publisher):

Veleučilište u Varaždinu

Savjet časopisa (Council of Journal):

Predsjednik Marin MILKOVIĆ (VELV Varaždin), član Milan KLJAJIN (SF Slavonski Brod), član Ante ČIKIĆ (VTŠ Bjelovar), član Krešimir BUNTAK (MS Koprivnica), član Živko KONDIĆ (VELV Varaždin)

Urednički odbor (Editorial Board):

Marin MILKOVIĆ, Živko KONDIĆ, Damir VUSIĆ, Ivan ŠUMIGA, Marko STOJIC, Goran KOZINA (VELV Varaždin); Krešimir BUNTAK (MS Koprivnica); Duško PAVLETIĆ i Branimir PAVKOVIĆ (TF Rijeka); Božo SOLDI (GTF Varaždin); Nikola MIRVAC i Igor ZJAKIĆ (GF Zagreb); Biserka RUNJE i Krešimir GRILEC (SF Zagreb); Ivan SAMARDŽIĆ, Dražan KOZAK, Leon MAGLIĆ (SF Slavonski Brod); Ante ČIKIĆ (VTŠ Bjelovar); Darko DUKIĆ (Sveučilište u Osijeku, Odjel za fiziku); Ante STOJIC (VELSB Slavonski Brod); Srdan MEDIĆ (VELK Karlovac); Goran BELAMARIĆ (TV Zagreb); Mijo VRHOVSKI (VERN Zagreb)

Međunarodni urednički savjet (International Editorial Council):

Boris TOVORNIK (UM FER Maribor); Nenad INJAC (KPH Wien/Krems); Džafer KUDUMOVIC (MF Tuzla); Marin PETROVIĆ (MF Sarajevo); Salim IBRAHIMEFENDIĆ (KF Kiseljak); Zoran LOVREKOVIĆ (VTŠ Novi Sad); Tomáš HANÁK (Brno University of Technology, Czech Republic); Aleksandr VIKTOROVIĆ, Klimentko Evgenij VLADIMIROVIĆ (Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Ukraine)

Glavni urednici (Editors-in-Chief):

Živko KONDIĆ, Marin MILKOVIĆ

Tehnički urednici (Technical Editor):

Milan KLJAJIN, Džafer KUDUMOVIC, Goran KOZINA

Grafički urednik (Graphics Editor):

Dean VALDEC

Tajništvo (Secretary Office):

Maja GOTAL

Lektori i prevoditelji (Linguistic Advisers and Translators):

Ivana GRABAR, Ivana JURKOVIĆ (za engleski jezik)
Ljiljana ŠARAC (za hrvatski jezik)

Informatička podrška (IT support):

Davor LEVANIĆ

Svi objavljeni članci u časopisu su recenzirani (All papers published in journal have been reviewed)

Časopis je besplatan i izlazi u četiri broja godišnje (The journal is free and published four issues per year)

Naklada (Circulation): 150 primjeraka (issues)

Časopis je referiran u (Journal is referred in):

EBSCOhost Academic Search Complete
Hrčak - Portal znanstvenih časopisa RH

Rukopisi se ne vraćaju (Manuscripts are not returned)

Registracija časopisa (Registration of journal):

Časopis "Tehnički glasnik" upisan je u Upisnik HGK o izdavanju i distribuciji tiska 18. listopada 2007. godine pod rednim brojem 825.

Uređenje zaključeno (Preparation ended):

Ožujak (March) 2013.

SADRŽAJ

CONTENT

UVODNA RIJEČ PREFACE	III
<i>Vukelić J., Ćosić J., Stepanić J.</i> ISPITIVANJE OSJETLJIVOG BAROMETARSKOG VISINOMJERA TESTING OF SENSITIVE BAROMETRIC ALTIMETER	1
<i>Jurčević D., Petrović I.</i> AUTOMATIZIRANO UPRAVLJANJE CRPNOM STANICOM AUTOMATION OF SEWAGE PUMPING STATION	8
<i>Hozdić E., Jurković M.</i> ODREĐIVANJE SNAGE I ODABIR PUMPI ZA PUMPNU STANICU OTPADNIH VODA VELIKA KLADUŠA DETERMINATION OF POWER AND PUMP SELECTION FOR WASTEWATER PUMPING STATION VELIKA KLADUŠA	13
<i>Čikić A., Švoger S.</i> DOPRINOS RAZVOJU UREĐAJA ZA PREPUMPAVANJE VISOKOVISKOZNIH MEDIJA A CONTRIBUTION TO THE DEVELOPMENT OF DEVICE FOR TRANSFERRING HIGH VISCOSITY MEDIA	20
<i>Čehajić N.</i> 3D MODELIRANJE ZAŠTITNE NAVLAKE, DEKORATIVNOG POKLOPCA, DRŽAČA RUČICE I RUČICE AUTOMOBILSKOG MJENJAČA 3D MODELLING OF PROTECTIVE CASING, DECORATIVE COVER, SHIFT LEVER HANDLER AND SHIFT LEVER OF CAR GEARBOX	25
<i>Pašić M.</i> REGULACIJA TEMPERATURE VODE U KADI ZA PRANJE MASNIH DIJELOVA TEMPERATURE REGULATION IN THE BATH WATER FOR WASHING GREASY PARTS	31
<i>Kondić V., Horvat M., Maroević F.</i> PRIMJENA DIJAGNOSTIKE KAO OSNOVE ODRŽAVANJA PO STANJU NA PRIMJERU MOTORA OSOBNOG AUTOMOBILA THE APPLICATION OF DIAGNOSTICS AS THE BASIS FOR CONDITION BASED MAINTENANCE ON THE EXAMPLE OF A CAR ENGINE	35
<i>Bojanić B.</i> OSVRT NA VERIFIKACIJU ROBE I OCJENU DOBAVLJAČA A REVIEW OF THE VERIFICATION OF GOODS AND SUPPLIER EVALUATION	42
<i>Matković N.</i> ASPEKTI UPRAVLJANJA KVALITETOM PREMA „QUALITY WITHOUT TEARS“ PHILIPA B. CROSBYJA ASPECTS OF QUALITY MANAGEMENT ACCORDING TO „QUALITY WITHOUT TEARS“ BY PHILIP B. CROSBY	47
<i>Buntak K., Droždek I., Kovačić R.</i> MATERIJALNA MOTIVACIJA U FUNKCIJI UPRAVLJANJA LJUDSKIM POTENCIJALIMA MATERIAL MOTIVATION IN THE FUNCTION OF HUMAN RESOURCE MANAGEMENT	56
<i>Ribar A., Bernik A., Vusić D.</i> KOMPONIRANJE 3D RENDERA U ŽIVU SNIMKU COMPOSITING 3D RENDER INTO THE LIVE FOOTAGE	64
<i>Kozina G., Darabuš M.</i> ULOGA LOGISTIČKE DISTRIBUCIJE U PODUZEĆU VITIS D.O.O. - VARAŽDIN THE ROLE OF LOGISTICS DISTRIBUTION IN VITIS D.O.O. – VARAŽDIN	72
<i>Keček D.</i> IGRA ZATVORENIKOVA DILEMA U KOJOJ SUDJELUJE n IGRAČA n-PLAYER PRISONERS' DILEMMA GAME	80
<i>Zlatić S.</i> ZLATNI REZ GOLDEN RATIO	84
<i>Čerepinko D., Džimbeg-Malčić V.</i> PREGLED TEHNOLOGIJA ELEKTRONIČKOG PAPIRA I PRETPOSTAVKE BUDUĆEG RAZVOJA E-PAPIRA OVERVIEW OF THE ELECTRONIC PAPER TECHNOLOGIES AND PRESUMPTIONS OF FUTURE DEVELOPMENT OF E-PAPER	91
Naputak autorima Instructions for authors	V

Uvodna riječ glavnih urednika

Poštovane čitateljice i čitatelji!

Vizija „Tehničkog glasnika“, odnosno nas koji ga uređujemo i Vas koji u njemu pišete i koji ga čitate je stvaranje znanstveno-stručnog časopisa u kojem će svi nastavnici i studenti moći objavljivati svoje radove iz tehničkih i općih područja. Osim lokalnog, časopis ima regionalni i širi karakter s aspekta sudjelovanja autora, kao i njegove čitanosti i citiranosti u relevantnim međunarodnim bazama. Časopis je trenutačno referiran u međunarodnoj bazi podataka EBSCOhost Academic Search Complete i u postupku je ulaska u još neke relevantne baze.

Sukladno odluci za stalno poboljšavanje njegove kvalitete u svim aspektima, potkraj 2012. godine imenovani su glavni, tehnički i grafički urednici, kao i Savjet časopisa, Urednički odbor te Međunarodni urednički savjet. Časopis ima svoj savjet eksperata, lektore, tajnicu i informatičku podršku. Besplatan je i trenutačno izlazi četiri puta u godini.

Savjet i Urednički odbor časopisa na svojoj zajedničkoj sjednici 21.12.2012. donijeli su opće ciljeve do 2016. godine:

- povećati udio znanstvenih radova (najmanje 50%)
- u 2013. povećati udio članaka na engleskom jeziku (najmanje 50%)
- ostvariti suradnju i razmjenu sa svim relevantnim časopisima u državi i regiji
- stalno podizati kvalitetu radova, grafičkog uređenja, dizajna i dr.
- stvoriti mrežu kompetentnih domaćih i međunarodnih recenzenata
- ostvariti referiranost u kompetentnim međunarodnim sekundarnim publikacijama i bazama podataka (osigurati ulazak časopisa u A kategoriju)
- uključiti u suradnju više studenata, znanstvenika i stručnjaka iz prakse

Ciljevi su podignuti jako visoko. Za njihovu realizaciju trebat će mnogo truda, rada, članaka, čak i promašaja. Izazov je pred nama. Sigurni smo da mi to možemo i želimo realizirati.

Srdačno Vas pozdravljamo.

Živko Kondić

Marin Milković

Glavni urednici **Tehničkog glasnika**

Editors' introduction

Dear readers,

The vision of the “Technical Journal”, or the vision of us as the editors and you who write for it and who read it, is to create a scientific and professional journal which allows teachers and students to publish their papers in technical and general areas. In addition to its local character, the journal has a regional and a broader character regarding the aspect of the participation of authors, as well as its readership and citation in the relevant international databases. The journal is currently referenced in the international database EBSCOhost Academic Search Complete and it is in the process of entering some other relevant databases.

In accordance with the decision of continuously improving the journal regarding its quality in all aspects, at the end of 2012, the editors-in-chief, technical and graphics editors were appointed, as well as the Council of Journal, Editorial Board and the International Editorial Council. The journal has its board of experts, proof-readers, a secretary and IT support. It is free of charge and is currently published four times a year.

At the meeting held on 21 December, 2012, the Council and the Editorial Board of the journal established the following goals to be achieved by 2016:

- increase the number of scientific papers (by 50% at least)
- increase the number of papers written in English in 2013 (at least 50%)
- realize collaboration and exchange with all the relevant journals in the country and the region
- constantly improve the quality of papers, graphics design, etc.
- create the network of competent national and international reviewers
- achieve citation in the competent international secondary publications and databases (ensure the journal's entrance in category A)
- include more students, scientists and practice experts in the cooperation

The bar to achieve the goals has been set very high. In order to achieve the stated goals, a lot of effort, work, papers, even failures will be required. The challenge is here. We are sure that we can and want to make all of it real.

Best regards,

Živko Kondić

Marin Milković

Editors-in-chief of the **Technical Journal**

ISPITIVANJE OSJETLJIVOG BAROMETARSKOG VISINOMJERA

TESTING OF SENSITIVE BAROMETRIC ALTIMETER

Josipa Vukelić, Jelena Ćosić, Josip Stepanić

Izvorni znanstveni članak

Sažetak: U današnje vrijeme nema učinkovitog, jednostavnog i pouzdanog uređaja za precizno određivanje trenutne visine leta malih bespilotnih letjelica. To je jedan od razloga zašto se kvadrotori i slične bespilotne letjelice ne mogu u većoj mjeri koristiti u stvarnoj okolini. U radu je opisana konstrukcija prototipa barometarskog visinomjera izrazito velike osjetljivosti mjerenja malih promjena visine. Doprinos nekih elemenata prototipa na osjetljivost mjerenja visine određena je statističkim planom pokusa. Planom pokusa obuhvaćeni su elementi: volumen osjetilne posude (A), promjer osjetnika za atmosferski tlak (B) i viskoznost kapljevine koja predstavlja granicu volumena osjetilne posude (C). Najveći utjecaj u pokusu pokazao je element C, a sljedeći po redu kombinacija elemenata B i C. Uzimajući u obzir uvjete provođenja pokusa, konstruirani prototip pokazao se dovoljno osjetljivim s obzirom na traženo razlučivanje promjena visine. Međutim, robusnost odabrane konstrukcije nije dovoljna za predviđenu primjenu. Na temelju dobivenih rezultata izdvojeni su smjerovi unapređivanja prototipa.

Ključne riječi: barometarski visinomjer, bespilotne letjelice, kvadrotori, osjetljivost, plan pokusa

Original scientific paper

Abstract: Currently there is no efficient, simple and reliable device for precise measurement of altitude of small unmanned aerial vehicles during their flights. That is one of the reasons why quadrotors and similar unmanned aerial vehicles cannot be used in a larger extent in realistic environments. This article describes the construction of a prototype of barometric altimeter with extremely high sensitivity in measuring the small altitude changes. Contribution of the prototype's elements on the sensitivity of altitude measurement was determined using statistically designed experiment. The designed experiment explicitly took into account the following elements: volume of the prototype's vessel (A), the diameter of the sensor of atmospheric pressure (B), and the viscosity of liquid that forms the vessel's boundary (C). The largest contribution is that of the element C, while the second largest is the combination of elements B and C. Taking into account the experimental conditions, the designed prototype demonstrated its sufficient sensitivity regarding the stated resolution of altitude changes. However, its robustness is not sufficient for the predicted application. Based on the results, the directions for the prototype improvement are selected.

Key words: barometric altimeter, unmanned aerial vehicles, quadrotors, sensitivity, design of experiment

1. UVOD

Danas ne postoji učinkovit, pouzdan i nenapajan autonomni instrument za precizno mjerenje trenutne visine leta malih bespilotnih letjelica, neovisno o tome služe li one za prijenos mase, energije ili informacije [1], [2]. To je jedan od razloga zašto se takve letjelice ne koriste u većoj mjeri u stvarnoj okolini.

Tipični instrumenti određivanja visine leta malih bespilotnih letjelica, npr. kvadrotora, u današnje vrijeme su infracrveni i/ili ultrazvučni daljinomjeri. Oni se koriste tako da mjere udaljenost od letjelice do vertikalne, niže prepreke. U jednostavnim, npr. laboratorijskim okolinama, tako izmjerena udaljenost zapravo odgovara visini leta letjelice u odnosu na podlogu. Instrumenti su spojeni na računalo čineći tako povratnu vezu između motora i tražene visine leta, što omogućuje autonomno ili poluautonomno provođenje

različitih letnih manevara. Prednosti infracrvenih i ultrazvučnih daljinomjera su relativno mala masa i potrošnja energije, relativno brzi odziv i primjenjivost u većem rasponu visina leta u odnosu na podlogu.

Međutim, infracrveni i ultrazvučni daljinomjeri pokazuju i niz ograničenja kod mjerenja visine leta:

- Ne rade pouzdano ako podloga ne reflektira dovoljno usmjerenu relativno veliku količinu upadnog zračenja. Takve su podloge npr. kose podloge, valovite, vrlo hrapave podloge, podloge koje su porozne ili prekrivene vegetacijom (travom, drvećem), kao i strukture koje su na drugi način kompleksne (naselja s više međusobno različitih gusto poslaganih objekata).
- Ne rade pouzdano u okolini u kojoj postoje dodatni, intenzivni izvori zračenja na koja su osjetljivi. Npr., infracrveni senzori koji nisu izrazito spektralno

diskriminativni, zagušeni su pod djelovanjem sunčevog infracrvenog zračenja.

- Ako dvije letjelice opremljene spomenutim instrumentima za mjerenje visine lete jedna iznad druge, onda viša letjelica dobiva podatak o visini leta koji je pogrešno izmjeren kao udaljenost od niže letjelice.

Dodatni problemi kod mjerenja udaljenosti pomoću instrumenata, a koji upućuju na daljnje manjkavosti infracrvenih i ultrazvučnih instrumenata, analizirani su drugdje [3].

Budući da se u stvarnosti i kod mnogih režima leta javljaju spomenute situacije, male, autonomne bespilotne letjelice opremljene uobičajenim infracrvenim ili ultrazvučnim instrumentima za mjerenje visine gotovo su neupotrebljive.

Kako bi se proširila mogućnost upotrebe malih, autonomnih bespilotnih letjelica u velikom broju realnih okolina, razmotrena je mogućnost primjene instrumenta za mjerenje visine leta koji je primjenjiv u stvarnoj okolini. Odabrani princip rada mjerenja visine je barometarsko mjerenje visine, tj. mjerenje visine leta temeljeno na razlici statičkog tlaka na trenutnoj visini leta u odnosu na statički tlak na referentnoj površini. Barometarski uređaji redovito se koriste za mjerenje visine u avionima i većim letjelicama [3], [5], ali se do danas gotovo ne koriste u manjim bespilotnim letjelicama.

U ovom radu opisana je konstrukcija prototipa osjetljivog barometarskog visinomjera te su navedeni i analizirani rezultati ispitivanja njegove osjetljivosti. Prototip je nenapajan i omogućuje autonomno određivanje trenutne visine leta u odnosu na tlo, neovisno o količini sunčevog zračenja, o vrsti teksture podloge i o broju letjelica koje lete jedna blizu drugoj.

Članak se sastoji od sljedećih cjelina: poglavlje 2. daje teorijsku vezu statičkog tlaka i visine u odnosu na tlo. U trećem poglavlju opisani su plan pokusa i faze mjerenja. Rezultati su analizirani u četvrtom poglavlju. Zaključci i smjernice daljnjeg rada su u petom poglavlju.

2. BAROMETARSKO MJERENJE VISINE LETA

Zrakoplovni instrumenti omogućavaju prikupljanje podataka o stanju zrakoplova i okolne atmosfere, koji su važni za upravljanje i navigaciju tijekom leta. Značajnu skupinu zrakoplovnih instrumenata čini skupina barometarskih instrumenata. U tu skupinu ulaze npr. visinomjer, brzinomjer, variometar, statoskop, katanoskop i vertimeter. Njihov rad temelji se na mjerenju tlaka. Barometarski visinomjer je barometarski instrument koji podatak o statičkom tlaku atmosfere pretvara u visinu u odnosu na referentnu točku. Analiza veze tlaka i visine, $p(h)$, uobičajeno se izvodi uz pretpostavku da se mjerenje odvija u ICAO atmosferi [6].

Na temelju takvog modela atmosfere dobiva se sljedeća veza $p(h)$:

$$p(h) = p_0 \left(1 - \frac{h \tau}{T_0} \right)^{\frac{g}{R_M}}, \quad (1)$$

pri čemu su p_0 i T_0 referentni tlak i statički tlak, odnosno termodinamička temperatura; $\tau = 6,8 \text{ mK/m}$ je temperaturni gradijent ICAO atmosfere na visinama do 11 km; g je ubrzanje sile teže, $R_M = R_m/M = (8,314/0,029) \text{ J/(kg K)}$ je molarna plinska konstanta zraka.

U približenju malih visina, tj. onih za koje je $h \ll T_0/\tau$, koristeći $(1+x)^\alpha \approx 1 + \alpha x$ pri $x = -h\tau/T_0 \ll 1$, slijedi

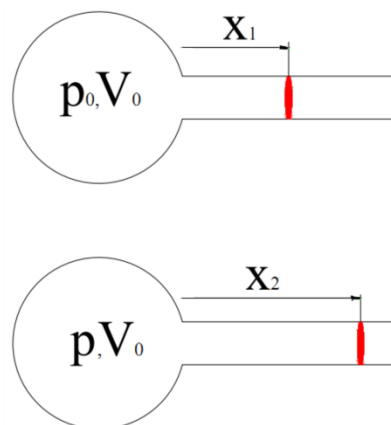
$$p(h) = p_0 \left(1 - \frac{g h}{R_M T_0} \right), \quad (2)$$

odnosno za relativnu promjenu tlaka vrijedi

$$\frac{p - p_0}{p_0} = - \frac{g h}{R_M T_0}. \quad (3)$$

Primijenimo (3) na opis sklopa prikazanog na slici 1. Na posudu volumena V_0 spojena je kapilara promjera d i površine poprečnog presjeka $S = d^2 \pi / 4$. U kapilari se nalazi kapljica tekućine na udaljenosti x_1 od kraja kapilare bliže posudi. Spojeni volumen posude i dijela kapilare uz posudu do kapljice je V_1 . Ako cijeli sklop podignemo s početne visine $h = 0$ na $h > 0$, kapljica će se pomaknuti na poziciju x_2 . U tom trenutku ukupni volumen posude i dijela kapilare uz posudu do kapljice je V_2 . Slijedi:

$$\begin{aligned} V_1 &= V_0 + S \cdot x_1 \\ V_2 &= V_0 + S \cdot x_2 \end{aligned} \quad (4)$$



Slika 1. Shema modela teorijski analiziranog sklopa

Promjenu volumena od V_1 do V_2 uzimamo kao izotermnu promjenu idealnog plina opisanu Boyle-Mariottovim zakonom

$$p_0 V_1 = p V_2. \quad (5)$$

Uvrštavanjem (5) u (3) slijedi

$$\frac{p - p_0}{p_0} = \frac{V_1 - V_2}{V_2}. \quad (6)$$

Izjednačavanjem desnih strana izraza (3) i (6) slijedi

$$\frac{g h}{R_M T_0} = \frac{S \Delta x}{V}, \quad (7)$$

gdje je $\Delta x = x_2 - x_1$ pomak kapljice. Izraz (7) zapisujemo u obliku

$$h = \frac{R_M T_0 S}{g V} \Delta x = C \Delta x, \quad (8)$$

pri čemu konstanta osjetljivosti sklopa, C , obuhvaća značajke geometrije S/V i stanja lokalne atmosfere $R_M \cdot T_0/g$. Neka su referentne vrijednosti:

$$T_0 = 278 \text{ K}$$

$$V = N \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$d = n \cdot 10^{-3} \text{ m} \quad (9)$$

$$S = n^2 \cdot 10^{-6} \frac{\pi}{4} \text{ m}^2$$

Nakon uvrštavanja vrijednosti (9) u izraz (8) slijedi

$$h = 6,2 \cdot 10^{-3} \frac{n^2}{N} \Delta x \quad (10)$$

Za potrebe dizajniranja sklopa koristimo izraz

$$\Delta x = \frac{N}{6,2 \cdot n^2} \cdot h \quad (11)$$

Na temelju slike 1. za pokus je dizajniran jednostavan sklop načinjen od osjetilne posude i osjetnika (slika 2.), koja omogućuje nenapajano autonomno mjerenje relativno malih promjena visine primjenom izraza (10). Pod pojmom relativno male promjene visine misli se na promjene visine reda veličine 1 m.



Slika 2. Dizajnirani sklop

Za osjetilne posude odabrane su staklene boce. Analizom izraza (11), uz postavljene zahtjeve osjetljivosti, kao značajan raspon volumena osjetilne posude određen je raspon volumena od 0,5 l do 2 l. Kao značajni unutarnji promjer osjetnika nalazi se u rasponu od 1,2 mm do 2 mm. Kako proces opisan s (5) uključuje gibanje kapljevine, do izražaja dolazi trenje između kapljevine i stijenke osjetnika. Zato pratimo utjecaj dinamičke viskoznosti μ i to u rasponu između 0,0005 Pa s i 0,05 Pa s [7].

3. PLAN POKUSA

3.1. Konfiguriranje pokusa

Cilj eksperimentalnog dijela ovog rada je provjeriti osjetljivost opisanog sklopa na relativno male promjene visine. To je polazište za procjenu kapaciteta modificiranog mjernog sklopa za korištenje kod preciznog određivanja visine primjenom barometarskih formula u stvarnim bespilotnim letjelicama. Modifikacija uključuje minijaturizaciju sklopa.

Prema modelu izvedenom u poglavlju 2. izdvojene varijable su volumen osjetilne posude, promjer osjetnika i viskoznost kapljevine koja predstavlja osjetnik.

Kako u ovom pokusu imamo 3 varijable čiji utjecaj ocjenjujemo, korišten je m^3 plan pokusa. Analizom izraza (8) uočeno je strogo monotono ponašanje krivulje, što upućuje na korištenje rubnih vrijednosti intervala. Stoga sve izdvojene varijable imaju dvije razine koje se kombiniraju na svih 8 načina. S obzirom na tri izdvojene varijable, za prikladan pokus odabran je pokus 2^3 [8], [9]. Ovim planom pokusa ispitan je utjecaj izdvojenih varijabli i njihovih interakcija na varijabilnost rezultata.

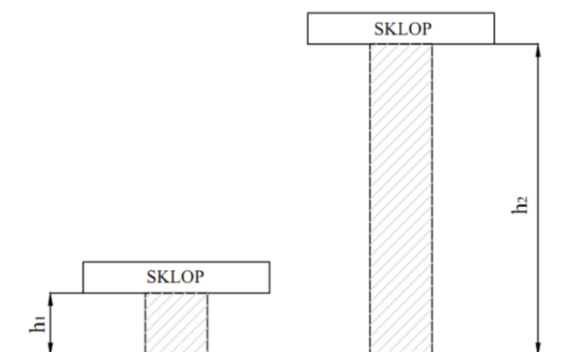
3.2. Mjerenje

Prilikom mjerenja su kombinacije razina varijabli, uz ponavljanje, odabrane nasumičnim redoslijedom. Mjerenja su provedena u Laboratoriju za nerazorna ispitivanja pri Fakultetu strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu.

Osjetilne posude učvršćene su na postolje. Za osjetnike su odabrane kapilare (slika 3.) u koje je stavljena kapljica tekućine. Uzimajući u obzir definirane granice dinamičke viskoznosti, za vrstu medija odabrane su voda i ulje. Kapilare su brtvama spojene na posude i postavljene u horizontalni položaj. Radi očitavanja pomaka, mjerna skala je postavljena ispod osjetnika. Početno je sklop postavljen na postolje na visini h_1 (slika 4.). Nakon što se stupac tekućine ustabilio, sklop je podignut na visinu h_2 . Nakon toga očitana je pomak Δx .



Slika 3. Prikaz mjerne opreme prije sklapanja



Slika 4. Položaj sklopa na visinama h_1 , odnosno h_2

Nakon toga je postavljena sljedeća kombinacija razina varijabli za koju su očitane vrijednosti pomaka, te je postupak nastavljen dok nije očitano planiranih 24 podatka.

4. ANALIZA REZULTATA

Rezultati mjerenja statistički su obrađeni u programskom paketu *Design-Expert* 7.1.6. Utjecaj izdvojenih varijabli određen je analizom varijance (ANOVA) odabranog modela 2^3 [10].

U skladu s izdvojenim varijablama (poglavlje 3.1.) uvedene su sljedeće oznake:

A (*volumen*), B (*promjer*) i C (*medij*).

Analizom varijance određeno je koja od spomenutih varijabli i njihovih interakcija značajno utječe na varijaciju rezultata uz pretpostavku ovisnosti pomaka oblika

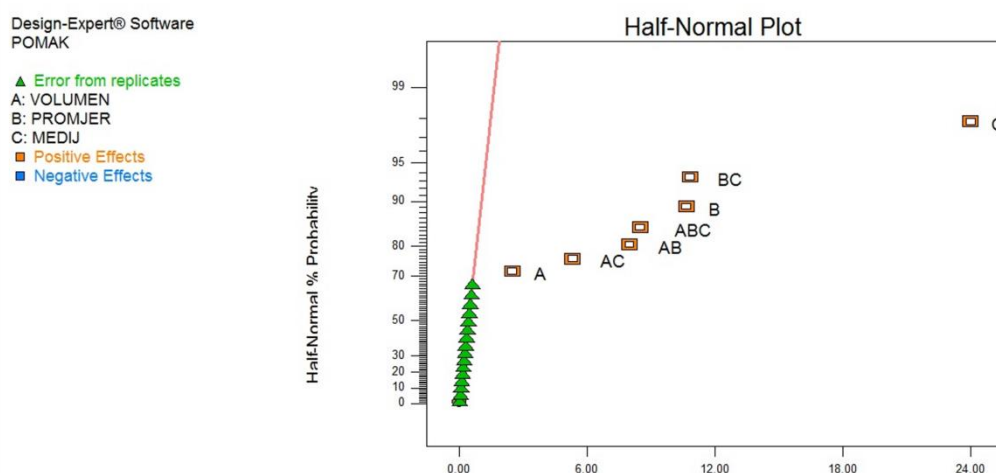
$$\Delta x = A + B + C + AB + AC + BC + ABC + \varepsilon, \quad (12)$$

gdje ε označava nasumični doprinos. Varijable modela čiji utjecaj na varijabilnost pomaka iznosi više od 0,05 značajno utječu na rezultat.

Tabela 1. prikazuje rezultate analize. Iz tabele 1. slijedi da je najutjecajnija varijabla C. Druga po utjecajnosti je interakcija BC, a potom varijabla B. Ovo govori da na rezultate mjerenja najviše utječe vrsta kapljevine, ovdje parametrizirana dinamičkom viskoznošću μ .

Tabela 1. Analiza varijance (ANOVA)

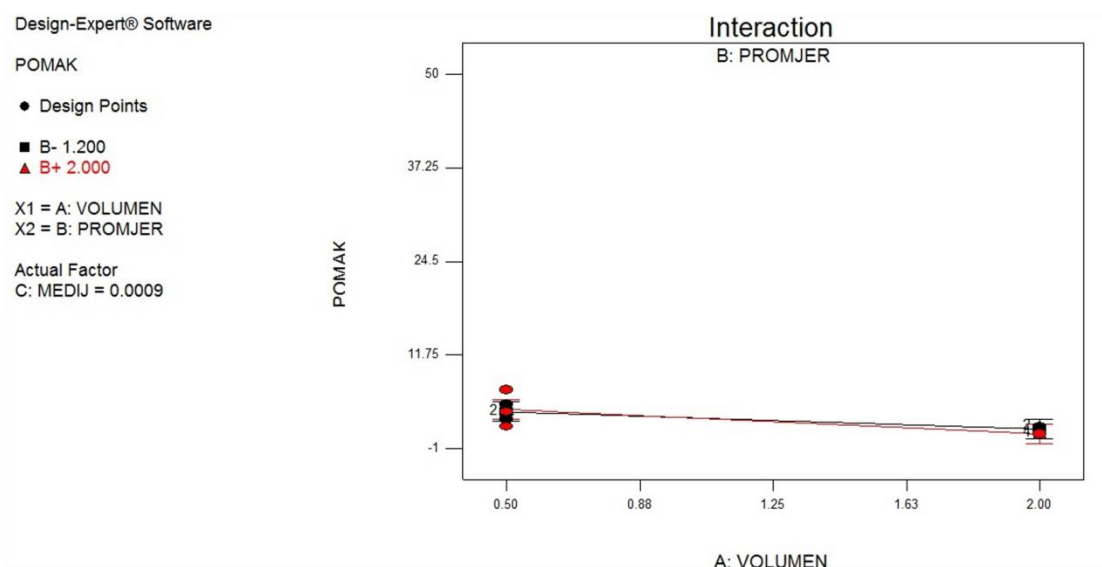
Factor	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
Intercept	14,75	1	0,32	14,08	15,42	
A	1,25	1	0,315	0,58	1,92	1
B	5,33	1	0,31	4,67	6,00	1
C	12	1	0,31	11,33	12,67	1
AB	4	1	0,32	3,33	4,67	1
AC	2,67	1	0,32	1,99	3,33	1
BC	5,42	1	0,315	4,75	6,08	1
ABC	4,25	1	0,315	3,58	4,92	1



Slika 5. Grafički prikaz parcijalno-normalne razdiobe

Slika 5. prikazuje graf parcijalno-normalne razdiobe u ovisnosti o izdvojenim varijablama i njihovim interakcijama. Za sve varijable i njihove

interakcije koje odstupaju od pravca uzima se da značajno utječu na rezultat ispitivanja.



Slika 6. Grafički prikaz interakcije varijabli A i B za $C = 0,0009 \text{ Pa s}$

Design-Expert® Software

POMAK

● Design Points

■ B- 4.500

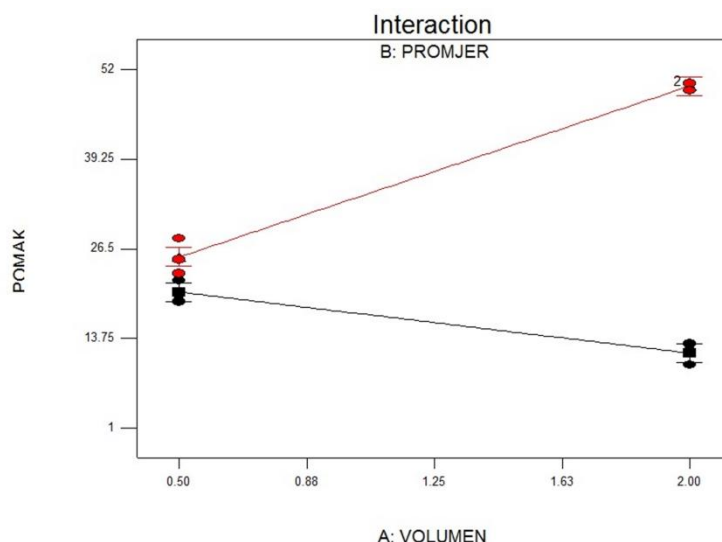
▲ B+ 12.600

X1 = A: VOLUMEN

X2 = B: PROMJER

Actual Factor

C: MEDIJ = 0.0491

Slika 7. Grafički prikaz interakcije varijabli A i B za $C = 0,0491 \text{ Pa s}$

Slika 6. prikazuje relativno malu osjetljivost pomaka uslijed promjene volumena u razmatranom rasponu. Razlog tome je što su apsolutni pomaci kod korištenja odgovarajuće kapljevine (voda) relativno mali te su sličnog reda veličine kao i nesigurnost u očitavanju. Kod promjene kapljevine (slika 7.) rezultat pomaka znatno je porastao te ujedno pokazao relativno veliku osjetljivost na promjenu volumena posude zatvorenog dijela plina. To je u skladu s teorijskim izrazom (8). Zbog praktičnosti cilj je koristiti minimalni volumen, što dodatno ističe prikladnost kapljevine veće viskoznosti budući da se u tom slučaju postiže zamjetni pomak (znatno veći od nesigurnosti očitavanja) i za manji volumen zatvorenog dijela plina. Spomenuta veza viskoznosti kapljevine i volumena nije apsolutna jer se karakter utjecaja viskoznosti na

ovisnost pomaka o promjeni volumena mijenja ovisno o promjeru kapilare u kojoj se giba kapljevina.

Dakle, ako se traži konstrukcija koja je osjetljivija na male promjene visine, potrebno je izabrati veći volumen, širu kapilaru i viskoznu kapljevinu. Naprotiv, ako želimo konstrukciju koja je ogromna s obzirom na fluktuacije u korištenim parametrima, onda je potrebno koristiti manje viskoznu kapljevinu.

Kod malih viskoznosti, reda veličine 10^{-4} Pa s , promjer kapilare ne pokazuje važniji utjecaj na izmjereni pomak kapljice u korištenom rasponu promjera kapilara, odnosno u korištenom rasponu volumena zatvorenih dijelova plina.

Odzivna ravnina za opisani pokus prikazana je na slici 8. za iznos varijable $C = 0,0009 \text{ Pa s}$, a na slici 9. za iznos varijable $C = 0,0491 \text{ Pa s}$.

Design-Expert® Software

POMAK

● Design points above predicted value

○ Design points below predicted value

50

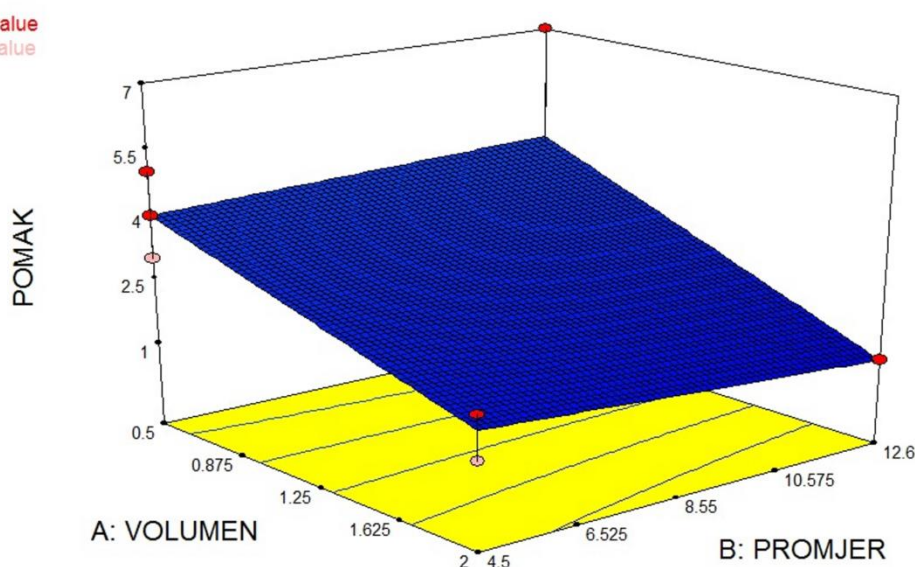
1

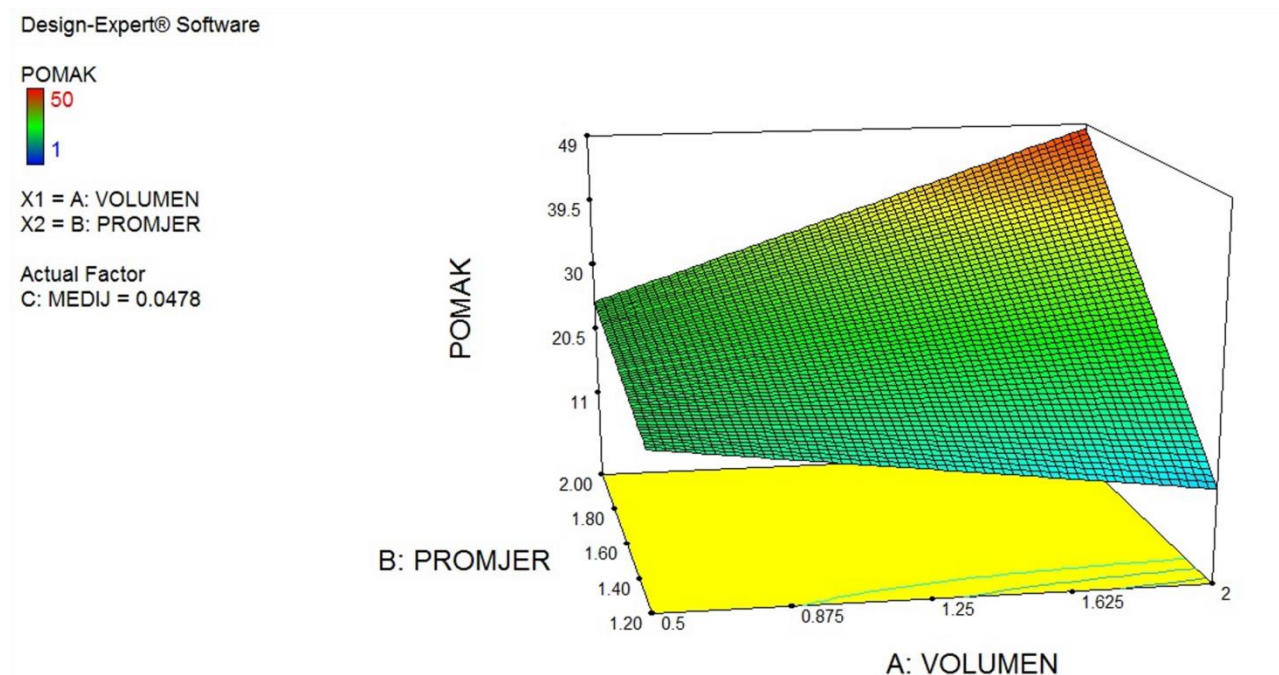
X1 = A: VOLUMEN

X2 = B: PROMJER

Actual Factor

C: MEDIJ = 0.0009

Slika 8. Odzivna ravnina za $C = 0,0009 \text{ Pa s}$

Slika 9. Odzivna ravnina za $C = 0,0491 \text{ Pa s}$

5. ZAKLJUČAK

Na temelju provedenog pokusa i analize rezultata, uzimajući u obzir uvjete za pokus, slijedi da ovakav način preciznog mjerenja promjene tlaka s promjenom visine zadovoljava neke od uvjeta pretpostavljene primjene za rad bespilotnih letjelica. Konkretno, ako se traži konstrukcija osjetljiva na male promjene visine, treba izabrati veći volumen, širu kapilaru i viskoziju kapljevinu. Međutim, robusnost odabrane konstrukcije nije dovoljna za primjenu na malim bespilotnim letjelicama.

U sljedećem koraku istraživanja treba dizajniranu konstrukciju izložiti vanjskim atmosferskim utjecajima. Potrebno je za iste varijable ponoviti mjerenja uz utjecaj vlažnosti, temperature, tlaka okoliša, kapilarnih efekata, adhezivnih svojstava medija, materijala kapilare, vjetra, magle, vibracija i utjecaja direktnog sunčevog zračenja.

6. LITERATURA

- [1] Galović, B.; Franjković, D.; Stepanić, J.: Automated Aircraft Control Systems, Međunarodno savjetovanje Intelligent Transport Systems and Their Interfaces/Zbornik savjetovanja: Promet-Traffic-Traffico **11**(4), Dubrovnik, listopad 1999., 133-136
- [2] Čosić, J.: Software Development for Embedded Systems: Case Study of Unmanned Aerial Vehicles, 1st International conference on Internet & Business, Rovinj, lipanj 2012., 162-167
- [3] Stepanić, J.; Medić, S.; Kondić, Ž.: Parallax in a dynamic, non-contact & non-destructive, precise length measurement, Tehnički vjesnik **19**(2), 2012., 317-320
- [4] Stepanić, J.; Bucak, T.; Popović, B.: Research on directions of design optimisation of aircraft vertical speed indicator, Transportation and Communications 2000., Association of Traffic Engineers of the Republic of Macedonia, 2000., 342-346
- [5] Gavranović, B.; Stepanić, J.: Dinamičke karakteristike avionskog variometra, Zbornik radova – International Conference MATRIB 2010, Vela Luka, lipanj 2010.
- [6] http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=7472 (Dostupno: 04.10.2012.)
- [7] http://www.engineeringtoolbox.com/absolute-viscosity-liquids-d_1259.html (Dostupno: 30.8.2012.)
- [8] Winer, B. J.: Statistical Principles in Experimental Design, McGraw-Hill Book Company, Inc., 61-13174, New York, San Francisco, Toronto, London 1991.
- [9] Montgomery, D. C.; Runger, G. C.: Applied Statistics and Probability for Engineers (Third Edition), John Wiley & Sons, Inc., 2003.
- [10] <http://statease.info/dx70files/manual/DX7-03A-TwoLevel-P1.pdf> (Dostupno: kolovoz 2012.)

Kontakt autora:

Josipa Vukelić

Fakultet strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu
Ivana Lučića 5
10002 Zagreb
zimovka2811@gmail.com

Jelena Ćosić, asistent

Fakultet strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u
Zagrebu

Ivana Lučića 5

10002 Zagreb

jelena.cosic@fsb.hr

dr.sc. Josip Štepanić, izv.prof.

Fakultet strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u
Zagrebu

Ivana Lučića 5

10002 Zagreb

josip.j.stepanic@fsb.hr

AUTOMATIZIRANO UPRAVLJANJE CRPNOM STANICOM

AUTOMATION OF SEWAGE PUMPING STATION

Denis Jurčević, Igor Petrović

Stručni članak

Sažetak: U ovom članku opisan je princip rada crpne stanice kanalizacijskih okna kao primjer automatiziranog pogona s distribuiranim upravljanjem i nadzorom. Izvedbeni prototipni model koristi se za izradu, provjeru i unaprjeđenje programskog koda i za vizualizaciju sustava (SCADA sustav). Prikazana metodologija može se koristiti pri razvoju bilo kojeg automatiziranog pogona gdje se traži od upravljačkog sustava povećanje produktivnosti i praćenje stanja crpne stanice i cijelog operativnog sustava. Na jednostavnom primjeru crpne stanice moguće je prikazati implementaciju digitalne upravljačke jedinice na mjesto relejne tehnike malog pogona, te bežičnu komunikaciju s dislociranim uređajem za sučelje prema operateru.

Ključne riječi: automatizacija, crpna stanica, PLC (programabilni logički kontroler), SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition), TIA Portal

Professional paper

Abstract: In this paper the main principle of sewage pumping station shaft is described as an example of automated facility with distributed control and supervision. The prototype design station is used for producing, testing and improving program code and system visualization (SCADA system). Methodology presented in this paper can be used in the development of any automated system where it is necessary for control system to ensure increased productivity and supervision of the system state. On a simple example of a sewage pumping station it is possible to present the implementation of digital control unit instead of relay technology in a small facility and wireless communication with dislocated device for human-machine interface.

Key words: automation, pumping station, PLC (Programmable Logic Controller), SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), TIA Portal

1. INTRODUCTION

Today mechanical systems cannot be examined, planned, projected and monitored without constant insight into the system state. Relay control technology was sufficient for ensuring correct operation and reliability of the system, but problems appeared during the development and monitoring of such systems. With time it was recognized that every change in functionality required a long and laborious wiring substitution that is very susceptible to errors. Furthermore, it was very difficult to gain insight into the parameter status and the physical quantities of the system that was, in the best case, physically dispersed on several locations.

By introducing central control systems based on computers and microcontrollers, significant simplifications of operation and maintenance of such systems have been implemented. This paper describes an example of introducing SCADA subsystem into the drainage system with pumping stations, which structurally relies on the research of implementation of a digital control system described in [1], [2] and [3].

2. STATE OF THE ART

For the selection and configuration of the control system and the compilation of programming solutions of a digital control system one should be familiar with mechanical characteristics of the plant along with all influences that are of crucial importance for normal operation of a station. A prototype pumping station model should contain all relevant characteristics of a pumping station for the purpose of projecting, constructing and upgrading the possibilities related to control and monitoring.

2.1. Programmable logic controllers

The development of digital computers during the 1950s and 1960s encouraged the substitution of relay technology by digital control units. Computers completely replaced relay technology and simultaneously eliminated their downsides. The requirements posed to digital control units are simple programming, simple error detection in the program, simple maintenance and reliable operation in industrial conditions.

At the end of the 1960s the Bedford Associates Company produced the Modular Digital Controller (MODICON) as the first commercial PLC. Programming using the first PLCs was similar to drawing a relay connection scheme. In the 1970s, as processors were developed, PLCs became more powerful. Time assemblies, counters and possibilities of performing arithmetical operations were added. The possibilities of connecting PLCs through communication networks and processing analog process signals also appear. In the 1980s program packages appeared, which allowed for programming PLCs from personal computers instead of manual programming devices or terminals anticipated for this purpose. In the 1990s standardization was introduced (IEC 61131, EN 50170) regarding the programming languages for programming PLCs, instruction lists, functional block diagrams and ladder diagram. Since the year of 2000 the development of programming possibilities has slowed down and the progress of communication technologies has been highlighted.

The main PLC parts are processor (CPU), memory, inputs and outputs [4]. Furthermore, there are auxiliary parts that are in charge of good interaction of basic PLC parts. These are the bus, power supply module, communication part and possible additional modules for expanding the basic configuration. The basic PLC structure is shown in Figure 1.

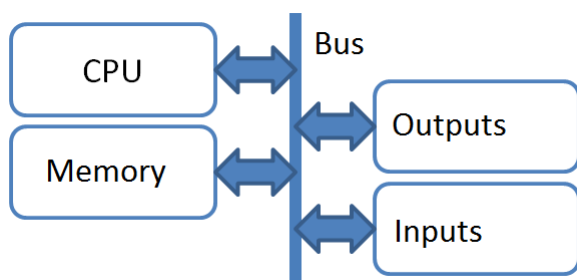


Figure 1. PLC scheme [4]

2.2. Pumping station

Pumping station is a construction with accompanying electromechanical equipment by means of which water is pumped from the channel area of a lower level to a higher level [5]. In this paper sewage shaft pumping stations were selected. Such pumping stations are used in drainage when it is necessary to remove waste water from communities, when they need to be purified and drained into the receiver, as shown in Figure 2. There are many such cases in practice that increase both in the sewage network itself and at devices for waste water purification and sludge processing.

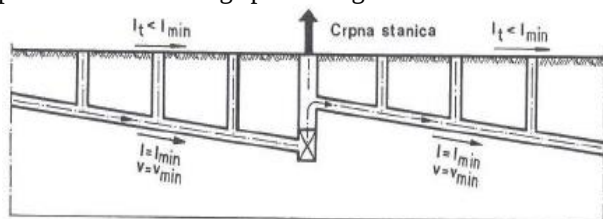


Figure 2. The position of the pumping station in the sewage system [5]

On the sewage network, pumping stations are necessary for lifting waste water from deeper into shallower channel parts when the channel inclination is greater than the surface inclination. Therefore, insisting on complete gravitation drainage would require channel depths much greater than the ones which are economical – 6-7 meters. Basic parts of such pumping stations are pumping container, machinery compartment and control room.

Pumping container is a room that is used for collecting and retaining the water pumped from it. Its size heavily depends on the work mode of pumps and inflow, so it is specially dimensioned. In larger pumping stations several mutually separated pumping containers are constructed, in order to allow for revision and repairs without stopping the operation of the pumps. Water enters the pumping container through one or more openings (inlets) directly or through grids and meshes. It is necessary to place gate valves on openings in order for the pumping container to be emptied from time to time. In pumping stations with immersed pumps the pumping container space should be adapted to the pump size as well. In the case of dry-construction pumps, within the pumping container the beginning of the pumping pipe equipped with suction baskets is placed. Pumping container must have a communication opening and communication elements, ventilation opening and overflow that activates at the filling level that exceeds the allowed one. Furthermore, the bottom of the pumping container is constructed as a slope down to the lowest point, where a sludge outlet is constructed for the purpose of emptying the container.

Machinery compartment is used for positioning pumping aggregates, control instruments, suction pipe endings and beginnings of discharge pipelines with accompanying water supply armatures, in order to connect pumping aggregates into a unique pressure system and other equipment. The machinery compartment must be constructed with suitable openings for communication, maintenance, equipment assembly and disassembly. If the equipment is heavy, a crane is set up as well. Within this space ventilation should be ensured too, as well as heating, if necessary. In smaller pumping stations with immersed pumps there is no machinery compartment.

Control room is a space that contains required electronic equipment for automated control of pumping aggregates, i.e. pumping station control. The automation consists of turning the pumps on and off according to their work mode. Along with this, the automation system ensures constant workload of all pumps, including the back-up ones. Within a pumping station an energetic connection should be ensured, according to the requirements made by the electricity distribution company. Thus, a transformer station is often constructed next to a pumping station, especially for pumping stations of a high installed capacity.

3. PROTOTYPE MODEL OF A PUMPING STATION

This chapter describes digital control system parts required for enabling the operation of a pumping station

according to technological requirements of the process. It is necessary to establish communication with the measuring and active equipment at the station, create a control program and develop an interface for the operator.

3.1. Modeling a pumping station

A detailed prototype model of a pumping station contains all necessary technical parts that allow for the simulation of the pumping station operation. Water level movements are simulated manually using panels. Devices for measuring the water level in real pumping stations are substituted by three end switches on the prototype model. As the water level simulation panel moves from one end point to its other end point, it turns the end switches on or off. Each end switch represents a single water level: low level, medium level, high level. By turning them on or off signals on their activity are passed through to PLC inputs. The model contains two DC motors that replace the actual pumps. The control is carried out by a Siemens Simatic S7-1200 CPU 1214C PLC, and a communication GSM/GPRS modem towards a desktop computer with a visualization application carried out on the TIA-Portal Runtime program platform. The construction of the prototype model of a pumping station is shown in Figure 3.



Figure 3. Pumping station prototype model

3.2. Connecting the equipment

Sensors and actuators are connected to the PLC by means of the input-output unit. Signals generated by sensors, i.e. signals that can be accepted by actuators, may be digital or analog. Digital sensors are present in processes where the on-off control is used. Analog signals are used in measuring levels and in places where the on-off information of a device is not sufficient. Voltage levels of digital signals range between 0 V and 5 V for the logic 0, i.e. between 14 V and 30 V for the logic 1. Voltage and current analog signals range according to standards: 0–20 mA and 4–20 mA, i.e. 0–10 V and -10–10 V.

Electric circuits of digital inputs and outputs on individual input and output modules may be electrically insulated from all other inputs and outputs, as well as from the processor (CPU). Such galvanic separation is carried out by allowing for a separate power supply for each module and the accompanying sensors, i.e.

actuators. The insulation towards the processor is achieved by additional optical coupling, whereby the transfer is made from external voltage levels 24 VDC or 110/220 VAC to internal voltage levels 5 VDC.

3.3. Control program

The condition for connecting the first pump is that the water level passes the low and medium level. If the water level continues to grow and passes the high level, the other pump is switched on too. Both pumps are switched off when the water level drops below the low level.

Pumps are divided into working and auxiliary ones. At the beginning of each new work cycle of the pumping station, i.e. with every drop of the water level below the low level, the pump role changes. The pump which was the main one in the previous cycle becomes auxiliary, and the pump which was auxiliary becomes the main pump.

3.4. Communication interface and visualization

Communication interface has several purposes. The main purpose is communication with the computer for the purpose of defining the program being executed, which should be entered into the PLC memory. Furthermore, an important application of the communication interface is the possibility of communicating with other PLC devices, creating a distributed control system network [6]. Along with this, communication with the central control system is allowed – SCADA.

System visualization (SCADA) of a pumping station is made in the way that all relevant pumping station parts are visible on it. Furthermore, it signalizes all significant changes during the pumping station operation. The presentation and arrangement of objects on the interface must allow for a quick, simple and easy to understand insight into the state of the system being shown.

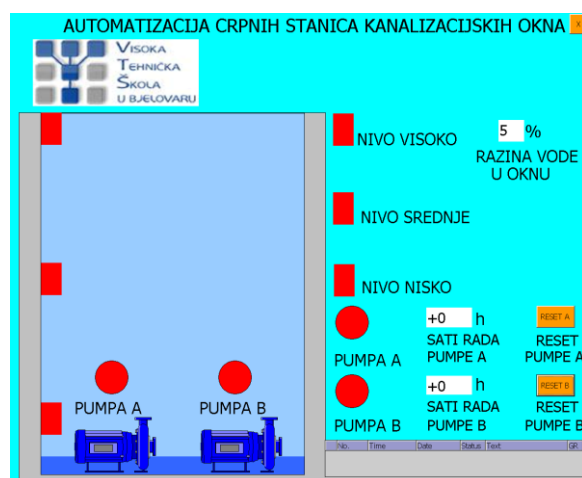


Figure 4. System visualization

Figure 4 presents the appearance of the pumping station in the sleep mode. The figure shows two pumps, pump A and pump B, water level in delimiters (so called pears), cumulative sum of working hours of individual

pumps, which can be reversed at any moment, and the percentage of water in the shaft. For the case shown it was arbitrarily defined that the water level in the shaft amounted to 5 % (so called *residue*).

The contemporary technology of developing PLC devices and communications allows for communication interfaces for connecting PLCs to simpler communication protocols. The most frequent communication protocols in automated systems are Modbus, ASCII, Remote Link, Profibus and Ethernet. Communications between PLCs and mobile devices and web server are also possible. An example of such networked distributed system with advanced communication characteristics is shown in Figure 5.

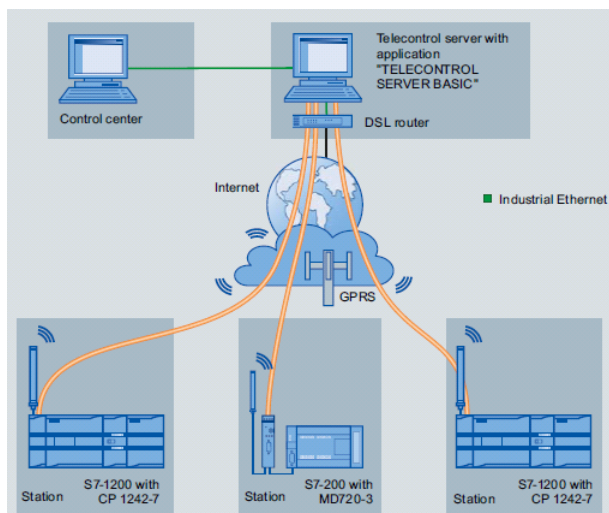


Figure 5. GSM/GPRS network of several PLCs and a control center [6]

4. RESPONSES OF THE PUMPING STATION MODEL DURING OPERATION

A graphical representation of the basic work cycle of a pumping station is shown in Figure 6. The black line marks the water level determined at the level of 5 % when the pumping station does not operate. As the water level rises, the level amounting to 15 % is recognized, which is shown in the visualization right away. After the continual increase of water level, the next discrete level amounting to 55 % of the total shaft height is recognized. At that moment the main pump is switched on (pump A in this iteration), which is marked with the red line. It operates until the water level drops again below 15 %. After the finished cycle the main and the auxiliary pumps switch their functions. In the next cycle, which is identical as the previous one, after the water reaches the level of 55 %, the main pump of this cycle is switched on, pump B, which is represented in the blue line. Pump B operates until the water level drops below 15 % within the shaft.

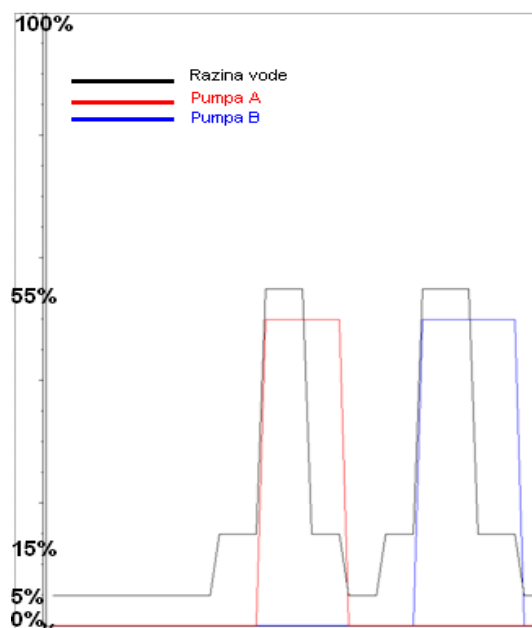


Figure 6. Graphical representation of the main cycle operation

Figure 7 shows two alarm work cycles of a pumping station when both pumps are turned on. The water level marked with the black line increases from 5 % to 15 % of the shaft height, and then to 55 %. At that moment the main pump is switched on, whose operation is marked with the red line. After the water level continues to rise, a discrete level amounting to 95 % is reached and the auxiliary pump represented in the blue line is switched on. Pumps switch off after the water level drops below 15 %. In the next alarm cycle pump functions are exchanged.

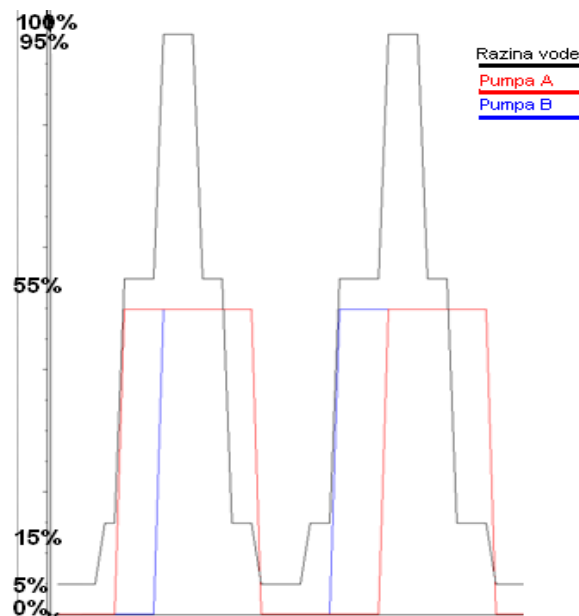


Figure 7. Graphical representation of the operation of two cycles, high level

5. CONCLUSION

Automated pumping stations are used for increasing the efficiency and reliability in the operation and remote control. At an automated pumping station it is easier to carry out maintenance, the safety is increased and there is the possibility of quality monitoring during the operation. Should the need arise that work modes of individual pumps are altered during the operation of a pumping station, it is easier to carry out the changes if the pumping station is automated. This paper represents an example of automation implementation in everyday working environment. For instance, the contemporary car industry is unimaginable without automated plants and processes.

6. REFERENCES

- [1] Gašparac, Ivan; Vražić, Mario; Petrović, Igor: Sensor distribution strategy for dual-axes photovoltaic positioning system, *EDPE 2009 - 15th international conference on electrical drives and power electronics* / Benčić, Zvonko (ed.). Zagreb: KoREMA, 2009
- [2] Petrović, Igor; Gašparac, Ivan; Vražić, Mario: Comparison of expected and measured values of luminance sensors in dual-axis photovoltaic positioning system, *ICEM 2010 The XIX International Conference on Electrical Machines* / Parasiliti, Francesco (ed.). Rome: B4D, 2010, 7-10
- [3] Gašparac, Ivan; Vražić, Mario; Petrović, Igor: Expected and measured values of luminance sensors in dual-axis photovoltaic positioning system, // *Proceedings of Joint IMEKO TC 11 – TC 19 – TC 20 International Symposium Metrological Infrastructure, Environmental and Energy Measurement* / Mladen Boršić (ed.). Zagreb: Metrology Consulting, 2011, 52-56
- [4] Goran Malčić: Programabilni logički kontroleri, Tehničko veleučilište Zagreb
- [5] Građevinski fakultet Zagreb: Crpne stanice, <http://info.grad.hr/lres/odbfiles/1823/predavanja/1.6-pi.pdf>
- [6] Siemens Simatic: S7-1200 easy book manual

Contact:

Technical College in Bjelovar
Trg E. Kvaternika 4
43 000 Bjelovar

Denis Jurčević (former student)

denis.jurcevic@gmail.com

Igor Petrović, mag. ing. el.

043 / 241 – 201
ipetrovic@vtsbj.hr

ODREĐIVANJE SNAGE I ODABIR PUMPI ZA PUMPNU STANICU OTPADNIH VODA VELIKA KLADUŠA

DETERMINATION OF POWER AND PUMP SELECTION FOR WASTEWATER PUMPING STATION VELIKA KLADUŠA

Elvis Hozdić, Milan Jurković

Stručni članak

Sažetak: S aspekta projektnog rješenja za planski sistem odvodnje otpadnih voda za područje koje gravitira geografskom položaju općine Velika Kladuša, kao i razmatranja mogućnosti primjene realnih rješenja kojim bi se na adekvatan način zbrinule otpadne kanalizacijske vode putem cjevovoda do pročišćivača otpadnih voda, u radu je obrađen jedan od veoma bitnih elemenata tog sistema – pumpna stanica. Egzaktnim projektiranjem i odabirom pumpi omogućuje se adekvatan proces funkcioniranja cjelokupnog sistema. S tim u vezi, u ovom radu naglašen je kapacitet pumpi i režim njihova rada s osvrtom na potrebe sistema odvodnje za područje Velike Kladuše.

Ključne riječi: otpadne kanalizacijske vode, pumpa, pumpna stanica, pročišćivač otpadnih voda, protok

Professional paper

Abstract: The study presented in this paper deals with pump stations as very important elements of the wastewater management from the aspect of project solutions for the planning system of the wastewater catchment area of the municipality Velika Kladuša. Furthermore, it considers the possibility of application of realistic solutions to adequately manage the sewer wastewater through pipes to wastewater purifiers. Using the precise design and choice of the pumps, the adequate functioning process of the whole system is enabled. In this regard, this paper places an emphasis on defining the capacity of the pumps and the regime of their work with regard to the needs of drainage system in the area of Velika Kladuša.

Key words: wastewater sewage, pump, pumping station, wastewater purifier, flow

1. UVOD

Permanentnim porastom broja stanovnika i revitalizacijom postojećih industrijskih kapaciteta, kao i pokretanjem novih proizvodnih sistema, potreba za vodom je sve veća, a svakodnevno se povećavaju i količine onečišćenih voda. Osnovni izvori onečišćenja su svakako domaćinstva, industrija, prometnice, poljoprivreda, deponiji otpada i sl. S aspekta komunalno-kanalizacijskih sistema razlikujemo nekoliko vrsta onečišćenih voda:

- sanitarne otpadne vode
- kućanske otpadne vode
- komunalne otpadne vode
- podzemne i površinske otpadne vode
- industrijsko-tehnološke otpadne vode
- oborinske otpadne vode

Za svaku grupaciju ovakvih otpadnih voda razrađuju se sistemi odvodnje i zbrinjavanja na tehnološki prihvatljiv način, što je uvjetovano ekonomskim stupnjem razvijenosti zemlje.

Primarni zadatak ovakvog sistema je da se onečišćene otpadne vode u kratkom vremenu transportiraju iz naselja

do mjesta pročišćenja putem kolektora, imajući u vidu tehničke, sanitarne, tehnološke i ekonomske uvjete. Važni elementi svakog ovog sistema su cjevovodi, pumpne i predpumpne stanice i na kraju postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda.

Ovaj rad usmjeren je na dimenzioniranje pumpne stanice i odabir pumpi za transportiranje otpadnih voda s osvrtom na područja grada Velika Kladuša.

2. DEFINIRANJE PROBLEMA S TEHNIČKOG ASPEKTA

Nedostatak kanalizacijske mreže je važan infrastrukturni problem općine Velika Kladuša. Samo 1600 domaćinstava, s otprilike 5600 ljudi, priključeno je na zastarjelu kanalizacijsku mrežu. Sva otpadna voda se otpušta u obližnji riječni tok (rijeka Kladušnica) bez ikakvog pročišćavanja. Ostatak domaćinstava je priključen na septičke jame koje nisu napravljene ni po minimalnim tehničkim standardima, ili direktno puštaju u obližnje riječne tokove.

Uređaj za pročišćavanje otpadne vode (UPOV) je lociran na mjestu ulijevanja rijeke Kladušnice u rijeku

Glinu. Zbog dostupne topografije glavni kolektor otpadne vode je lociran blizu rijeke Kladušnice i ima režim visokih fluktuacija toka i čestih poplava. Iz tog razloga, u svrhu zaštite kolektora otpadne vode i usklađivanja s pravilnikom o UPOV u BiH, kanalizacija predstavlja prvu komponentu projekta koji se treba napraviti [3].

2.1. Osobine toka i lokacija pumpne stanice

Imajući u vidu geografski položaj mjesta Velika Kladuša možemo vidjeti da je postojeća kanalizacijska mreža zasnovana na prirodnom gravitacijskom tečenju slobodnim tokom do najniže točke. Zbog takvih uvjeta možemo zaključiti da je za područje grada neophodno odrediti položaje više manjih pumpnih stanica koje bi se tlačnim cjevovodom spojile na glavnu pumpnu stanicu. Lokacija pumpne stanice utječe direktno na izbor opreme tako da fizička ograničenja prostora utječu na tip i kapacitet pumpi, a sama lokacija traži određene tehnološke uvjete.

Pumpni sistem ima tri osnovna dijela: dovodni cjevovod, pumpnu stanicu i cjevovod pod pritiskom. Lokacija same pumpne stanice ovisi o rasporedu kanalizacijske mreže iz koje dotječe otpadna voda i u koju se prepumpava otpadna voda [7].

2.2. Karakteristike i vrste kanalizacijskih pumpnih stanica

Osnovni zadatak pumpne stanice je svladavanje prepreka, objedinjavanje voda te odvod voda s jednog mjesta na drugo. Iz područja onečišćenih voda razlikujemo:

- pumpne stanice otpadnih voda
- pumpne stanice oborinskih voda
- pumpne stanice mješovitih voda
- pumpne stanice za mulj

Zbog relativno velike investicije, u praksi se najviše koriste i implementiraju pumpne stanice otpadnih voda. U tu svrhu primjenjuju se centrifugalne i pužne pumpe. Centrifugalne pumpe omogućuju podizanje vode s niže na višu kotu i odvođenje na veće udaljenosti, dok pužne pumpe služe samo za vertikalno podizanje vode. Prema načinu izvedbe pumpne stanice možemo podijeliti na mokru i suhu izvedbu [7].

Da bi se odredile veličine i karakteristike pumpne stanice, treba definirati određene parametre:

- količinu otpadnih voda koja pristiže do pumpne stanice
- količinu i karakteristike protoka koji se prepumpava
- kvalitetu voda
- lokaciju mjesta kolektora
- režim rada pumpi
- karakteristike tlačnog cjevovoda
- načine dobivanja energije (gradska naponska mreža ili agregati)
- posebne uvjete izgradnje u skladu sa zaštitom okoline

Režim rada pumpnih stanica je automatiziran daljinskim sistemom i nadzora.

2.3. Energetsko napajanje i održavanje pumpne stanice

Za puštanje u rad svake pumpe nužna je instalacija pogonskog stroja koji će osigurati nesmetan rad pumpi. U današnjoj praksi najčešći pogonski motori su elektromotori.

Održavanje pumpnih stanica svodi se na redovno održavanje opreme, prije svega pumpi i automatike, a obavlja se prema uputama proizvođača opreme. Redovito održavanje obuhvaća i povremeno pražnjenje i čišćenje pumpnog bazena, te kontrolu konstrukcije na vodonepropusnost. Najveći problem u održavanju i radu pumpnih stanica je stvaranje kore i taloga u crpnom bazenu. Da bi se izbjeglo često pražnjenje pumpnog bazena zbog sakupljanja taloga i kore, provode se mjere za smanjenje kore:

- razbijanje kore povratnim mlazom iz tlačnog cjevovoda
- spuštanje donje razine uključivanja pumpi ispod projektirane radi uvlačenja i prepumpavanja kore

Opremu pumpne stanice treba održavati u skladu s uputama proizvođača opreme, a osim pumpi nužna je i kontrola cjelokupnog cjevovoda, kao i izvora napajanja elektromotora.

3. DIMENZIONIRANJE PUMPNE STANICE I ODABIR PUMPI ZA PUMPNU STANICU VELIKA KLADUŠA

Pri dimenzioniranju pumpnih stanica prvi element je topografsko snimanje terena za koje se projektira sistem. Drugi element je odabir odgovarajućih pumpi koje će biti ugrađene u predviđenu pumpnu stanicu. Cjelokupan sistem mora biti fleksibilan i usko vezan uz broj stanovnika određenog područja, a koji će definirati protok otpadnih voda kojim će se opteretiti pumpna stanica.

3.1. Proračun snage pumpi

Proračun pumpi se svodi na snagu elektromotora kojom se masa otpadne vode s jedne točke podiže i odvodi na drugu [1]. Za takvu ulogu pumpe vrijedi izraz za snagu:

$$P = \rho \frac{9,81 \cdot Q_{UK} \cdot H_{man}}{\eta} \quad (1)$$

gdje je:

Q - protok ili količina crpljenja (m³/s)
H_{man} - manometarska visina dizanja otpadnih voda (m)

η - koeficijent korisnog djelovanja pumpe (1)
 ρ - gustoća vode (kg/m^3)

Za svladavanja raznih otpora koji se javljaju u stvarnim uvjetima neophodno je dobivenu teoretsku snagu povećati do 15%.

Protok ili količina crpljenja je varijabilna i vremenski oscilira ovisno o broju stanovnika određenog područja, no ovisi i o vremenskim uvjetima, geografskom položaju određenog područja i sl. Specifična potrošnja vode za stanovništvo u jednom danu može se kretati od 160 l/dan/stan u zimskom periodu do 300 l/dan/stan u ljetnom periodu [6].

Uzimajući u obzir koeficijent umanjenja zbog neravnomjernosti, dolazimo do specifične dnevne potrošnje vode kako je prikazano u sljedećoj jednačbi:

$$Q_K = q \cdot K \quad (2)$$

gdje je:

K - koeficijent umanjenja (obično se uzima vrijednost 0.8 za manje naseljena područja)
 q - specifična potrošnja vode

Srednji dnevni protok dobiva se po jednačbi

$$Q_{SR,DN} = Q_K \cdot M \quad (3)$$

gdje je

M - mjerodavan broj stanovnika

Količina vode koja će se transportirati cjevovodima do pumpne stanice i od pumpne stanice do pročišćivača ima dva režima: sušni i kišni period. Iz tih razloga treba izračunati maksimalni dnevni i satni protok.

Maksimalni protok za sušni period određuje se iz jednačbe:

$$Q_{MAX}^{DNE,suš} = Q_{DNE,sred} \cdot K_{DN} \quad (4)$$

$$Q_{MAX}^{SAT,suš} = \frac{Q_{MAX}^{DNE,suš}}{24} \cdot K_{SN} \quad (5)$$

gdje je:

K_{DN} - koeficijent dnevne neravnomjernosti (za naselja do 25.000 stanovnika uzima se vrijednost $K_{DN}=1,5$)

K_{SN} - koeficijent satne neravnomjernosti (za naselja do 25.000 stanovnika uzima se vrijednost $K_{SN}=1,8$)

Maksimalni protok za kišni period određuje se po jednačbi:

$$Q_{MAX}^{SAT,kiš} = Q_{MAX}^{SAT,suš} + \frac{Q_{DNE,SREDNJE}}{24} \quad (6)$$

Za ukupan protok otpadnih voda treba odrediti količinu industrijskih otpadnih voda i oborinskih voda, kao i voda za gašenje požara pa se stoga primjenjuje jednačba

$$Q_{PUMPE} = Q_{dom} + Q_{ind} + Q_{poz} + Q_{ob} \quad (7)$$

gdje je:

Q_{dom} - otpadne vode nastale u domaćinstvima

Q_{ind} - otpadne vode nastale u industriji

Q_{poz} - otpadne vode za gašenje požara

Q_{ob} - oborinske vode koje se često miješaju s kanalizacijskim vodama

Za definiranje snage pumpe treba znati i manometarsku visinu dizanja koja je određena jednačbom:

$$H_{man} = H_{st} + \Delta H = H_{st,us} + H_{st,tl} + \Delta H_{us} + \Delta H_{tl} + \frac{v_{tl}^2}{2g} \quad (8)$$

gdje je:

H_{st} - statička visina dizanja (m)

ΔH - ukupni hidraulični gubici nastali tečenjem kroz usisnu i tlačnu cijev

$H_{st,us}$ - usisna statička visina dizanja

$H_{st,tl}$ - tlačna statička visina dizanja

ΔH_{us} - hidraulični gubici nastali tečenjem kroz usisnu cijev

ΔH_{tl} - hidraulični gubici nastali tečenjem kroz tlačnu cijev

$\frac{v_{tl}^2}{2g}$ - brzinska visina

Slijedi:

$$\Delta H_{us} = \Delta H_{LIN,us} + \sum_{i=1}^m \Delta H_{LOK,us} \quad (9)$$

$$\Delta H_{tl} = \Delta H_{LIN,tl} + \sum_{i=1}^m \Delta H_{LOK,tl} \quad (10)$$

gdje je:

m - broj mjesta lokalnih gubitaka na cjevovodu

$$\Delta H_{us} = \lambda_{us} \frac{L_{us} \cdot v_{us}^2}{D_{us} \cdot 2g} + \frac{v_{us}^2}{2g} (\xi_{uk} + \xi_{zk}) \quad (11)$$

gdje je:

ξ_{uk} - koeficijent lokalnog gubitka usisne korpe

ξ_{zk} - koeficijent lokalnog gubitka koljena pod 90°

Da bi se odredili gubici u usisnoj cijevi, neophodno je poznavati brzinu v_{us} i koeficijent trenja λ .

$$v_{us} = \frac{4Q}{D_{us}^2 \cdot \pi} \quad (12)$$

Koeficijent trenja λ očitavamo iz Moodyjevog dijagrama.

Gubici u tlačnom cjevovodu:

$$\Delta H_{tl} = \Delta H_{LIN,tl} \quad (13)$$

$$\Delta H_{tl} = \lambda_{tl} \frac{L_{tl} \cdot v_{tl}^2}{D_{tl} \cdot 2g} \quad (14)$$

Kako se radi o istoj vrsti cjevovoda, zadovoljen je uvjet:

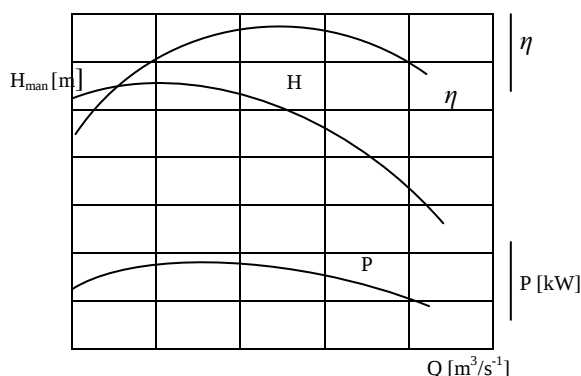
$$\begin{aligned} v_{tl} &= v_{us} \\ D_{tl} &= D_{us} \\ \lambda_{tl} &= \lambda_{us} \end{aligned} \quad (15)$$

Ukupnu visinu dizanja možemo definirati i jednažbom koja slijedi:

$$H_{UK} = H_{LOK} + H_{LIN} + H_{GEODETSKI} \quad (16)$$

Koeficijent korisnog djelovanja η je promjenjiva veličina za pojedine odnose Q i H_{man} , pumpnih agregata što ovisi i o njihovoj konstrukciji (slika 1.).

Svaka pumpa ima unutarnje gubitke uslijed trenja, tako da se unijeta energija ne iskoristi uvijek 100%, već reducirano na koeficijent korisnog djelovanja η . Najekonomičnije je koristiti pumpne agregate s koeficijentom korisnog djelovanja η_{max} .



Slika 1. Odnos $Q - H$, $Q - P$ i $Q - \eta$

Krivulje $Q - H$, $Q - P$ i $Q - \eta$ su tri osnovne krivulje karakteristika pumpe.

Kod projektiranja pumpnih stanica izbor pumpi provodi se iz proizvodnih kataloga na temelju karakteristika pumpi, tj. $Q - H$, $Q - P$ i $Q - \eta$ krivulja, budući da su svi pumpni agregati tipizirani [7].

3.2. Dimenzioniranje pumpne stanice i odabir pumpi za sistem otpadnih voda za područje Velike Kladuše

Za projektiranje danog objekta potrebno je geodetski snimiti trase polaganja cjevovoda kojima bi se voda dovodila do crpne stanice, te napraviti geološko kartiranje terena na kojem će se graditi sistem. Geološki podaci su iznimno važni, pogotovo za površinski sloj tla na kojem će se kopati jama.

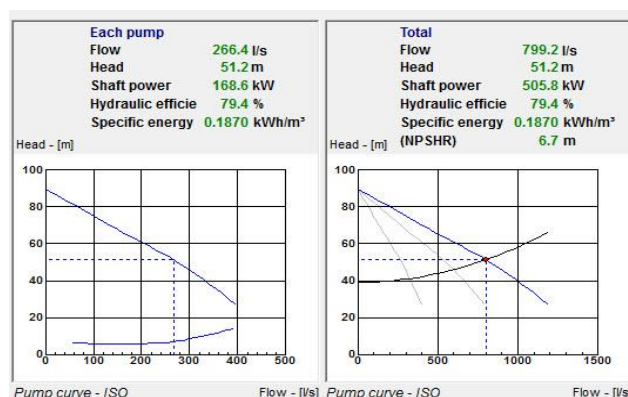
Na temelju proračuna pumpna stanica Velika Kladuša je objekt dimenzije 12.60 m x 9.90 m s prosječnom dubinom podzemnih prostorija od približno 6 m i visinom nadzemnih prostorija od 3 m.

U podzemnim prostorijama smješteno je kompletno pumpno postrojenje sa četiri paralelno vezane pumpe identičnog kapaciteta dobivenog primjenom jednažbe (2) i jednažbe (7), i to $Q=264$ l/sec. Kod određivanja ukupnog kapaciteta pumpi, a po prethodno iskazanim jednažbama, usvojeni su mjerodavni parametri za projektno razdoblje od 20 do 50 godina, gdje se uzelo u obzir da se mjerodavni broj stanovnika povećava do 100 000. Na osnovu opterećenja industrije i usklađenja opterećenja koja nastaju kroz tri smjene, uzeto je u obzir da se kroz industriju u projektom razdoblju stvara izvjesna količina otpadnih voda i do 50 l/s.

Geodetska visina do postrojenja za pročišćavanje koju ove pumpe trebaju savladati iznosi $H_g = 39,06$ m. S obzirom na dužinu cjevovoda i linijske gubitke koji se javljaju, mora se usvojiti nešto veća visina dizanja pumpi $H_p = 51$ m.

Za teoretski podatak na temelju jednažbe (7) i (8), kao i za kataloški podatak proizvođača FLYGT, dobivamo radne krivulje za odabir pumpi prikazane na slici 2.

Stvarni dotok u periodu izgradnje i puštanja sistema u rad neće biti jednak predviđenom maksimalnom, te je potrebno prilagoditi rad pumpi. To podrazumijeva neznatno smanjenje visine dizanja pumpe (povećanjem lokalnih gubitaka) kako za zadane protoke linija energije vode na postrojenju ne bi bila veća od 60.46 m. Na taj način se izbjegava uzburkavanje vode na postrojenju i izdvajanje H_2S plinovitih spojeva, kao i nekontrolirano izljevanje fekalija u objekte u koje voda dotječe.

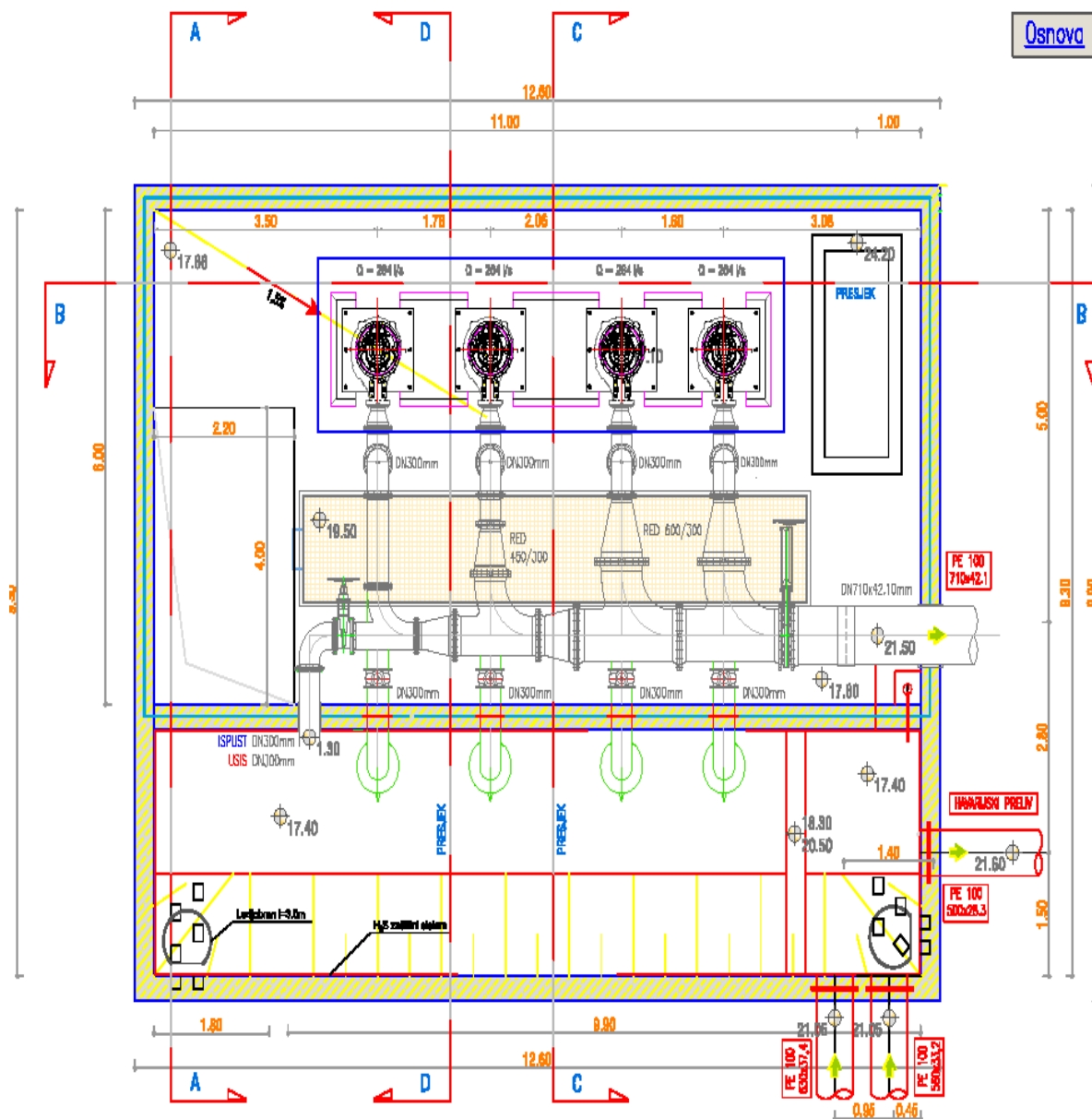


Slika 2. Radne krivulje za odabrane pumpe [8]

U pumpnu stanicu dolaze vode korespondentnim prečnicima cijevi, DN560 mm i DN630 mm, a cjevovod kojim bi se otpadna voda transportirala do postrojenja je polietilen 100 prečnika DN 710 mm sa stjenkom 42.10 mm, u kojem hidraulički gubici iznose: lokalni $H_{izg,lok} = 3.310$ m i linijski $H_{izg,lin} = 8,369$ m, za maksimalne protoke [9].

Izgled pumpne stanice prikazan je na slici 3.

Detaljnija specifikacija pumpi se dobiva direktno od ponuđača pumpi, s obzirom da se dizajn, ukupna efikasnost i snaga pumpi neznatno razlikuju od proizvođača do proizvođača.



Slika 3. Osnova pumpne stanice s prikazom instaliranih pumpi

Nezavisno od izbora proizvođača potrebno je odabrati pumpe koje će moći odvoditi otpadne vode s otpadnim česticama većih dimenzija, sve to zbog toga jer nisu planirane rešetke pred pumpnim postrojenjem, nego tek pred samim postrojenjem za pročišćavanje voda. U tom pogledu tvrtka FLYGT je razvila posebna tzv. C i N-kola. Ona imaju odgovarajući promjer radnog kola poboljšan za to razvijenim noževima koji kidaju veće komade i sprečavaju zamatanje i zaglavljivanje vlaknastih materijala u radnom kolu, a samim tim produžavaju radni vijek pumpe.

U tabelama (tabela 1.) u nastavku dane su hidrauličke karakteristike pumpe koje su odabrane za ovo projektno rešenje. Tabele redom odgovaraju prvoj, drugoj, trećoj i četvrtoj pumpi, što se vidi po kumulativnom protoku na koji se računa brzina vode u

cijevi. Usvojena razina gašenja svih pumpi je na 80 cm od donje ploče rezervoara, a razine na kojima se pumpe uključuju su usvojene na temelju preciznog balansa vode u rezervoaru.

Osim usvojene razine gašenja svih pumpi na 80 cm, potrebno je ugraditi i signalnu sondu na 60 cm koja aktivira alarmni sistem u slučaju ne gašenja pumpi na preciziranom nivou.

Svaka pumpa osim prve ima i svoj vlastiti signal gašenja, i to 1.40 m, 2.40 m, 3.0 m respektivno, za drugu, treću i četvrtu pumpu. Ovim se omogućava dinamički izbalansiran režim uključivanja i isključivanja pumpi, s time da se pumpe ne smiju uključivati više od 15 puta na sat [8]. Time se osigurava optimalan rad pumpi u odnosu na vijek trajanja i na hidrauličku efikasnost. Dispozicija pumpi prikazana je u osnovi pumpne stanice (slika 3.), na

kojoj se može vidjeti da je projektirana specijalna cijevna konstrukcija koja prihvaća potisne cjevovode sve četiri pumpe, a zatim se povezuje na glavni transportni sistem.

PS VELIKA KLADUŠA

JEDNA PUMPA AKTIVNA

ISTOVREMENI RAD 2 PUMPE

264 l/sec Qp/Quk 791 l/sec

532.8 l/sec Qp/Quk 791 l/sec

D	0,6258 m	Hp	51,00
A	0,308 m ²	Hst	39,06
Q	0,27 m ³ /s		
V	0,866 m/s	Nivo	2,50

D	0,6258 m	Hp	51,00
A	0,308 m ²	Hst	39,06
Q	0,60 m ³ /s		
V	1,948 m/s	Nivo	3,50

ISTOVREMENI RAD 3 PUMPE

REZERVA SISTEMA

791 l/sec Qp/Quk 791 l/sec

791 l/sec Qp/Quk 791 l/sec

D	0,6258 m	Hp	51,00
A	0,308 m ²	Hst	39,06
Q	0,79 m ³ /s		
V	2,572 m/s	Nivo	3,70

D	0,6258 m	Hp	51,00
A	0,308 m ²	Hst	39,06
Q	0,79 m ³ /s		
V	2,572 m/s	Nivo	3,80

*Hp - odabrana visina dizanja pumpe

*Hg - geodetska visina koju treba savladati pumpama

*D - prečnik potisne cijevi

*A - površina proticajnog profila

*Q - količina vode koju propušta odabrani prečnik cijevi pri ispunjenosti od 100%

*V - ostvarena brzina vode u cjevovodu [0.60 - 3.60 m/s]

*Nivo - dubina vode u rezervoaru, na kojoj se pumpa aktivira

Slika 4. Karakteristike pumpi odabranih za pumpnu stanicu Velika Kladuša

Spomenuta konstrukcija je sastavljena od fazonskih komada, T-komada s poboljšanim hidrauličkim karakteristikama (tzv. radijalni t-komadi), cijevnih elemenata i neophodnih zasuna kako bi pumpe bile zaštićene od nepredviđenog ponašanja sistema. Svi fazonski komadi i cijevni materijal u pumpnoj stanici bit će napravljen od lijevanog čelika s unutarnjom epoksidnom oblogom kao zaštitom od agresivnog rada otpadnih voda.

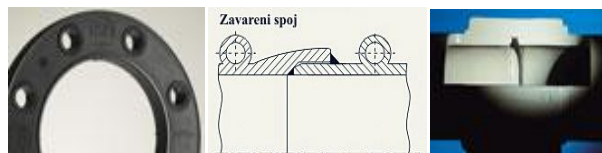
Elementi se spajaju na dva načina. Elemente koji povezuju pumpe i kolektorsku građevinu treba povezati preko flanši jer se na taj način osigurava lako održavanje i remont pumpi. Svi ostali elementi povezuju se zavarivanjem, čime se postiže efikasnost projektiranog sistema, a cijene su znatno niže u odnosu na flanšni način povezivanja (slika 5.).

Svi zatvarači su tipa zasuna da bi se otklonili dijelovi koji bi u cjevovodu bili mjesta suženja, nakupljanja otpadnih tvari ili čak začepjenja.



Slika 5. Fazonski komadi [4]

S obzirom na to da su elementi u pumpnoj stanici od lijevanog čelika, a da su linijski cjevovodi od polietilena već definiranih karakteristika, potrebno je napraviti blagovremeni i hidraulički povoljan prijelaz s jednog na drugi materijal. Za takve slučajeve najprihvatljivija je upotreba PE tuljka koji bi bio postavljen odmah nakon glavnog zasuna DN600 mm. On bi se nakon toga spajao s polietilenskom cijevi fuzijskim zavarivanjem preko spojnice.



Slika 6. Elementi za spajanje pumpnog sistema i cjevovoda [5]

Ovakvim sistemom pumpi, međusobno povezanih i različitih kapaciteta, zahvaća se voda iz podzemnog rezervoara maksimalne zapremine 125 m³ s kotom maksimalne razine vode od 21.40 m. Do ove razine sukcesivno se na različitim rastojanjima uključuju prvo jedna, zatim druga pumpa, dok se na kraju ne uključe sve tri pumpe koje mogu pumpati cijeli dotok koji pristiže u rezervoar. Četvrta pumpa predstavlja aktivnu rezervu i njeno uključivanje definirano je automatskim radom pumpi, koji isporučuje sam proizvođač pumpi. Razine na kojima se pumpe uključuju dane su u sklopu tabela prikazanih na slici 4.

U slučaju nestanka struje, ulogu pokretanja pumpi preuzimaju agregati projektiranih snaga koji će biti instalirani pored objekta pumpne stanice u posebnom kućištu ili u tvorničkim spremnicima. Agregati se projektiraju tako da pokrivaju istovremeni rad tri pumpe koje su dovoljne za nesmetano pumpanje protoka. U konkretnom slučaju, pokretanje tri pumpe predviđenih snaga 215 kW zahtijeva ne manju snagu agregata od 645 kW, te je poželjno usvajanje radne snage agregata od 650 kW. Kako bi se opterećenje od agregata pravilno prenijelo na tlo u skladu s masom i dimenzijama agregata, kao i pozicijom na terenu, potrebno je prije pozicioniranja istog pripremiti armirano-betonsku podlogu s prepustima od 10 cm u odnosu na dimenzije agregata. Debljina podložne ploče ne bi trebala biti manja od 20 cm.

Spoj ulijevnih ili izljevnih cijevi s betonskom konstrukcijom radi se preko gumenih traka debljine 10 mm koje se postavljaju oko cijevi, u širini od 40 cm (po 5 cm prepusta s obje strane zida). Na taj način se postiže dobro začepjenje, sprječava se trenje između cijevi i betonskog zida, a u isto vrijeme dopušta se minimalan rad cijevi uslijed hidrauličkih nepravilnosti (prije svega na potisnom cjevovodu). Guma kao materijal otporan je na agresivno djelovanje fekalnih voda i pratećih kemijskih reakcija. Ovakav spoj predviđen je na potisnim cjevovodima i slučajnom ispustu iz cjevovoda u rezervoar, dok bi se ostali spojevi mogli napraviti u obliku prirubnice koja bi se ugradila u beton pa bi se time ostvarila kruta veza.

Ako dođe do kvara sistema takvog da su pumpe ispravne, nema struje, agregati se ne mogu aktivirati

(kvar na opremi u komandnom ormaru koji regulira rad sistema), ostavlja se krajnja mjera zaštite u obliku fizički izgrađenog sigurnosnog preljeva od materijala PE 100, prečnika DN500 mm sa stijenkom od 28.3 mm. Ovaj sigurnosni preljev će se direktno vezati na gravitacijski cjevovod DN800 mm koji ide direktno od postrojenja za pročišćavanje do riječnog ispusta. Da bi se moglo ostvariti isticanje vode ovom hidrauličkom linijom, neophodno je zatvoriti gravitacijski cjevovod na samom postrojenju elektromagnetnim zasunom. Cjevovod se prazni na dva načina. Najprije se veća zapremina cjevovoda isprazni preko samog rezervoara (ovo je jedino moguće ako se uspostavi zatvoren sistem sa šaht poklopcima koji trpe pritisak i ne propuštaju plinove). Nakon toga manja zapremina vode ostaje u cijevi s obzirom na to da se sigurnosni preljev ne nalazi na najnižoj koti. Ta količina vode se prazni preko muljnog ispusta koji je povezan na sigurnosni preljev. Time se stječu uvjeti za remont cjevovoda ili za njegovo čišćenje ako bude potrebno.

- [7] <http://www.besplatniseminarskiradovi.com/ZastitaZivotneSredine/PreciscavanjeOtpadnihVoda.htm>
- [8] <http://www.flygt.com/>
- [9] <http://cmc-ekocon.ba>

Kontakt autora:

Elvis Hozdić, dipl.ing.mas.

Tehnički fakultet Bihać

Dr. Irfana Ljubijankića bb, Bihać

ehozdic@yahoo.com

prof. dr. Milan Jurković, dipl.ing.mas

Tehnički fakultet Bihać

Dr. Irfana Ljubijankića bb, Bihać

4. ZAKLJUČAK

Lokalna zajednica općine Velika Kladuša u fazi je projektiranja sistema odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda na geografskom području koje gravitira spomenutoj općini. Cijeli sistem sastoji se od mnoštva detalja, a ovaj rad prikazuje pumpni sistem glavne predpumpne stanice kapaciteta koji nadilazi stvarne potrebe. Treba imati na umu da je općina Velika Kladuša mjesto na kojem su prepoznati veliki proizvodni sistemi. Stoga je kroz ovu problematiku skrenuta pozornost na one elemente pumpne stanice koji bitno utječu na vrsnoću i režim rada cjelokupnog sistema. Izgradnja sistema za pročišćavanje otpadnih voda ne samo da je obaveza koju Velikoj Kladuši nameće činjenica ulaska Republike Hrvatske u EU, već i dokaz o zaštiti okoliša i životne sredine općine Velika Kladuša i susjednih općina u Hrvatskoj.

U fazi projektiranja nužno je predvidjeti takvo tehnološko rješenje s mogućnostima prihvata varijabilnih opterećenja, s mogućnošću dograđivanja viših kapaciteta, ali i najmanji nepoželjni utjecaj na okolinu.

5. LITERATURA

- [1] Cetinić, I.: Instalacije vodovoda i kanalizacije, Građevinski fakultet Zagreb, Zagreb, 2005.
- [2] Direktive of the European Parliament and of the Council establishing a framework for Community action in the field of water policy, 2000/60 EC, O.J.NoL. 327, 2000.
- [3] Projekt: Vodoopskrba i odvodnja otpadnih voda Federacije Bosne i Hercegovine za područje općine Velika Kladuša, siječanj 2013.
- [4] <http://mdsinzenjering.com>
- [5] <http://krusik-plastika.co.rs>
- [6] www.wlw.hr/.../projektiranje-sustava-za-odvodnju-otpadnih-voda.as

A CONTRIBUTION TO THE DEVELOPMENT OF DEVICE FOR TRANSFERRING HIGH VISCOSITY MEDIA

DOPRINOS RAZVOJU UREĐAJA ZA PREPUMPAVANJE VISOKOVISKOZNIH MEDIJA

Ante Čikić, Siniša Švoger

Preliminary communication

Abstract: In the processing industry high viscosity media are transferred by using very expensive worm-drive pumps whose form and characteristics are adapted to the standardized packaging of the media. A significantly cheaper and simpler device with a worm coil has been designed for the purpose of transporting media of various viscosities. Experimental transferring was carried out on a limited number of media samples of various viscosities. The functionality of the device was confirmed. The results of the experiment during the operation of the device with two versions of worm coils (1 and 2) were compared. Guidelines for further research and possible development of an applicable device were proposed.

Key words: high viscosity media, worm coil, experimental device.

Prethodno priopćenje

Sažetak: U prerađivačkoj industriji se za pretakanje viskoviskoznih medija koriste veoma skupe zavojne pumpe oblikom i karakteristikama prilagođene standardiziranoj ambalaži medija. Osmišljen je znatno jeftiniji i jednostavniji uređaj s pužnom zavojnicom za transport medija različite viskoznosti. Provedena su pokusna ispitivanja pretakanja na ograničenom broju uzoraka dostupnih medija različite viskoznosti. Utvrđena je funkcionalnost uređaja. Uspoređeni su rezultati ispitivanja pri radu uređaja sa dvije izvedbe pužne zavojnice (1 i 2). Predložene su smjernice daljnjeg istraživanja i mogućeg razvoja primjenjivog uređaja.

Cljučne riječi: viskoviskozni mediji, pužna zavojnica, pokusni uređaj.

1. INTRODUCTION

In the processing industry (food industry, pharmaceutical industry, chemical industry,...) very expensive worm-drive pumps [1, 2, 3, 4] are usually used for transferring high viscosity media (glycerol, liquid paraffin, sorbitol, various types of liquid sweeteners, additives etc.). Media of viscosity from 1 Pa s to around 30 Pa s are transferred from thin-wall metal cylindrical containers of volume ranging from 0.2 m³ to 0.3 m³ into smaller plastic containers of volume ranging from 10 l to 20 l that can be transported easily and be used for utilizing media in technological processes. The stator tube with the drive shaft and propeller of the worm-drive pumps is vertically immersed in a medium through the opening on the upper side of the cylindrical container with the standard Ø 50 mm. A drive electric motor with a modifiable number of rotations is positioned on the axle from the upper side of the pump, outside the container. The penetration depth of the cylindrical part of the pump with the propeller on the top of the drive shaft depends on the amount of viscous medium, but it maximally reaches the bottom of the container. The respective worm-drive pumps are from the constructional and

functional perspective adapted to the opening diameter and the size and form of the container [3, 4]. By means of a flexible pipeline connected to the pressure side of the pump a viscous medium is transported (transferred) on short distances (a few meters) into smaller plastic containers. A practical example of transferring viscous media is shown in Figure 1.

For the purpose of easier and more suitable manipulation, part replacement and maintenance as well as significantly simpler and cheaper implementation, an experimental device was designed. Furthermore, experimental measuring in transferring media of various viscosities was carried out.

2. EXPERIMENTAL DEVICE

A worm coil with a drive shaft that is centrally leant against the lower and upper bearing [5, 6, 7] is integrated in the cylindrical casing with the inner diameter amounting to Ø 35 mm, wall thickness amounting to 2.5 mm and the overall length amounting to 526 mm.



Figure 1. A practical example of transferring viscous media

By placing the device in the vertical position, the medium inlet is located on the bottom side, and the outlet is vertically aligned to the coil at the top of the device. By the use of reduction and coupling, a PVC flexible tube with the inner diameter amounting to $\varnothing 30$ mm is connected to the inlet (pressure) side and is used for transporting a viscous medium into the smaller plastic container. The selected material of the experimental device is adapted to its usage in food, pharmaceutical and chemical industry. The drive shaft of the drive device, the worm coil and the cylindrical casing are made of stainless steel (NIROSTAL 4541). The casing with a bearing and the shaft collar are made of bronze (GBZ 14) [7]. Other device elements are made of hard PVC material. Two worm coils tightly screwed to the shaft with the diameter amounting to $\varnothing 10$ mm were made for the purpose of experimental measuring. The external diameter of coil 1 amounted to $D_1 = 24$ mm, coil pitch amounted to $s_1 = 29$ mm. The external diameter of coil 2 amounted to $D_2 = 34$ mm, whereas the coil pitch amounted $s_2 = 14$ mm (Figure 2).

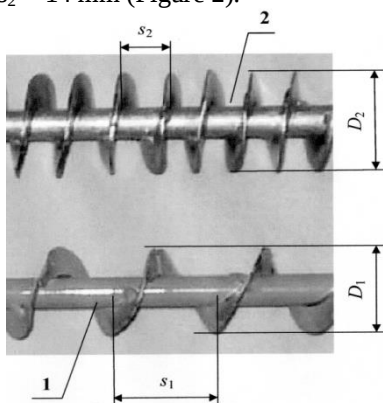


Figure 2. Coil diameter and pitch 1 and 2

The inclination angle of coil 1 amounted to $\gamma_1 = 15^\circ$, and the inclination angle of coil 2 amounted to $\gamma_2 = 30^\circ$. The coils are shown in Figure 3 and the longitudinal cross-section of the experimental device is shown in Figure 4a. The external appearance of the experimental device is shown in Figure 4b.

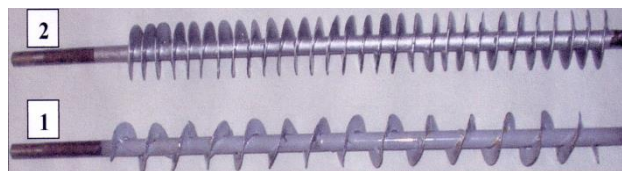
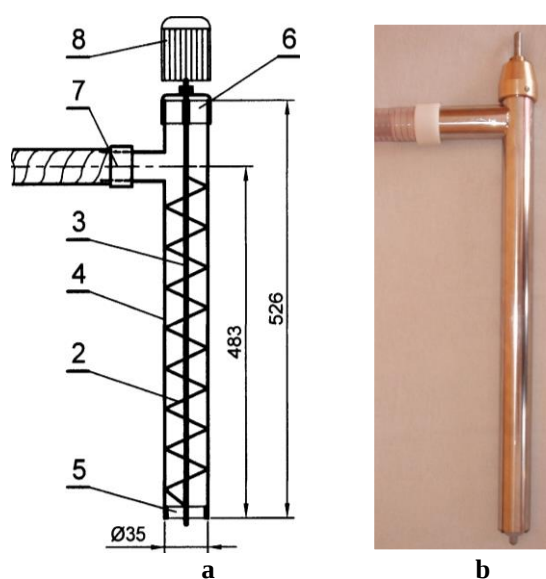


Figure 3. Worm coil 1 and 2

A drive electric motor with a modifiable number of rotations $n_{\max} = 3000 \text{ min}^{-1}$ and maximum power amounting to $P = 1000 \text{ W}$ was mounted on the shaft of the experimental device. During the experiment the number of rotations of the electric motor amounted to $n = 2700 \text{ min}^{-1}$, and the electric energy P_e was measured by an integrated electronic device for measuring the electric energy consumption. Time of transferring selected media of various viscosities t was measured by a digital stopwatch. The mass $m_{P(1,2)}$ of empty plastic containers P1 and P2, i.e. containers with a medium $m_{PM(1,2)}$ was measured before and after the transfer by digital scales.

The mass of each of the experimental media at the temperature amounting to 20°C was determined based on the following relation:

$$m_M = m_{PM(1,2)} - m_{P(1,2)} \quad \text{kg.} \quad (1)$$



2. Coil 2, 3. Shaft, 4. Tube (stator)
5. Sliding bearing, 6. Ball bearing with a shaft collar
7. Coupling with reduction, 8. Electric motor

Figure 4. Experimental device for transferring viscous media

Due to relatively high price of media of various viscosities, an available amount adapted to purchase possibilities and experiment conditions was used. Mass flux of a medium was determined according to the following expression:

$$\bar{m} = \frac{m_M}{t} \quad \text{kg/s.} \quad (2)$$

3. EXPERIMENTAL MEASURING

3.1. The first experimental measuring

It was carried out by positioning plastic containers P1 and P2 on a horizontal surface one next to another, as shown in Figure 5.

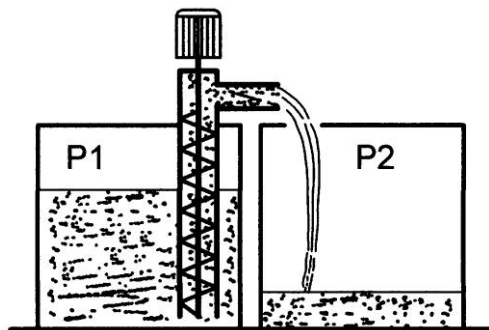


Figure 5. The scheme of the first experiment

Transferring media of various viscosities was carried out by using an experimental device with the worm coil 1, and then with the worm coil 2, without a flexible tube being connected to the outlet (pressure) opening of the device. The results of the first experimental measuring ($t, m, \bar{m}, P_e$) at $n = 2700 \text{ min}^{-1}$ of the drive electric motor of the experimental device are shown in table 1.

Table 1. Results of the first experimental measuring

Medium	μ Pa s	t s	m kg	$\bar{m}$ kg/s	P_e W s
Coil 1					
Glycerol	1.49	27	9.4	0.35	480
Sorbitol	0.210	46	10	0.22	450
Liquid paraffin	0.189	50	6.1	0.12	441
Water	0.001	254	7.4	0.03	415
Coil 2					
Glycerol	1.49	19	9.6	0.50	780
Sorbitol	0.210	42	9.8	0.23	644
Liquid paraffin	0.189	43	6.3	0.19	650
Water	0.001	65	7.7	0.05	490

3.2. The second experimental measuring

The distance between plastic containers P1 and P2 of equal volumes amounts to the length of the flexible pipeline $l = 1.3 \text{ m}$ with the inner diameter amounting to $\varnothing 30 \text{ mm}$, as shown in Figure 6.

This distance is often applied in practice when media are transferred from one into another container, both of which are placed on a flat surface. The results of the second experimental measuring ($t, m, \bar{m}, P_e$) at $n = 2700 \text{ min}^{-1}$ of the drive electric motor of the experimental device are shown in table 2.

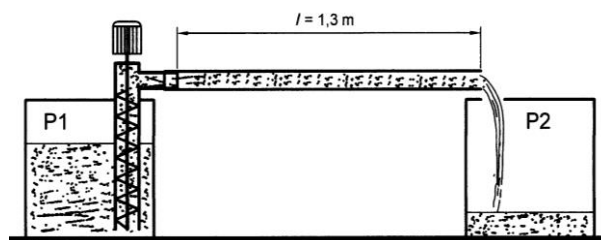


Figure 6. The scheme of the second experiment

Table 2. Results of the second experimental measuring

Medium	μ Pa s	t s	m kg	$\bar{m}$ kg/s	P_e W s
Coil 1					
Glycerol	1.49	30	9.1	0.30	489
Sorbitol	0.210	49	9.7	0.21	455
Liquid paraffin	0.189	54	5.9	0.11	448
Water	0.001	296	7.1	0.02	419
Coil 2					
Glycerol	1.49	23	9.3	0.40	780
Sorbitol	0.210	45	9.4	0.21	650
Liquid paraffin	0.189	46	5.8	0.11	648
Water	0.001	71	7.0	0.1	419

3.3. The third experimental measuring

Exceptions from usual practice sometimes refer to transferring media from container P1 into container P2 that is located at a height greater than container P1. For the length of the PVC pipeline $l = 1.3 \text{ m}$ the maximum inclination angle between the horizontal surface at the location of the pressure connection with the experimental device and a flat sloped pipeline amounts to $\alpha = 70^\circ$ (Figure 7).

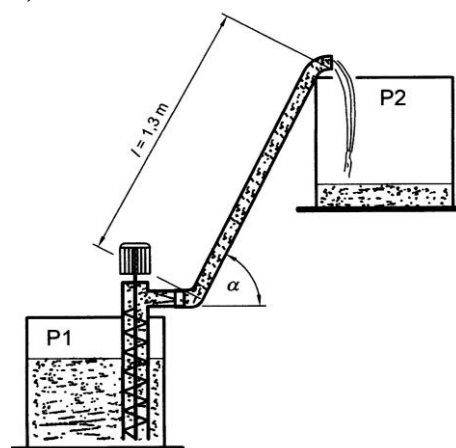


Figure 7. The scheme of the third experiment

Quantified values of the third experimental measuring ($t, m, \bar{m}, P_e$) at $n = 2700 \text{ min}^{-1}$ of the drive electric motor of the experimental device are shown in table 3.

Table 3. Results of the third experimental measuring

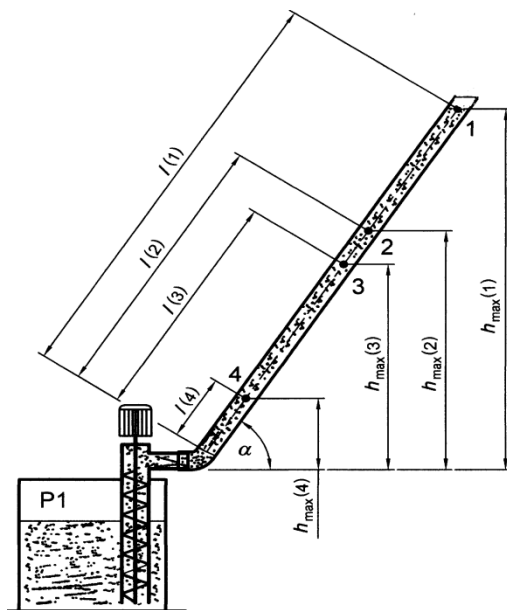
Medium	μ Pa s	t s	m kg	$\bar{m}$ kg/s	P_e W s
Coil 1					
Glycerol	1.49	36	9.0	0.25	489
Sorbitol	0.210	56	9.3	0.16	457
Liquid paraffin	0.189	58	6.0	0.10	449
Water	0.001	---	---	---	---
Coil 2					
Glycerol	1.49	28	9.1	0.33	788
Sorbitol	0.210	51	9.2	0.18	673
Liquid paraffin	0.189	53	5.9	0.10	655
Water	0.001	79	7.1	0.09	476

3.4. The fourth experimental measuring

For the purpose of checking the maximum transport height of tested media by using the experimental device (immersed in the container P1) with coil 1 and coil 2, a flat PVC pipeline with the length amounting to 7.5 m and inner diameter amounting to $\varnothing 30$ mm was connected to its outlet side, as shown in Figure 8. Pipeline slope in relation to the horizontal surface amounted to $\alpha = 70^\circ$.

By turning the electric motor of the drive device on at a constant number of rotations $n = 2700 \text{ min}^{-1}$ and after time $t = 60$ s had expired, during the usage of glycerol (1), sorbitol (2) and liquid paraffin (3), i.e. $t = 240$ s during the usage of water (4), pipeline lengths $l(1)$, $l(2)$, $l(3)$ and $l(4)$ on which the medium level had stabilized were measured. The height $h_{\max}$ (1, 2, 3, 4) was determined according to the following:

$$h_{\max}(1, 2, 3, 4) = l(1, 2, 3, 4) \cdot \sin \alpha \quad \text{m.} \quad (3)$$

**Figure 8.** The scheme of the fourth experiment

Measurement results $[l(1,2,3,4), P_e]$ and calculated values of $h_{\max}(1,2,3,4)$ are shown in table 4.

Table 4. Results of the fourth experimental measuring at $n = 2700 \text{ min}^{-1}$ of the drive electric motor of the experimental device

Medium	μ Pa s	l m	$h_{\max}$ m	P_e W s
Coil 1				
Glycerol (1)	1.49	2.13	2	487
Sorbitol (2)	0.210	1.7	1.6	458
Liquid paraffin (3)	0.189	1.49	1.4	454
Water (4)	0.001		0.5	403
Coil 2				
Glycerol (1)	1.49	7.45	7	687
Sorbitol (2)	0.210	4.8	4.5	600
Liquid paraffin (3)	0.189	4.26	4.0	554
Water (4)	0.001	1.6	1.5	465

4. RESULTS ANALYSIS

By experimental transferring of available media of various viscosities the functionality of the experimental device with worm coils 1 and 2 was proven. Experiments were carried out at $n = 2700 \text{ min}^{-1}$ of the drive electric motor of the experimental device. The pitch and inclination angle values of coil 2 are twice as high the ones referring to coil 1. The free cross-section between the stator (casing) of the experimental device and coil 1 amounts to 53%, whereas between the stator and coil 2 it amounts to 5.6% of the overall cross-section. At atmosphere pressure and temperature amounting to 20°C water viscosity is significantly lower (between 189 and 1490 times) than the viscosity of media used in experimental measuring.

During the transferring of media of higher viscosity (liquid paraffin, sorbitol, glycerol) using coil 2 in the experimental device, the consumption of electric energy is higher by about 30% to 38% in comparison to transferring the same media using the experimental device with coil 1. For approximately equal medium mass in somewhat shorter intervals, the mass flux of glycerol was increased by around 25% to 30% by using the experimental device with coil 2, regardless of the position of the container P2. The transport of water from container P1 to container P2 is negligible and the experimental device cannot be used for transferring media of very low viscosity. With the increase of medium viscosity the transport height $h_{\max}$ increases around 2.6 – 3.5 times during the medium transfer using the experimental device with coil 2 in comparison to the one with coil 1. The consumption of electric energy is higher by around 25% to 30% at driving the experimental device with coil 2.

5. CONCLUSION

Due to high costs and complex construction of pumps for transferring very expensive media of various (often high) viscosities, a significantly cheaper and simpler experimental device was designed and experimentally

tested using available media of various viscosities. The experiments confirmed its functionality and maximum transport height. In experimental conditions and approximately equal time intervals the following was determined: the transported mass of media of various viscosities, mass flux and consumed electric energy of the device with worm coil 1 and 2. The height $h_{\max}$ is significantly affected by the free space between the stator (casing) and the coil. Better results were achieved by using coil 2. Further research should aim at optimizing the geometrical shape of the worm coil, maximal reducing the free space depending on the transfer rate and medium viscosity. Furthermore, mathematical models with experimental checkup of transferring media of higher to maximally possible viscosity up to the limit of technical applicability and cost-effectiveness of the device are to be developed.

6. LITERATURE

- [1] <http://hr.wikipedia.org/wiki/Glicerol>, October 2012
- [2] <http://en.wikipedia.org/wiki/Sorbitol>, October 2012
- [3] <http://bs.wikipedia.org/wiki/Pumpa>, October 2012
- [4] <http://www.flux-pumpen.de/us/home.html>, October 2012
- [5] White, M., F.; Fluid Mechanics, University of Rhode Island, McGraw-hill, 2001
- [6] Čikić, A., Kondić, Ž.; Osnove mehaničkih operacija, Technical College in Bjelovar, Bjelovar 2012
- [7] <http://www.lezaji.com/?modul=kljent&kid=2523&artikal=1904693>, October 2012

Contact data:

Ante Čikić, PhD, Assistant Professor

Technical College in Bjelovar
Trg E. Kvaternika 4, 43000 Bjelovar
acikic@vtsbj.hr

Siniša Švoger (former student)

Technical College in Bjelovar
Trg E. Kvaternika 4, 43000 Bjelovar
sinisa.svoger@gmail.com

English version proofread by:

Ivana Jurković, lecturer
Technical College in Bjelovar

3D MODELIRANJE ZAŠTITNE NAVLAKE, DEKORATIVNOG POKLOPCA, DRŽAČA RUČICE I RUČICE AUTOMOBILSKOG MJENJAČA

3D MODELLING OF PROTECTIVE CASING, DECORATIVE COVER, SHIFT LEVER HANDLER AND SHIFT LEVER OF CAR GEARBOX

Nuridin Čehajić

Stručni članak

Sažetak: U radu je prikazana izrada 3D modela zaštitne navlake, dekora, držača ručice i ručice mjenjača automobila. Na temelju kreiranog 3D modela sklopa, izvršeno je generiranje 2D tehničke dokumentacije, a sve uz podršku softverskog programa CATIA V5 i njegovih namjenskih skupova modula: Sketcher, Part Design, Assembly Design i Drafting. Na ovaj način stvorene su pretpostavke za izradu proizvoda i njegovu funkcionalnu i ergonomsku provjeru u stvarnim uvjetima rada i upotrebe.

Ključne riječi: zaštitna navlaka ručice mjenjača, dekorativni poklopac ručice mjenjača, držač ručice mjenjača, ručica mjenjača, 3D modeliranje, CATIA V5

Professional paper

Abstract: This paper presents the development of a 3D model of protective covers, decor, shift lever handler and car shift lever. On the basis of the created 3D assembly model, 2D technical documentation was generated, with the software application CATIA V5 and its modules: Sketcher, Part Design, Assembly Design and Drafting. In this way, the preconditions for the development of the product and its ergonomic and functional verification in real work conditions and usage have been created.

Key words: protective casing of gearbox shift lever, decorative cover of gearbox shift lever, gearbox shift lever handler, gearbox shift lever, 3D modelling, CATIA V5

1. UVOD

Oblikovanje strojnih dijelova i sklopova pomoću računala ima mnogo širi značaj od samog grafičkog prikazivanja. Na ovaj način je omogućeno 3D modeliranje oblika sastavljenog od prostijih (elementarnih) oblika, koje je usko povezano s dimenzioniranjem, a koje se zasniva na odgovarajućim matematičkim modelima. Pored toga omogućeno je „pamćenje“ oblika pa se može formirati baza podataka onih oblika koji se često ponavljaju. To omogućava svođenje konstruiranja na odabir i komponiranje strojnih sklopova i drugih struktura od već razrađenih i sačuvanih oblika dijelova.

Crtanje pomoću računala (Computer Aided Design-CAD) omogućava da se kreirani 3D modeli dijelova i sklopova, u skladu s pravilima tehničkog crtanja prevedu u 2D projekcije i pomoću plotera prenose na papir. Pri tome se crtež kompletira kotama, tabelama, napomenama, obradama i sl.

Stalni zahtjevi tržišta, ali i tržišna konkurencija za novim i jeftinijim proizvodom direktno utječu na brži razvoj računalnih CAD programa.

Na osnovu spomenutog u radu je prikazana izrada 3D modela i 2D tehničke dokumentacije zaštitne navlake, dekora, držača ručice i ručice mjenjača automobila.

2. 3D MODELIRANJE I SOFTVERSKI PROGRAM CATIA V5

Svi dosadašnji razvijeni softverski programi za izradu 3D modela mogu se prema namjeni i rezultatima podijeliti na:

- softverske programe za crtanje kontura i dijagrama
- softverske programe za modeliranje ljuski
- softverske programe za modeliranje oblika geometrijskih tijela, odnosno strojnih dijelova i sklopova.

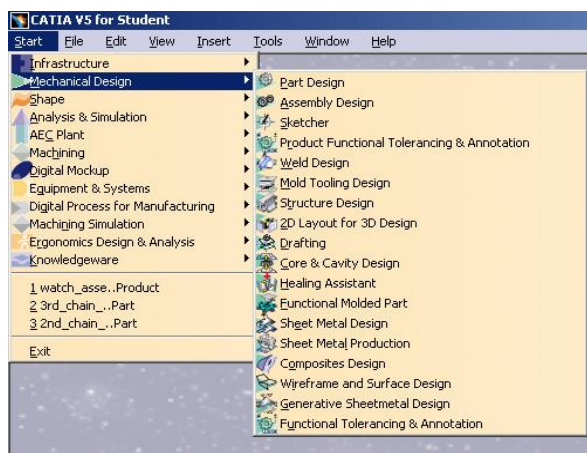
Kako se ovi posljednji softverski programi mogu podijeliti na površinsko (Surface) i zapremsko (Solid) modeliranje, dobivamo vrste grafičke prezentacije:

- modeliranje složenih kontura i dijagrama
- žičani, ivični modeli (Wire Frame)
- površinski modeli (Surface)
- zapremski modeli (Solid)
- hibridni modeli (kombinacija površinskih i zapremskih modela)

U radu je za izradu 3D modela korišten softverski program CATIA V5 i njegov modul za zapremsko modeliranje *Part Design*, kao i modul za izradu skica

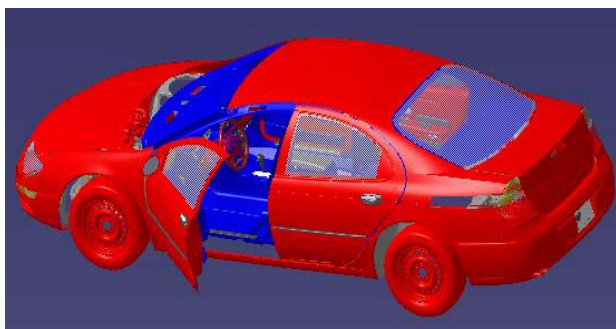
Sketcher, za izradu sklopova *Assembly Design* i za izradu tehničke dokumentacije *Drafting* (slika 1.).

Termin zapreminsko modeliranje odnosi se na postupak gdje se dijelovi kreiraju kombinacijom zapreminskih objekata ili tehničkih elemenata da bi se dobio 3D strojni dio [3]. Zapreminski modeli se generiraju i na temelju 2D skiciranih profila za dobivanje tehničkih elemenata kao što su osovine, ekstruzije, „džepovi“, „rebra“, ili elementi tipa loft. Gotovi tehnički elementi tipa draft, fillet, chamfer ili thickness se kreiraju zadavanjem komandi nad postojećom geometrijom 3D modela, kako bi se kreirao složeniji model, tj. izvršila bi se njegova nadogradnja. Iz spomenutog se može reći da snaga zapreminskog modeliranja zavisi od toga koliko se jednostavno neki objekt može definirati kombinacijom različitih objekata da bi se kreirao željeni oblik.



Slika 1. Prikaz namjenskih modula softvera CATIA V5

CATIA V5 je program koji se primarno koristi u automobilske i avionske industrije za razvoj automobila i aviona i softver je koji neprimjetno integrira sve aspekte procesa razvoja proizvoda.



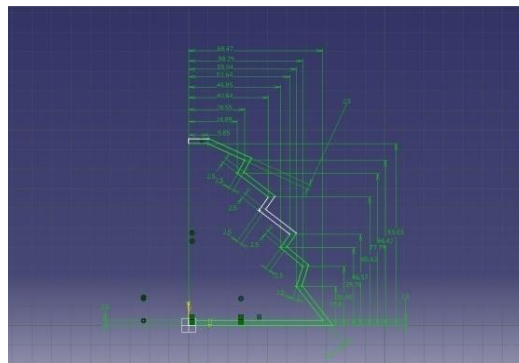
Slika 2. 3D model automobila (CATIA V5)

Također, CATIA V5 je asocijativni sistem koji pokriva i povezuje sve faze i aktivnosti jednog proizvodnog poduzeća. Asocijativnost i fleksibilnost programa omogućava da se izvršene izmjene na modelu odraze kroz sve faze razvoja proizvoda, što omogućava kontrolu prenošenja promjena na modelu do svih članova tima za razvoj proizvoda.

3. IZRADA 3D MODELA ZAŠTITNE NAVLAKE, DEKORA, DRŽAČA RUČICE I RUČICE MJENJAČA AUTOMOBILA

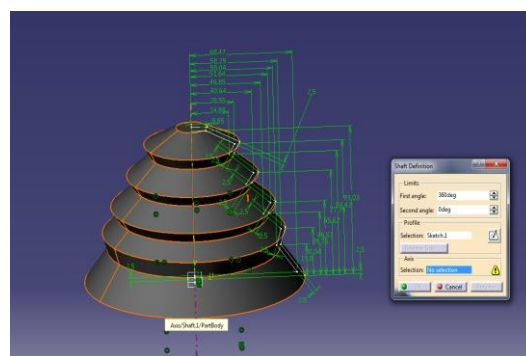
3.1. Zaštitna navlaka ručice mjenjača

U radnom okruženju za crtanje skica - *Sketcher* izrađena je 2D skica zaštitne navlake ručice mjenjača (slika 3.).



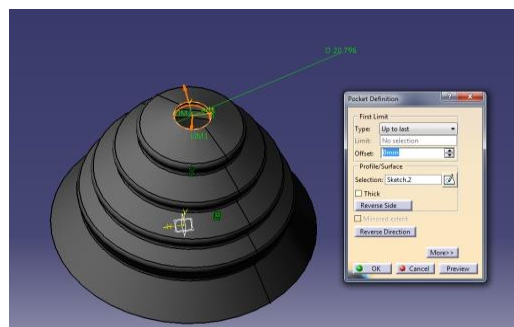
Slika 3. Skica profila zaštitne navlake ručice mjenjača

Dodavanjem materijala opcijom *Shaft* za ugao 360° uz prethodno selektirani profil (slika 3.), dobije se oblik modela (slika 4.).



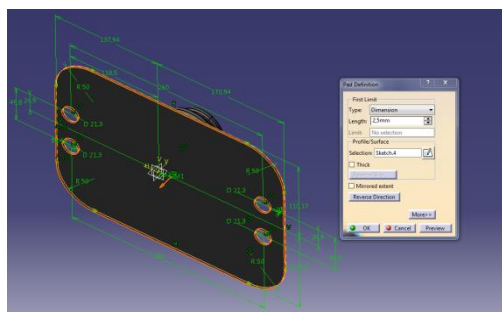
Slika 4. 3D model zaštitne navlake

Zaobljavanjem svih vanjskih vrhova opcijom *Edge Fillet* i bušenjem otvora na vrhu modela funkcijama *Circle* i *Pocket* model dobiva novi oblik (slika 5.).



Slika 5. Izgled 3D modela nakon zaobljavanja i izrade otvora

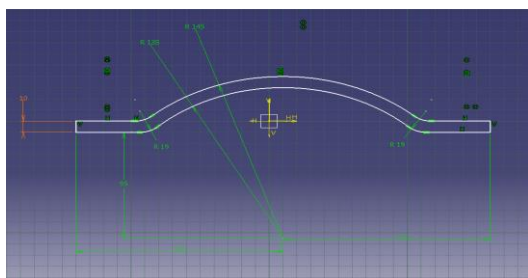
Izradom skice za podlogu zaštitne navlake i otvora za njeno pričvršćenje, te ekstrudiranjem prema nacrtanom profilu pomoću funkcije *Pad* zaštitna navlake dobiva završni izgled (slika 6.).



Slika 6. Završni izgled 3D modela zaštitne navlake ručice mjenjača

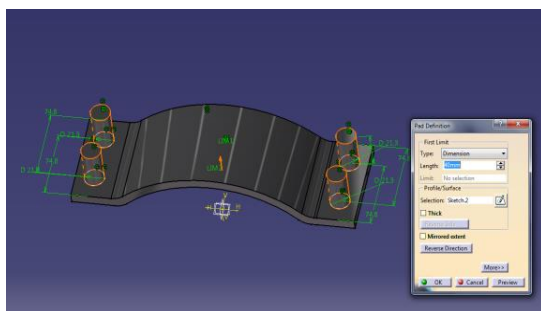
3.2. Držač ručice mjenjača

Korištenjem paleta alata *Profile*, *Constraint* i *Operation* u modulu za izradu skica *Sketcher* nacrtan je polazni oblik profila držača ručice mjenjača (slika 7.).



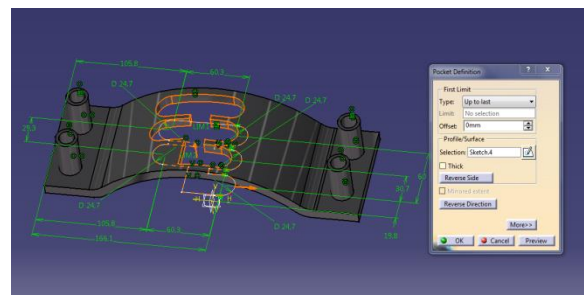
Slika 7. Polazni oblik profila držača ručice mjenjača

Slijedi ekstrudiranje nacrtanog profila za vrijednost 99,8 mm, a dodatnim crtanjem profila četiri kružnice i njihovim ekstrudiranjem za vrijednost 40 mm model poprima oblik kao na slici 8.



Slika 8. Ekstrudiranje profila držača ručice mjenjača i kružnica

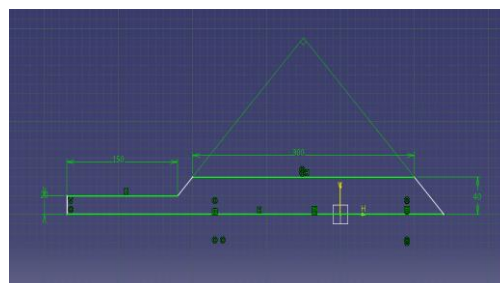
Crtanjem dodatne četiri kružnice prečnika 20 mm na gornjoj površini ekstrudiranih kružnica koje imaju zajednički centar s ranije ekstrudiranim kružnicama i uklanjanjem materijala, te dodatnim crtanjem profila kao osnove za još jedno uklanjanje materijala opcijom *Pocket*, model dobiva konačni oblik (slika 9.).



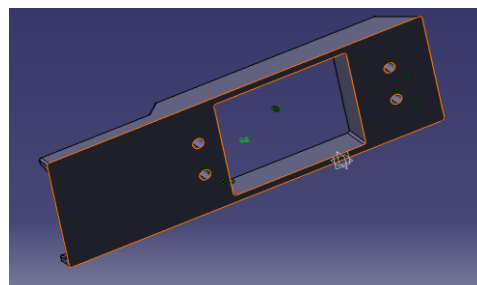
Slika 9. 3D model držača ručice mjenjača

3.3. Dekorativna plastična maska

Postupak modeliranja je identičan kao i na gornjim 3D modelima, te je nakon ekstrudiranja prema nacrtanoj skici (slika 10.) i oduzimanjem materijala prema prethodno nacrtanim skicama model dobio odgovarajući oblik (slika 11.).

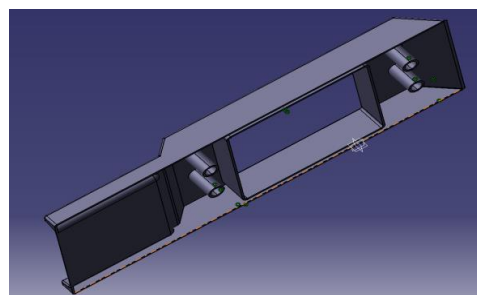


Slika 10. Skicirani profil dekorativne plastične maske



Slika 11. Izgled 3D modela nakon ekstrudiranja i oduzimanja materijala po nacrtanim skicama

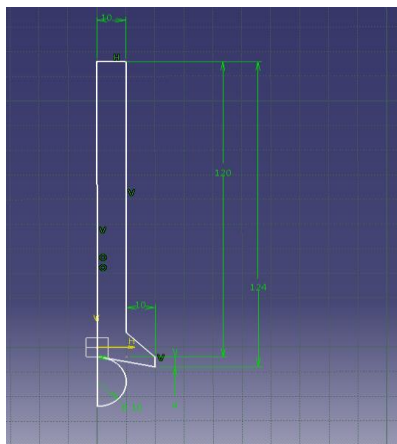
Opcijom *Shell* s palete alata *Dress-Up Features* se zapreminski model pretvara u model tankih zidova pa je u ovom slučaju debljina zida 3D modela 2,5 mm. Za konačan izgled je neophodno zaobliti vrhove (slika 12.).



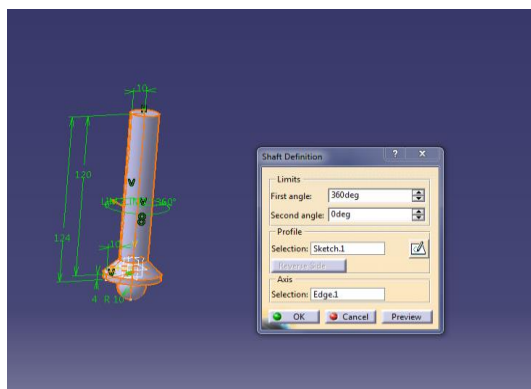
Slika 12. Izgled 3D modela plastične dekoracije

3.4. Ručica mjenjača

Početni oblik skice ručice mjenjača (slika 13.) je osnova za dodavanje materijala modelu obrtanjem 2D skiciranog profila oko osi rotacije pomoću funkcije *Shaft* (slika 14.).

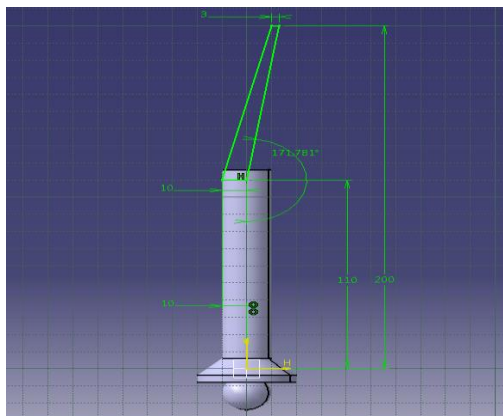


Slika 13. Skiciran profil ručice mjenjača

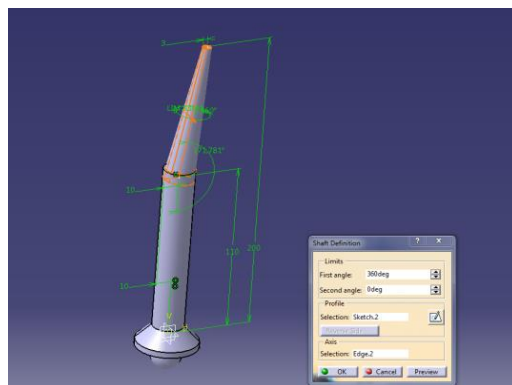


Slika 14. Dodavanje materijala modelu funkcijom *Shaft*

Nacrtni profil u *Sketcheru* (slika 15.) se na isti način kao gore rotiranjem funkcijom *Shaft* koristi za dobivanje gornjeg dijela 3D modela ručice mjenjača (slika 16.).

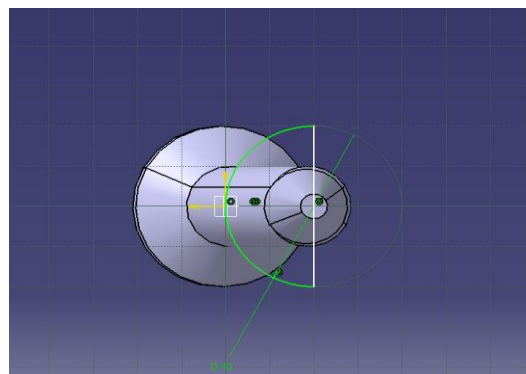


Slika 15. Profil gornjeg dijela 3D modela ručice mjenjača

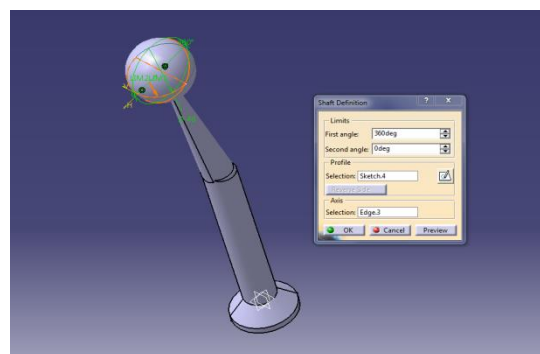


Slika 16. 3D model nakon kreiranja gornjeg dijela ručice mjenjača

Nacrtna skica na vrhu modela (slika 17.) je osnova za modeliranje vrha ručice, ali i konačnog oblika 3D modela ručice mjenjača (slika 18.).



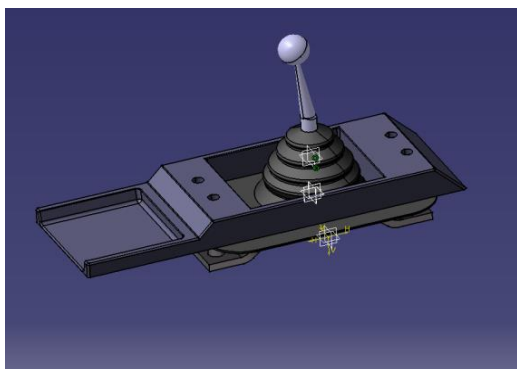
Slika 17. Skica kao osnova za modeliranje vrha ručice mjenjača



Slika 18. Izgled 3D modela ručice mjenjača

3.5. Kreiranje 3D sklopa

U modulu CATIA V5 za rad sa sklopovima *Assembly Design* izvršeno je povezivanje svih generiranih komponenti u sklop. Sve izmodelirane komponente su importirane u radno okruženje *Assembly Designa*, te je upotrebom palete alata *Product Structure*, *Constraints*, *Move* i *Manipulation* omogućena organizacija, navigacija i konstrukcija dijelova s namjerom da se dobije konačni sklop (slika 19.).



Slika 19. 3D model sklopa

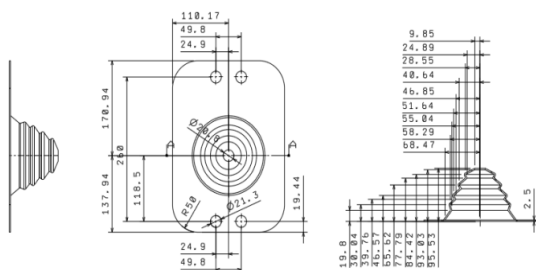
4. GENERIRANJE 2D TEHNIČKE DOKUMENTACIJE

Generiranje 2D dokumentacije na temelju 3D modela izvodi se u modulu *Drafting* CATIA V5 softverskog programa. Korišten je generativni način izrade tehničkih crteža, što znači da se 2D pogledi u sklopu crteža kreiraju na osnovu 3D modela i ostaju međusobno povezani. Zbog toga je neophodno još u fazi izrade 3D modela imati na umu kako će on izgledati u okviru tehničkog crteža, i kako s njega izvući što više informacija koje će biti prikazane na 2D crtežu.

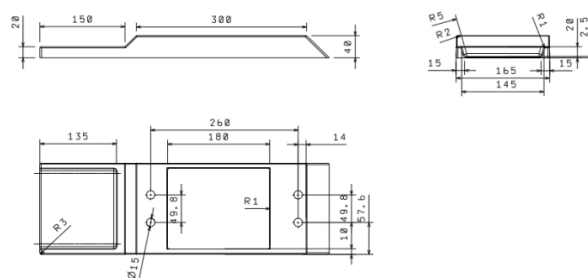
Prvi korak je otvaranje novog dokumenta tipa Drawing, kao i modela čija se 2D tehnička dokumentacija generira. Nakon podešavanja standarda, stila stranice i orijentacije papira za radionički crtež (slika 20.), pristupa se izradi tehničke dokumentacije kreiranih dijelova (slika 21., 22., 23. i 24.).



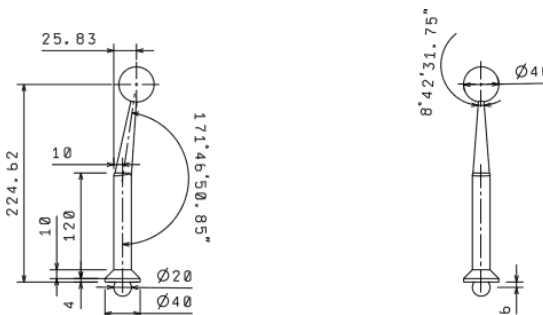
Slika 20. Odabir formata, razmjera i orijentacije papira



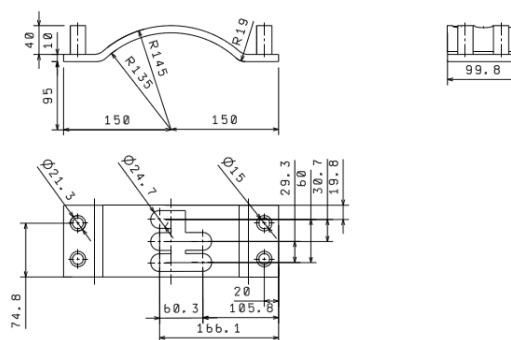
Slika 21. 2D dokumentacija zaštitne navlake



Slika 22. 2D dokumentacija dekoracije mjenjača



Slika 23. 2D dokumentacija ručice mjenjača



Slika 24. 2D dokumentacija držača ručice mjenjača

5. ZAKLJUČAK

Ključni faktori kod razvoja novog proizvoda su vrijeme i troškovi razvoja proizvoda. Cilj je da se proizvod što brže predstavi tržištu. Izrada 3D modela proizvoda uz paralelno odvijanje svih aktivnosti (nabava, konstruiranje, proizvodnja, prodaja, servis) uz pomoć CAD sistema, kao i brza izrada fizičkog modela proizvoda uz pomoć CAM sistema, smanjuje troškove i vrijeme razvoja, te omogućava bržu izradu prototipa proizvoda.

Prikazani su postupci 3D modeliranja pojedinačnih dijelova, sklopa i izrade tehničke dokumentacije. Zbog većeg broja dijelova nije potpuno prikazan postupak modeliranja sklopa dijelova i postupak dobivanja tehničke dokumentacije.

Izrađeni 3D model zaštitne navlake, dekora, držača ručice i ručice mjenjača može se koristiti za daljnju analizu i poboljšanja. Prikazan je i postupak izrade 2D tehničke dokumentacije. Generirani 2D crteži mogu biti osnova za izradu prototipa i provjeru prije svega njegove ergonomske i funkcionalne komponente u stvarnim uvjetima rada.

6. LITERATURA

- [1] CadCam Design Centar, „CATIA V5 knjiga I: Početni tečaj (osnove modeliranja)“, Zagreb, 2003.
- [2] CadCam Design Centar, „CATIA V5 knjiga II: Napredni tečaj (Part Design, Assembly Design, Drafting, Surface)“, Zagreb, 2003.
- [3] Karam, F.; Kleismit, C.: Catia V5, Kompjuter biblioteka, 2004.
- [4] Repčić, N, Zuko, A.; Čolić, M.; Pita, Z.: Osnovi konstruisanja, I.P. „Svjetlost“, Sarajevo, 1998.
- [5] Catia-Help
- [6] <http://www.pcchip.hr/vijesti/recenzije-softvera/catia-v5-r11>
- [7] <http://www.cad-cam-data.com/>

Kontakt autora:

mr. sci. Nurdin Čehajić, dipl. ing. maš.
J.U. Mješovita srednja škola Živinice
Ul. Alije Izetbegovića 12a
75270 Živinice
+387 35 772 611
nurddin_cehajic@hotmail.com

REGULACIJA TEMPERATURE VODE U KADI ZA PRANJE MASNIH DIJELOVA

TEMPERATURE REGULATION IN THE BATH WATER FOR WASHING GREASY PARTS

Muhamed Pašić

Prethodno priopćenje

Sažetak: Prikazana je upotreba Chien-Hrones-Reswick pravila za podešavanje parametara PID regulatora, jer se njegovim korištenjem najbolje prate regulabilne veličine. U programskom paketu Matlab osmišljen je simulacijski model korištenjem Chien-Hrones-Reswick pravila. Napravljen je model za eksperiment u kojem su se koristila Chien-Hrones-Reswick pravila za prikaz odziva promatranih vrijednosti. Parametri dobiveni ovom metodom su parametri PID regulatora programiranog u programskom paketu Step7 Basic. Pomoću tako programiranog PID regulatora provedena je regulacija temperature u kadi za pranje masnih dijelova vrijednosti od 75°C. Ovim će se dobiti zadane vrijednosti, dobra regulacija temperature. Na isti način se može regulirati neka druga veličina gdje je potrebna puno veća točnost.

Ključne riječi: PID regulator, Chien-Hrones-Reswick pravila, prijenosna funkcija, regulacija temperature

Preliminary communication

Abstract: The paper presents the use of Chien-Hrones-Reswick rules for the adjustment of the PID controller parameters since its usage gives the best results for monitoring regulated sizes. A simulation model was designed in MATLAB using the Chien-Hrones-Reswick rules. A model for an experiment in which the Chien-Hrones-Reswick rules were used has been designed for the presentation of the observed values response. The parameters obtained by this method are the parameters of PID controller programmed in the software package Step 7 Basic. Using the PID controller programmed in such a way, the temperature regulation was performed to the value of 75°C in the bathtub for washing greasy parts. This will enable obtaining default values, a good temperature regulation. In the same way, a different value can be regulated, where a greater precision control is required.

Key words: PID controller, Chien-Hrones-Reswick rules, transfer function, temperature regulation

1. UVOD

Najčešće primjenjivani regulatori u automatizaciji procesa su PID - proporcionalno-integracijsko-derivacijski regulatori. Uključujući i podtipove P, PI, PD, najčešće se koriste za upravljanje u industrijskim procesima. Prijenosna funkcija idealnog PID regulatora u Laplaceovom području glasi [1]:

$$G_R(s) = \frac{u(s)}{\varepsilon(s)} = K_R \left[1 + \frac{1}{T_I s} + T_D s \right] \quad (1)$$

Pri tome su:

$u(s)$ – izlaz regulatora

$g(s)$ – ulaz regulatora

K_R - proporcionalno pojačanje regulatora

T_I - integracijska vremenska konstanta

T_D - derivacijska vremenska konstanta

Kod PID regulatora upravljački signal se formira ovisno o trenutačnoj vrijednosti pogreške (P-djelovanje), o njenoj promjeni u prošlosti te o trendu promjene pogreške (D-djelovanje) [1].

PID regulatori izvedeni u analognoj tehnici rade s kontinuiranim veličinama i nazivaju se kontinuiranim ili analognim PID regulatorima. Uglavnom se primjenjuju digitalne izvedbe PID regulatora dobiveni diskretizacijom analognih PID regulatora. Ovisno o primijenjenom postupku diskretizacije, razlikujemo više vrsta digitalnih PID regulatora s time da digitalni regulator oponaša analogni regulator. Digitalni regulator dobro oponaša analogni u kratkom vremenu uzorkovanja. Na taj se način iskustva stečena analognim regulatorom mogu iskoristiti pri radu s digitalnim regulatorom. Najzastupljeniji su digitalni PID regulatori izvedeni u samostalnim mikroprocesorskim uređajima (engl. loop controllers) i PID regulatori izvedeni kao standardni programski moduli u programabilnim logičkim kontrolerima (PLC), te procesnim računalima [2].

Cilj je odrediti parametre sustava za regulaciju temperature u kadi za pranje masnih komada. Parametri će biti izračunati korištenjem m fajla. Na pokusnom primjeru proces je opisan prijenosnom funkcijom prvog reda, kojom se opisuje velik broj industrijskih procesa (2):

$$G_p(s) = \frac{K_p}{1 + sT_p} e^{-\tau s} \quad (2)$$

K_p - statičko pojačanje

τ - kašnjenje procesa

T_p - vremenska konstanta procesa

Kao mjerni član temperature korištena je temperaturna sonda TC-K type. To je analogni signal koji se vodi na analogni modul SM1231, PLC je S/1200. Programaska podrška ostvarena je preko programskog jezika Step 7 Basic.

2. EKSPERIMENTALNA ANALIZA

2.1. Određivanje parametara PID regulatora CHR metodom

Ova metoda za podešavanje parametara regulatora najviše se koristi kod problema praćenja referentne vrijednosti. Chien, Hrones i Reswick, osim preporuka za parametre regulatora, daju i preporuke za izbor tipa regulatora koji je dobro koristiti, ovisno o pokazatelju R (brzina reakcije) procesa (tabela 1.).

Tabela 1. CHR preporuke za izbor tipa regulatora

CHR preporuke za izbor tipa regulatora	
tip regulatora	$R = \frac{T_p}{\tau} = \frac{1}{\mu}$
P	$R > 10$
PI	$7,5 < R < 10$
PID	$3 < R < 7,5$
višeg reda	$R < 3$

Kod CHR pravila za podešavanje parametara regulatora postoje dva slučaja:

- željena prijelazna karakteristika zatvorenog kruga je aperijska
- željena prijelazna karakteristika zatvorenog kruga je oscilatorna s preskokom od 20%

Ako se želi dobiti oscilatorni odziv sistema, tada se parametri regulatora trebaju podesiti prema tabeli 2. [3]

Tabela 2. CHR preporuke za podešavanje PID regulatora

CHR preporuke za aperijski odziv			
tip regulatora	K	T_i	T_d
P	$0,7R / K_p$	-	-
PI	$0,6R / K_p$	T_p	-
PID	$0,95R / K_p$	$1.35T_p$	$0,47\tau$

U provedenom pokusu korišten je drugi slučaj, tj. željena prijelazna karakteristika zatvorenog kruga je oscilatorna s preskokom od 20%. Zato će se za određivanje parametara PID regulatora koristiti tabela 2. [4][5]. Najprije treba naći R, tj.

$$R = \frac{T_p}{\tau}$$

R-brzina reakcije

U nastavku je data *.m datoteka s programom pomoću kojeg je izvršena simulacija prethodnog pravila.

```
clear all
close all
clc
G=1/((s+1)*(s+2)*(s+5))
Tk=0.3519 % Kašnjenje procesa
T=1.887 % Vremenska konstanta
K=dcgain(G) % Određivanje statičkog pojačanja
num=K
den=[T 1]
Gp=tf(num,den,'iodelay',Tk)
% CHR (Chien-Hrones-Reswick) preporuke
R=T/Tk
Kchr=[(0.7*T/Tk)/K inf 0;
(0.6*T/Tk)/K T 0;
(0.95*T/Tk)/K 1.35*T 0.47*Tk];
printmat(Kchr,'Chien-Hrones-Reswick','[P PI PID]','[Kp
Ti Td']')
```

Nakon pokretanja koda dobije se

$$G_p = e^{-0,3s} \frac{0,1}{1,987s + 1}$$

R=6.5816

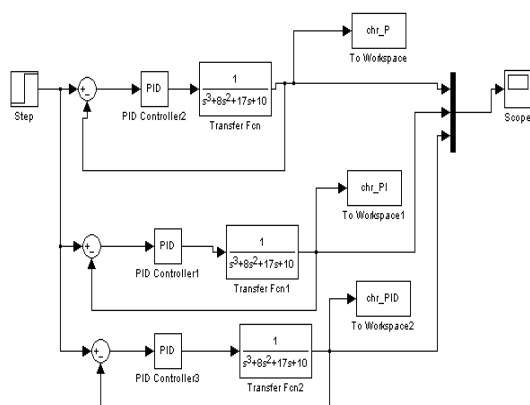
Tabela 3. Parametri PID regulatora izračunati pomoću CHR metode

Chien-Hrones-Reswick			
	Kp	Ti	Td
P	46.07155	Inf	0
PI	39.48990	.98700	0
PID	62.52567	2.68245	0.14189

Prethodni m fajl izračunava prijenosnu funkciju sistema prvog reda s transportnim kašnjenjem, R- brzinu reakcije i parametra PID regulatora prema CHR pravilu (tabela 3.). Na osnovu parametra R odlučuje se koji će se tip regulatora koristiti: P, PI ili PID.

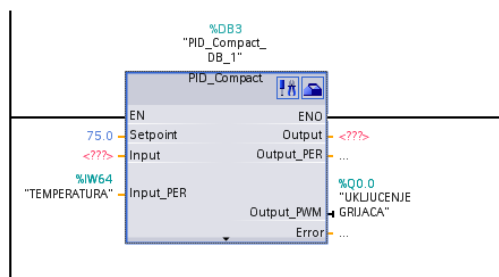
U nastavku će biti pokazan simulink model gdje će biti podešeni parametri iz tabele 3.

U SIMULINK modelu, prikazanom na slici 1., kao ulazna vrijednost uzeta je step funkcija, a na osciloskopu se prate odzivi sistema pri regulaciji s P koji je u prvoj grani simulink modela, PI koji je u drugoj i PID u trećoj [6].



Slika 1. Eksperiment izveden CHR metodom

2.2 Programiranje PID regulatora u programskom paketu Step 7 Basic

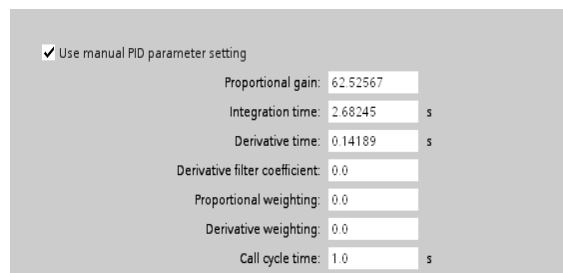


Slika 2. Blok PID regulatora u programu Step 7 Basic

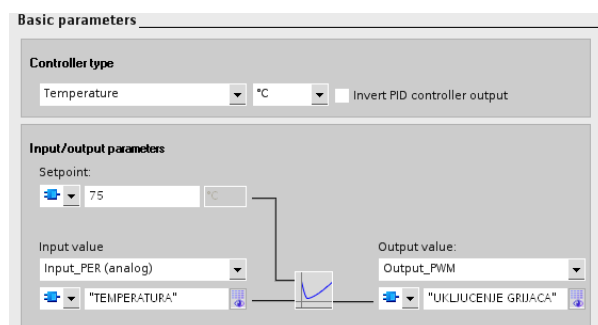
Na slici 2. prikazan je blok PID regulatora s odgovarajućim ulazima i izlazima. Na ulaz *setpoint* se unosi vrijednost varijable koju treba regulirati PID regulator, a u ovom slučaju je to temperatura od 75°C. Drugi ulaz je *input* on se koristi za neki signal iz programa. Treći ulaz, a koji se može koristiti kod PID regulatora, je *input_PER* i na njega se priključuje analogni signal. U ovom eksperimentu će se koristiti

ovaj treći, jer temperaturu mjerimo preko temperaturne sonde koja se priključuje na analogni ulaz PLC.

Što se tiče izlaza, postoje tri. Prvi je *output* i upotrebljava se ako se izlazni signal koristi dalje u programu. Tu je zatim analogni izlaz *output_PER*. Treći izlaz je digitalni *output_PWM*. Ovaj izlaz je tipa *bool*, što znači da može poprimiti vrijednost 0 ili 1. U ovom eksperimentu će se koristiti ovaj treći izlaz koji će uključivati i isključivati grijač. Sa slike 2. na kojoj je prikazan blok PID regulatora može se vidjeti da se u ovom eksperimentu koristi analogni ulaz i digitalni izlaz PID regulatora [7].

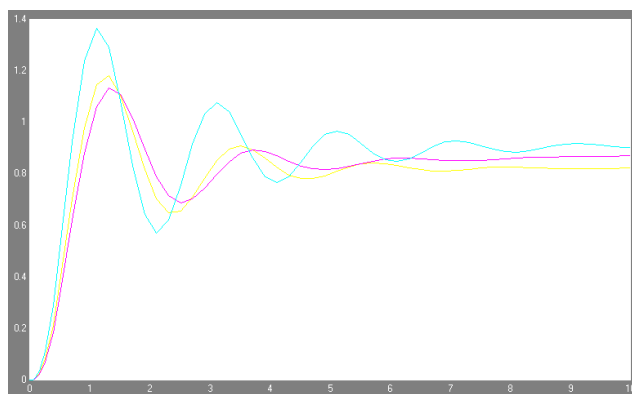


Slika 3. Podešeni parametri PID regulatora u programskom paketu Step 7 Basic dobivenih na osnovu Chien-Hrones-Reswick pravila

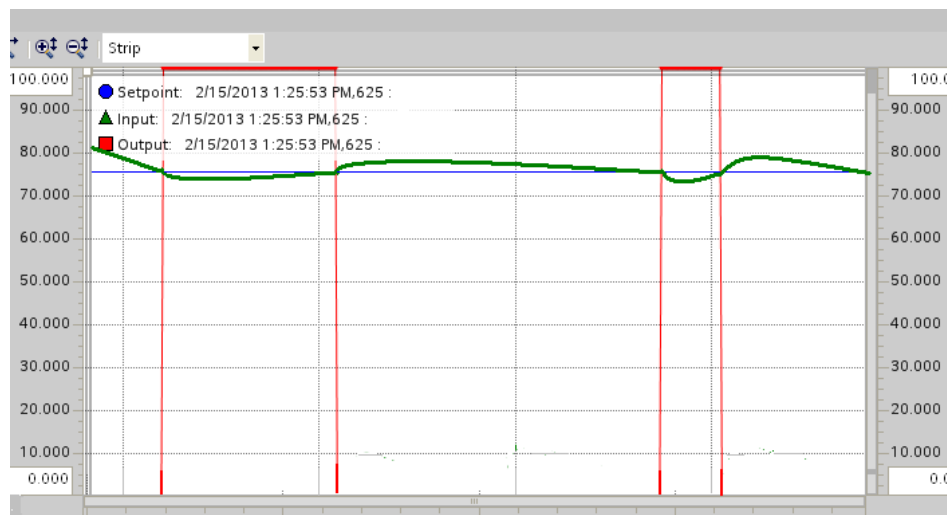


Slika 4. Podešavanje ulaznih i izlaznih parametara PID regulatora

3. ANALIZA REZULTATA



Slika 5. Odzivi P, PI i PID regulatora za podešavanje CHR metodom



Slika 6. Grafički prikaz ulaza i izlaza PID regulatora

Na slici 5. prikazani su odzivi sistema na step funkciju. Ovi odzivi su dobiveni na temelju simulink modela prikazanog na slici 1. Ljubičastom bojom je označen odziv s P regulatorom, žutom s PI i plavom s PID regulatorom. Iz eksperimenta se dobije da je R u granicama $3 < R < 7,5$, što se na temelju tabele 1. može zaključiti da će se koristiti PID regulator.

Na slici 6. prikazan je ulaz PID regulatora, tj. temperatura je prikazana zelenom bojom, izlaz crvenom, a plavom je označen setpoint. Iz dijagrama se može vidjeti kada temperatura dostigne vrijednost 75°C , izlaz poprima vrijednost logičke 0. Kada temperatura padne ispod vrijednosti setpointa, izlaz prelazi u stanje logičke 1, tj. ide na maksimalnu vrijednost (100%) i tada se uključuje grijač. Na slici 6. vidimo da temperatura nastavlja rasti i preko vrijednosti setpointa, iako je grijač isključen [8]. Taj preskok nije velik i događa se zbog toga jer grijač određeno vrijeme emitira toplinu iako je isključen s napajanja

4. ZAKLJUČAK

Iz provedenog eksperimenta vidi se da Chien-Hrones-Reswick pravila za određivanje parametara PID regulatora daju dobre rezultate što se tiče praćenja referentne vrijednosti. Tako dobiveni parametri su testirani u simulink modelu. Na temelju odziva zaključuje se da je praćenje dobro i da se tako dobiveni parametri mogu upotrijebiti za podešavanje PID regulatora u programskom paketu Step 7 Basic. Na osnovu konačnih dijagrama u programu Step 7 Basic zaključuje se da je praćenje referentne temperature dosta dobro. Na ovaj način može se pratiti i brzina, sila, tlak itd.

5. LITERATURA

[1] Dorf R.C., Bishop R.H., Modern Control Systems, USA, Addison-Wesley.

[2] Krnjača H Parametriranje PID regulatora u sustavu regulacije temperature-diplomski rad, Split FESB 2008

[3] Kukolj D. Bengin V. Kulić F. Osnovi klasične teorije automatskog upravljanja kroz rešene probleme, Novi Sad, FNT.

[4] Milić S. Kontinualni sistemi automatskog upravljanja, Beograd, Nauka.

[5] Šurina T. Automatska regulacija, Zagreb, Školska knjiga, 1991.

[6] Vukić Z. Kuljača Lj. Automatsko upravljanje-analiza linearnih sustava, Zagreb, Kiege, 2004.

[7] Službene stranice Siemens, Software and Hardware reference v3.5 [e-book], Dostupno na: www.siemens.com

[8] Williams C. D. H. Feedback and temperature control, [e-book], Dostupno na: www.newton.ex.ac.uk, 2008

Kontakt autora:

Muhamed Pašić, mr. el.

Cimos d.o.o Srebrenica

Muhamed.pasic@timos.eu

PRIMJENA DIJAGNOSTIKE KAO OSNOVE ODRŽAVANJA PO STANJU NA PRIMJERU MOTORA OSOBNOG AUTOMOBILA

THE APPLICATION OF DIAGNOSTICS AS THE BASIS FOR CONDITION BASED MAINTENANCE ON THE EXAMPLE OF A CAR ENGINE

Veljko Kondić, Marko Horvat, Franjo Maroević

Stručni članak

Sažetak: Članak pojašnjava ulogu održavanja tehničkih sustava. Posebno se ističu preventivne metode održavanja, odnosno metode preventivnog održavanja prema stanju. Naglašava se uloga i mjesto dijagnostike u spomenutim metodama. U eksperimentalnom dijelu autori pokazuju samo jedan segment primjene dijagnostike na osobnom automobilu, odnosno na njegovom motoru.

Ključne riječi: dijagnostika, održavanje, preventivno održavanje, osobni automobil, motor

Professional paper

Abstract: The paper adequately explains the role of maintenance in the lifetime of technical systems. Preventive maintenance methods, or the methods of preventive condition based maintenance, are specifically explained. The role and the position of diagnostics in these methods are emphasised. In the experimental part, the authors show only one segment of the application of diagnostics on a car and its engine.

Key words: Diagnostics, maintenance, preventive maintenance, car, engine.

1. UVODNO RAZMATRANJE

Osnovna zadaća održavanja je podržavanje radne sposobnosti tehničkih sustava kako bi isti obavljali svoju osnovnu funkciju. Termin održavanje (engl. maintenance) koristi se u različitim situacijama u svagdanjem životu. Tako se može govoriti o održavanju industrijskih postrojenja (strojeva i uređaja), o servisiranju vlastitih proizvoda (proizvodi organizacije), o održavanju radne sredine, održavanju infrastrukture, održavanju javne higijene, održavanju zdravlja, o održavanju javnih objekata itd.

U postupcima održavanja koriste se različite metode i pristupi. S obzirom na to da se tehnički sustavi mogu naći u dva stanja, stanje "u radu" i stanje "u kvaru", odnosno tehnički sustav je ispravan ili neispravan, a svi kvarovi koji se mogu pojaviti, po prirodi su stohastički. Iz ovakvog prilaza održavanju definiraju se tri osnovne metode održavanja tehničkih sustava [1]:

- ☞ Metode preventivnog održavanja gdje se smatra da je stvarno stanje sastavnih elemenata i sustava u većini slučajeva poznato
- ☞ Metode korektivnog održavanja gdje se smatra da stanje sastavnih elemenata ili sustava u cjelini nije poznato dok se ne poduzme konkretno održavanje ili dok se ne pojavi kvar
- ☞ Kombinirana metoda (preventivno-korektivna metoda)

2. PREVENTIVNE METODE ODRŽAVANJA

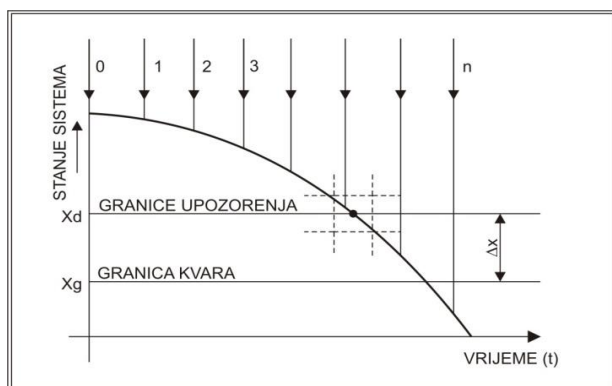
Pod pojmom preventivnog održavanja podrazumijeva se niz postupaka za sprečavanje stanja "u kvaru", odnosno za održavanje tehničkog sustava u granicama funkcionalne ispravnosti i to u određenom vremenskom intervalu [4].

2.1. Održavanje po stanju

Održavanje prema stanju je oblik preventivnih aktivnosti jer se izvodi prije nastanka kvara, ali je inicirano kao rezultat poznavanja stanja postrojenja ili njegovih komponenata – stanja koje nam je poznato kroz određeni vid kontrole. Znači, kod održavanja prema stanju kontinuirano se prate definirani parametri i intervenira se samo onda ako je određena mjera izvan određenih granica. U slučajevima gdje je stopa kvara konstantna i kad se želi izvoditi preventivno održavanje, treba odabrati održavanje po stanju.

Teoretska postavka metoda održavanja po stanju zasniva se na "pregledu stanja", odnosno na diskretnom ili kontinuiranom "praćenju stanja" sastavnih elemenata sustava, te na uočavanju ili prognoziranju vremenskog trenutka dostizanja graničnih vrijednosti parametara stanja. Prema rezultatima pregleda, odnosno "provjere stanja", poduzimaju se postupci održavanja s odgodom. [2]

Princip održavanja po stanju ilustriran je na slici 1. Stanje promatranog elementa se pogoršava u odnosu na početno stanje i potrebno je "provjeriti stanje". Može se provoditi kontinuirano praćenje promjene parametara stanja ili diskretna "provjera stanja" s verifikacijom stanja, pri čemu je bitna identifikacija nulte "provjere stanja" i određivanje "početnog stanja".



Slika 1. Ilustracija principa održavanja prema stanju [4]

Slika 1. prikazuje jedan od mogućih slučajeva zakonitosti promjene parametara stanja s dinamikom "provjere stanja", gdje su definirane i granice upozorenja (X_d) i granice kvara (X_g) koje se utvrđuju pokusima i prezentiraju se u normativno-tehničkoj dokumentaciji sustava. Granica upozorenja predstavlja tzv. dopuštenu vrijednost parametara stanja (X_d), a određuje se kao jedna od relevantnih pokazatelja modela održavanja po stanju s provjerom parametara. Granice upozorenja i kvara definiraju "signalizirajuću toleranciju" (Δx) koja određuje stupanj osjetljivosti odabrane dijagnostičke metode na parametar stanja i njegovu identifikaciju u skladu sa zakonom promjene stanja promatranog elementa.

Postupci održavanja po stanju se provode kada se prijeđe dopuštena razina parametara stanja (X_d). Vremenski period (Δt) mora biti dovoljno dug da bi se poduzelo održavanje po stanju i spriječila pojava stanja "u kvaru", ali ne i predug jer bi to povećalo održavanje te bi dovelo u pitanje primijenjeni model održavanja po stanju.

Osnovni princip održavanja po stanju je "stabilizacija" parametara stanja, tj. sprječavanje njegovog izlaska iz dopuštenih granica, odnosno iz "signalizacijske tolerancije".

Kriterij za primjenu održavanja po stanju može se odrediti iz odnosa dinamike "provjere stanja" (Δt) i srednjeg vremena rada sastavnog dijela sistema do kvara (t_m) (engleski MTBF). Ima smisla primijeniti održavanje po stanju kada raspored povoljnih tokova stanja ima široko rasipanje. U toj situaciji dužina intervala "provjere stanja" (Δt) znatno je manja od MTBF (t_m).

Tehnički sustavi u gospodarstvu pružaju mogućnost primjene većeg broja modela održavanja prema stanju. U opticaju su najčešća dva modela:

- ☞ održavanje prema stanju s kontrolom parametara
- ☞ održavanje prema stanju s kontrolom razine pouzdanosti

Održavanje prema stanju s kontrolom razine pouzdanosti sastoji se u prikupljanju, obradi i analizi podataka o razini pouzdanosti sastavnih komponenata ili sustava i razradi o potrebnim planskim aktivnostima održavanja. Kod održavanja po stanju s kontrolom razine pouzdanosti, kriterij stanja sastavnih dijelova i sistema u cjelini je dopuštena razina pouzdanosti (R_d), koja se najpotpunije izražava intenzitetom kvara, a utvrđuje na bazi ispitivanja upotrebe sustava od 3 do 5 godina. Sustav se koristi bez ograničenja resursa za održavanje sve dok je stvarna razina pouzdanosti (R_s) veća od dopuštene razine pouzdanosti. U slučaju kada postane $R_s < R_d$, mora se ispitati uzrok kvara, mora se usprovoditi konstrukcija ili uvesti model održavanja po stanju s provjerom parametara.

Održavanje po stanju s kontrolom parametara predviđa stalnu ili periodičnu kontrolu i mjerenje parametara kojima se određuje funkcionalno stanje sastavnih dijelova ili sustava. Rješenje o aktivnostima održavanja donosi se kada vrijednost kontroliranih parametara dostigne "granicu upotrebljivosti", odnosno pred kritičnu razinu.

2.2. Dijagnostika - osnova održavanja po stanju

Termin dijagnostika, odnosno, dijagnoza, se javio najprije u medicinskim znanostima, gdje ima široko značenje. Potječe od grčke riječi diagnosis, koja znači prepoznavanje (zaključivanje) i ocjenjivanje. Dijagnostika u održavanju treba ustvrditi stanje sustava ili dijela sustava bez njegovog demontiranja, a poželjno je i bez zaustavljanja. Okosnica dijagnostike je mjerenje stanja sustava, odnosno mjerenje odabranog parametra. S usporedbom dijagnostičkih parametara (mjerni rezultati), s unaprijed definiranim graničnim vrijednostima, donosi se odluka o stanju sustava te je li potrebna zamjena ili popravak nekih komponenti. Ako nije, pokušava se predvidjeti koliko će dugo sustav raditi ispravno [5].

Provjera stanja može biti kontinuirana ili periodička. Kontinuirana provjera se radi stalno i obavlja ju neki uređaj. Periodička provjera se obavlja u pravilnim vremenskim razmacima, a može ju obavljati uređaj ili čovjek.

Neke od osnovnih dijagnostičkih metoda: ispitivanje šuma i buke, vizualne metode, penetrantske metode, magnetske metode, ultrazvučne metode, kapacitivne metode, mjerenje vibracija, SPM – Shock Pulse Method te ostale metode.

3. PRIMJENA DIJAGNOSTIKE NA MOTORU AUTOMOBILA

Osnovni princip autodijagnostike se zasniva na tome da svaki modul u automobilu (motor, ABS, climatronic itd.) ima memoriju u koju se zapisuju sve greške ili kvarovi koji su nastali tijekom vožnje. Uz pomoć dijagnostičkog programa mogu se očitati podaci iz te memorije pa je kvar na taj način vrlo lako pronaći, a da se ne ide u detaljniju demontažu ili rastavljanje motora [3].

Princip rada ovakvih sustava može se usporediti sa čovjekom. Svaki sustav ima ulazne ili osjetilne podatke (to bi kod čovjeka bila njegova osjetila vida, sluha, opipa i dr.), koji se ožičenjem u obliku analognih električnih signala vode do računala (kod čovjeka je mozak) koje obrađuje te podatke. Nakon toga donosi se zaključak koji se opet preko ožičenja šalje u obliku reguliranih električnih impulsa do izvršnih organa (kod čovjeka su to npr. radnje rukom, nogom, govor jezikom i dr.) koji obavljaju neku djelatnost za koju su namijenjeni.

Za primjenu dijagnostike potrebno je računalo kojim se povezuje na tehnički sustav. Kodove pogrešaka računalo nekog sustava zapisuje u svoju memoriju kada primijeti neku nelogičnost u radu. Kod se sastoji od slovne oznake i broja, te od vrlo kratkog i štureg opisa u obliku nekoliko riječi. Ono upućuje korisnika (npr. automehaničara) na pogrešku u točno određenom dijelu sustava, ali to ne znači da pokazuje koji rezervni dio treba zamijeniti ili gdje je možda greška u ožičenju [2,3].

Korisnik počinje s dijagnozom i traži pogrešku na onom dijelu sustava na kojem mu je ukazao kôd greške. Koristeći tehničke informacije koje se odnose samo na točno određeni sustav i model automobila na kojem se radi dijagnoza, korisnik počinje s nizom mjerenja (obično su to mjerenja napona i otporan na pojedinom strujnom krugu). Uspoređivanjem podataka iz tehničkih informacija dolazi se do rješenja i utvrđivanja mjesta kvara na sustavu.

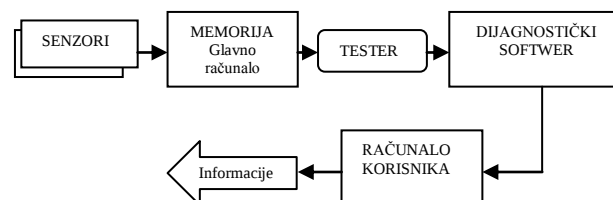
Postupak dijagnoze se može usporediti s izgledom drveta. Početno mjesto dijagnoze je deblo drveta. Nakon prvog mjerenja i usporedbe podataka s tehničkim informacijama, dijagnoza kvara sustava kreće jednom od više mogućih "grana" stabla. Sljedećim mjerenjem i uspoređivanjem podataka s tehničkim informacijama, dijagnoza kvara se sužava na jednu od manjih "grančica" te se zadnjim mjerenjem dolazi do "lista", tj. do konačnog rješenja koje pokazuje gdje je kvar u sustavu.

Dijagnoza na elektronski reguliranim sustavima današnjih automobila je nemoguća bez pomoći prijenosnog računala i tehničke informacije proizvođača automobila (uz poznavanje principa rada sustava). Kod računalom reguliranih sustava česte su povremene pogreške. To su pogreške koje nisu konstantne, nego se ponekad ili povremeno pojavljuju. Ako se radi standardna procedura dijagnoze dok greška nije prisutna, tehničke informacije mogu uputiti servisera na krivo rješenje. Stoga prijenosna dijagnostička računala mogu snimati ulazne i izlazne parametre nekog sustava tijekom njegova rada, te se pregledom snimke (uspoređivanjem snimljenih podataka s onima iz tehničke informacije) može doći do zaključka i ispravne dijagnoze.

Osim očitavanja memorije grešaka, dijagnostički programi mogu prikazivati sve fizičke veličine tijekom rada motora ili vožnje, kao što su broj okretaja, temperatura motora, pritisak ulja, volumen usisnog zraka, tlak turbine, trenutačna potrošnja goriva, fazni pomak itd. Osim praćenja stanja, dijagnostički programi mogu raditi i razne adaptacije kao što su namještanje „ler“ gasa, resetiranje servisnih intervala, uključivanje i isključivanje određenih komponenti, „fleširanje“ instrument ploče ili motornog kompjutera, kodiranje novih ključeva itd. [2,3].

Osim na motoru i ABS-u, kod današnjih automobila dijagnostikom je moguće pristupiti automatskom mjenjaču, klimi, zračnim jastucima, centralnoj bravi, navigacijskom sustavu, sustavu za nadzor unutrašnjosti vozila, sustavu protiv proklizavanja, sustavu protiv krađe, xenon sustavu, instrument ploči, električnim uređajima itd. Postupak autodijagnostike prikazan je na slici 2.

Bez dijagnostičkih uređaja i programa danas je teško, a sutra će biti nemoguće baviti se održavanjima i popravcima automobila.



Slika 2. Postupak autodijagnostike

Neki noviji automobili imaju u sebi i desetak kompjutera koji reguliraju i prate rad pojedinih uređaja i sustava. Kada dođe do kvara, potrebno je pročitati, pronaći kvar i kasnije poništiti greške koje su ostale spremljene u memoriji elektronskog uređaja automobila, a to se ne može bez adekvatnog autodijagnostičkog instrumenta. Da bi sustav funkcionirao, uz dijagnostički softver treba i računalo. Najpraktičnije je za ovu svrhu koristiti prijenosno računalo, ali nije neophodno. Može se koristiti i stolno računalo na udaljenosti od automobila do 10 metara. Na računalu treba instalirati program za dijagnostičku kompatibilnost s dijagnostičkim softverom. Dijagnostički softver je modul koji omogućava spajanje računala i automobila koji posjeduje OBD II (SAE J1962) dijagnostički konektor i komunicira prema određenom protokolu. Uz instaliran dijagnostički program (Multi-Diag, VAG-COM ili slično) računalo postaje sofisticirani uređaj za dijagnostiku sa svim funkcijama namjenskog uređaja.

3.1. Senzori

Senzor ili osjetnik (pretvornik) je uređaj koji mjeri fizikalnu veličinu (npr. temperatura, vlažnost zraka, tlak, broj okretaja motora) i pretvaraju u signal pogodan za daljnju obradu (najčešće u električni signal).

Najvažniji senzori motora:

1. senzor radilice motora – CKP senzor (Crankshaft Position Sensor)
2. senzor bregaste osovine – CMP senzor (Camshaft Position Sensor)
3. senzor protoka zraka – MAF senzor (Mass Airflow Sensor)
4. senzor tlaka zraka – MAP senzor (Manifold Absolute Pressure)
5. senzor temperature zraka – IAT senzor (Intake Air Temperature)
6. senzor vibracija unutar motora – KNOCK senzor
7. senzor kisika – Lambda sonda (Oxygen sensor)
8. senzor temperature rashladne tekućine - CTS senzor (Coolant Temperature Sensor)

9. senzor pozicije leptira gasa – TPS senzor (Throttle Position Sensor)

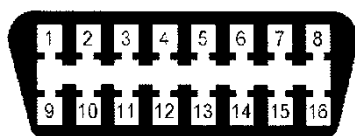
3.2. Tester uređaj Actia XS PassThru+

Tester uređaj Actia XS PassThru+ je namijenjen testiranju upravljačkih sistema u vozilima. Najvažnije funkcije spomenutog uređaja su: čitanje i brisanje memorije grešaka, test aktuatora, čitanje mjernih parametara i dr.

Actia XS PassThru+ tester je namijenjen ispitivanju elektronskih sistema u vozilima koja dopuštaju dijagnostiku pomoću serijske komunikacije između testera i upravljačke jedinice (računalo - laptop). Serijska komunikacija je takva metoda dijagnostike kada su dijagnostički uređaj i računalo povezani pomoću USB vodiča, pod uvjetom zajedničke razmjene informacija u obliku električnih impulsa.

3.3. OBD II

U SAD-u je 1996. godine nastao standardizirani OBD II dijagnostički sustav. U Europi za vozila s benzinskim motorom zakonski se ugrađuje od 2001. godine, a u vozilima s dizelskim motorom od 2003. godine. Standardizirani oblik 16-pinskog konektora morao je biti ugrađen u sve tipove osobnih i lakših teretnih vozila. Terminali na konektorima također su bili standardizirani. Prvi korak je učinjen već time što su „interfejsi“ imali samo jedan tip konektora za sve tipove automobila gdje su svi terminali bili spojeni istim redoslijedom. Tako je kao standard na OBD II konektoru napravljen sljedeći raspored spajanja (slika 3.):



1 - Prazna	9 - Prazna
2 - J1850 bus	10 - J1850 bus
3 - Prazna	11 - Prazna
4 - Masa/Šasija	12 - Prazna
5 - Masa/Signal	13 - Masa/Signal
6 - CAN High	14 - CAN Low
7 - ISO 9141-2 K-Line	15 - ISO 9141-2 L-Line
8 - Prazna	16 - Bat. 12V

Slika 3. OBD II konektor (raspored spajanja)

OBD II je dakle način spajanja između automobila (glavnog izvršnog računala) i testera (dijagnostičkog uređaja). Neki od poznatijih dijagnostičkih uređaja koji mogu obavljati više funkcija na većem broju vozila jesu Bosh KTS i Actia XS PassThru+. OBD II utičnice isključivo su smještene unutar vozila, i to maksimalno 90 cm od vozača. Smješteni su s donje strane prednje armature, a mogu se vidjeti ili biti pokriveni plastičnim poklopcima. Rjeđe se nalaze u sredini konzole, pored ručne kočnice ili iza pepeljare.

OBD II dijagnostikom može se napraviti kompletan test elektroničkih komponenata motora, a pojedinim programima čak i više od toga. Već samo osnovni programi omogućuju čitanje vrijednosti svih senzora za vrijeme rada motora vozila.

3.4. Programski alati za dijagnostiku

Actia Multi-Diag je softver za automobilsku dijagnostiku. Nakon spajanja automobila s testerom i računalom, program se može pokrenuti. Pomoću njega se radi dijagnostika na više od 45 marki vozila [2,3].

Nakon odabira proizvođača automobila, dijagnostika se može napraviti za različite module automobila, ovisno o modelu, kao što su: održavanje, klima uređaj, katalizator i sustav ispuha, kotači i ovjes, karoserija i prednje staklo, motor, kočnice, oprema, ekspert mod.

4. EKSPERIMENTALNI DIO

Dijagnostika motora vozila izvršena je na automobilu Seat Toledo 1.9 TDI, 2002. godište, pomoću testera (komunikacijskog uređaja) Actia XS PassThru+ i softvera Multi-Diag verzija 9.2. Tester je spojen s automobilom serijskom vezom pomoću posebnog konektora (OBD II), namijenjenog za vozila VW grupacije.

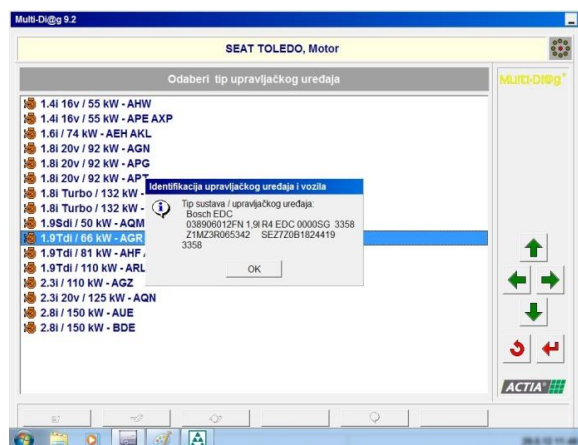
Tester uređaj Actia XS PassThru+ je namijenjen testiranju upravljačkih sistema u vozilima, pod uvjetom da su ona opremljena serijskom dijagnostikom. Najvažnije funkcije spomenutog uređaja su: čitanje i brisanje memorije grešaka, test aktuatora, čitanje mjernih parametara itd. Actia XS PassThru+ tester je namijenjen ispitivanju elektronskih sistema u vozilima koja dopuštaju dijagnostiku pomoću serijske komunikacije između testera i upravljačke jedinice (računalo - laptop). Serijska komunikacija je takva metoda dijagnostike kada su dijagnostički uređaj i računalo povezani pomoću USB vodiča, pod uvjetom zajedničke razmjene informacija u obliku električnih impulsa.

Na upravljačkoj jedinici (računalu) instaliran je softver Multi-Diag, verzija 9.2, pomoću kojeg se radi autodijagnostika. Nakon pokretanja programa pojavljuje se glavni izbornik, gdje se odabire tip vozila (slika 4.).



Slika 4. Izbornik za odabir tipa vozila, program Multi-Diag

Nakon odabira tipa vozila, Seat u ovom slučaju, izabire se model, vrsta, snaga motora i godište proizvodnje vozila (slika 5.). Odabir tipa motora (ne samo zapremnine) je osnova za ispravnu dijagnozu, jer godina i tip motora određuju sistem upravljanja motora.



Slika 5. Odabir karakteristika vozila

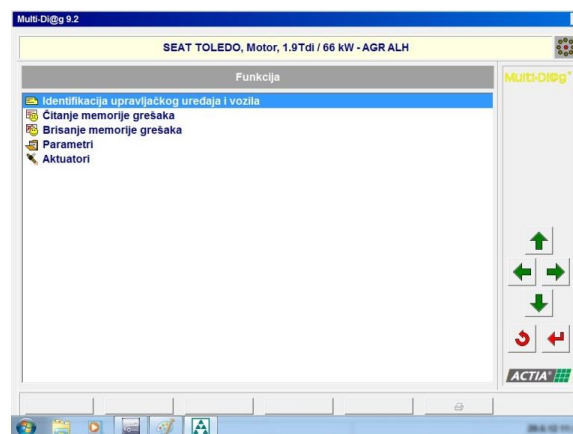
Nakon potvrde tipa motora pojavljuje se izbornik s modulima automobila na kojima se može raditi dijagnostika. U ovom slučaju dijagnostika je provedena na motoru automobila koji se i potvrđuje u izborniku (slika 6.).



Slika 6. Izbor modularne cjeline automobila za dijagnosticiranje

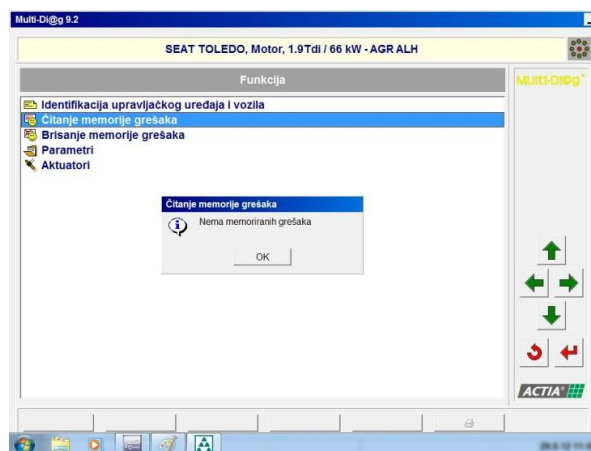
Nakon toga se na zaslonu pojavljuje izbornik „Funkcije“ (slika 7.): identifikacija upravljačkog uređaja i vozila, čitanje memorije grešaka, brisanje memorije grešaka, parametri, aktuatori.

Sljedeća radnja je fizičko paljenje motora. U izborniku „Funkcije“ potrebno je izabrati „Identifikacija upravljačkog uređaja i vozila“. Računalo će pokušati uspostaviti komunikaciju s upravljačkim uređajem automobila. Nakon inicijalizacije, odnosno uspješnog „spajanja“ računala i automobila, javlja se poruka na računalo „spajanje uspješno provedeno“. Ako uređaj ne uspije ući u komunikaciju s upravljačkom jedinicom na zaslonu se pojavi poruka greške. Mogući razlozi za ovu situaciju mogu npr. biti, ako ne uključimo paljenje: neispravan odabir tipa vozila, motora ili godine proizvodnje.



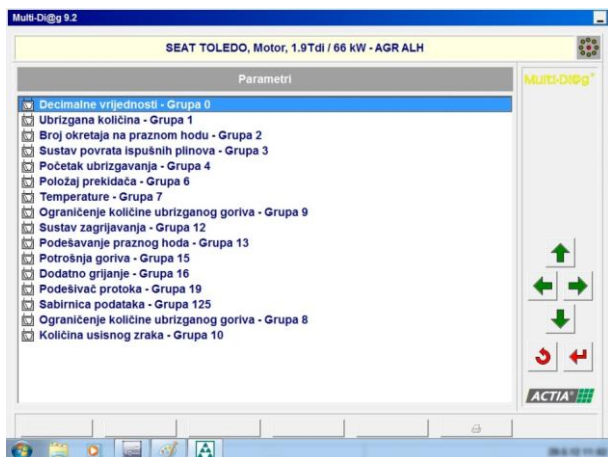
Slika 7. Izbornik „Funkcije“

Nakon uspješnog spajanja računala i upravljačkog uređaja automobila u izborniku se odabire „Čitanje memorije grešaka“. Ako je kojim slučajem došlo do bilo kakve greške ili kvara na motoru, upravljački uređaj motora će javiti grešku na motoru računalo na kojem radimo dijagnostiku. Opis greške obično sadrži nekoliko riječi. Ako se ne može zaključiti o kakvoj se grešci radi, upotrebljava se softver Autodata. To je zapravo velika baza podataka koja može detaljnije opisati dio motora na kojem se dogodila greška, i dati moguća rješenja za otklanjanje greške. U ovom slučaju nije očitana greška pa se na zaslonu pojavio prozor „Nema memoriranih grešaka“ (slika 8.).



Slika 8. „Čitanje memorije grešaka“

Nakon obavljenih aktivnosti može se pristupiti čitanju parametara – stvarne vrijednosti. Ova funkcija dopušta određivanje informacija koje su poslale u upravljačku jedinicu kroz senzor pojedinog dijela sistema ili alternativno, na koji način ona interpretira dobivene informacije, u kojem se stanju nalazi ili koje upute daje jedinicama aktuatora. Količina i tip dostupnih parametara ovisi o vozilu. Uvijek je prikazano ime parametra i vrijednost koja prolazi kroz upravljačku jedinicu. Direktne mjerljive varijable su dane u svojim osnovnim jedinicama, npr. napon akumulatora je dan u voltima, period ubrizgavanja u milisekundama i sl.. Slika 9. prikazuje parametre koje je moguće mjeriti na motoru automobila.



Slika 9. „Parametri“ motora automobila

U nastavku se pokazuju rezultati dijagnostike na senzoru temperature usisnog zraka na automobilu Audi A4 1.9 TDI.

4.1. Dijagnostika parametara na senzoru temperature usisnog zraka

Senzor MAT ili IAT mjeri temperaturu zraka u usisnoj grani motora da bi se postigla optimalna kalkulacija smjese. To je potrebno kako bi se zadovoljili zakonski propisi o štetnoj emisiji plinova te da se maksimalno smanji potrošnja goriva.

Senzor je postavljen uz MAF senzor (senzor protoka zraka) na samoj usisnoj grani i radi na principu zagrijane žice koju hladi protok zraka. Razlika u otporu žice pri različitim temperaturama bit će uzrok razlike u digitalnom signalu, čija vrijednost oscilira između 0 i 3,8V.

Kod postupka sa senzorom temperature usisnog zraka on se provodi:

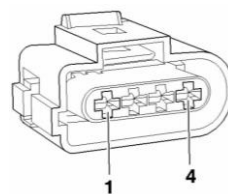
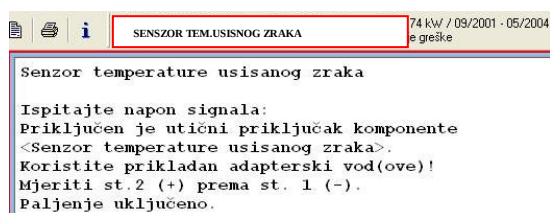
1. ispitivanjem napona signala na senzoru
2. mjerenjem otpora i napona signala

Postupci i procedure oko mjerenja prikazani su na slikama 10. i 11. Ispitivanje otpora i napona signala senzora obavljeno je na temperaturama od 0°C, 20°C i 50°C.

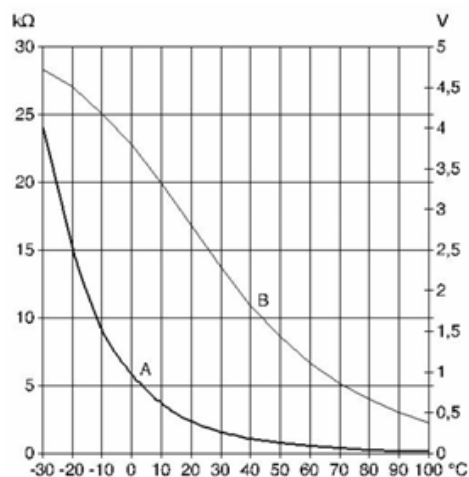
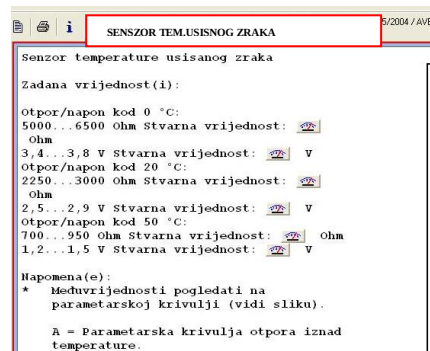
Rezultati mjerenja prikazani su u tablici 1.

Tabela 1. Rezultati mjerenja otpora i napona pri različitim temperaturama

Temperatura motora (°C)	Otpor (kΩ)	Napon (V)
0	5,77	3,45
20	2,91	2,70
50	0,88	1,34



Slika 10. Procedura oko ispitivanja otpora i napona MAT-a (a)



Slika 11. Procedura oko ispitivanja otpora i napona MAT-a (b)

Mjerenje je pokazalo da je senzor temperature usisnog zraka bio ispravan. Mjerenja otpora i napona signala na senzoru su se kretala u zadanim granicama i vidljiva su u tablici 2. U slučaju da se izmjerene vrijednosti otpora i napona signala nisu kretale u specificiranim granicama, a senzor je ispravan, onda bi se trebalo usmjeriti na daljnju dijagnostiku. Smjer daljnjeg dijagnosticiranja bio bi usmjeren na MAP (senzor pritiska zraka) i MAF senzor (senzor protoka zraka). Cilj je dobiti optimalni odnos zraka i goriva.

5. ZAKLJUČNE NAPOMENE

Održavanje industrijskih postrojenja i tehničkih sustava danas je nezamislivo bez upotrebe suvremenih dijagnostičkih postupaka i dijagnostičke opreme. Tehnički sustavi danas zahtijevaju sofisticiranu opremu za njegovo održavanje. Zbog tih se razloga tijekom projektiranja i razvoja novih sustava od projektanata i konstruktora zahtijeva da se pobrinu i o razvoju

dijagnostičke opreme koja se ugrađuje ili posebno isporučuje uz tehnički sustav. Na taj način se osigurava pogodnost sustava za servisiranje i njegovo održavanje, odnosno podiže se njegova ukupna kvaliteta te se povećava zadovoljstvo korisnika i ljudi zaduženih za njegovo održavanje. S druge strane, kod već razvijenih tehničkih sustava koji nemaju ugrađenu dijagnostičku opremu u svoj sustav, na održavateljima i na službi održavanja je da razvijaju tehnička pomagala s kojima će biti efikasniji i uspješniji kod preventivnih i korektivnih akcija.

Stanje dijagnostičkih parametara može se pratiti kontinuirano (uz mjerenje određene fizičke veličine s određenom točnošću) ili diskretno (uz kontrolu postoji li ili ne postoji određeni signal, ili se radi jednostavno prebrojavanje).

Uz kombinaciju s ostalim preventivnim metodama u održavanju tehničkih sustava, održavanje prema stanju na temelju stanja parametara nema alternativu. Sve to zahtijeva od održavatelja određeno tehničko znanje, a od poslodavaca ulaganje u nabavu adekvatne dijagnostičke opreme.

Uvođenje preventivnog održavanja prema stanju, uz primjenu dijagnostike, danas je moguće i preporučljivo u industrijskim postrojenjima, a to znači da je potrebno:

- ☞ definirati adekvatne parametre za praćenje određenih elemenata na postrojenjima
- ☞ nabaviti prikladnu mjernu (dijagnostičku) opremu
- ☞ definirati prikladne metode za mjerenje i educirati ljude
- ☞ obaviti mjerenja
- ☞ analizirati rezultate i poduzeti konkretne akcije

5. LITERATURA

- [1] Baldin, A.; Furlanetto L.: Održavanje po stanju, OMO, Beograd, 1980.
- [2] Marin, R.: Autodijagnostika, Auto Mart d.o.o., Zagreb, 2011.
- [3] Marin, R.: Tehnologija automobila, Auto Mart d.o.o., Zagreb, 2010.
- [4] Adamović, Ž.; Jevtić M.: Preventivno održavanje u mašinstvu, Građevinska knjiga, Beograd, 1988.
- [5] <http://scindeksclanci.nb.rs/data/.pdf/1451-1975/2009/1451-19750904023H.pdf>, (Dostupno: 23.05. 2012.)

Kontakt autora:

Veljko Kondić, ing.
Preloška 1a, Varaždin
veckon@hi.t-com.hr

Marko Horvat, dipl.ing.
Veleučilište u Varaždinu
Varaždin, J.Križanića 33
marko.horvat@velv.hr

Franjo Maroević, dipl.ing
Elektrostrojarska škola Varaždin
fmaroevic@gmail.com

OSVRT NA VERIFIKACIJU ROBE I OCJENU DOBAVLJAČA

A REVIEW OF THE VERIFICATION OF GOODS AND SUPPLIER EVALUATION

Branislav Bojanić

Prethodno priopćenje

Sažetak: Rezultati ulazne kontrole osnova su za donošenje odluke treba li pojedine proizvode ili materijal prihvatiti ili reklamirati i kako se to odražava na proizvodni proces. Uzorkovanje kod ulazne kontrole važan je čimbenik kvalitete. Ukazuje se na neke tipične postupke uzorkovanja, prema atributnim i mjernim karakteristikama te na ciklus primjene uzorkovanja kod ulazne kontrole. Posebno se pojašnjava smisao izbora i ocjene dobavljača s aspekta smanjenja troškova ulazne kontrole. U tom smislu za potrebe ovog članka posebno je razvijana jedna od mogućih metoda za ocjenu dobavljača.

Ključne riječi: faze kontrole, planovi uzorkovanja, uzorkovanje, verifikacija, ulazna kontrola, izbor i ocjena dobavljača

Preliminary communication

Abstract: The results of intake control are the basis for making decisions about whether to accept or reject a particular product or material, and how this affects the manufacturing process. An important quality factor in the intake control is sampling. This paper indicates some typical sampling procedures according to the attribute and measuring characteristics, and the cycle of sampling application in the intake control. The significance of selecting and evaluating a supplier is clarified in particular, in terms of intake control cost reduction. Thus, for the purpose of this article, one of the possible methods of evaluating suppliers has been specifically developed.

Key words: control phases, sampling plans, sampling, verification, intake control, selecting and evaluating suppliers

1. INTRODUCTION

How much control is required as products and materials enter a company was known a long time ago by quality assurance experts H. F. Dodge and H. G. Romig: "The answer should always be reached through economics, i.e. the percentage of goods being controlled should be such that the objective is achieved." It is obvious that it is all about the selection between a 100% control, procedures without any control or something between these extremes, i.e. sampling.

The dependence on 100% control is usually expensive, and sometimes completely inefficient. Its application may result in self-content of controllers and motivation reduction, as well as encourage constant criteria for receiving goods. A true alternative is represented by selecting the non-control option.

A sampling measure is located between these two extremes and represents the optimal option regarding the cost-effectiveness and resource consumption. Sampling is usually used when the degree of deviation from product or process specifications is unknown. Unfortunately, this is the most common case when there are no comprehensive quality data.

The term "control" in quality assurance systems is defined as "the activity or the fact of controlling", and it implies "the strength or expertise for guidance or management". Sampling at data receipt has often been

observed as a passive quality element of separating the good and the bad. In this sense sampling is used at the receipt control when a single product batch is individually controlled. However, when sampling is applied to constant inflow of products or materials, it enriches the quality assurance system of a production process. Plans, schedules and the system that are related to sampling may be used within the intake control strategy in order to achieve better quality at a lower price, to increase the productivity and to improve process control in general.

2. THE SIGNIFICANCE OF INTAKE CONTROL

The purpose of intake control or goods verification by the supplier is to protect the consumer from the delivery of unacceptable quantity and quality of products and materials. Quality variation and control strictness at intake control directly depend on the significance of controlled characteristics and it is reversely proportional to the level of good quality determined by this very control.

A small amount of quality control is contained in the application of sampling plans to a single product batch. However, when it is applied within the intake control system, the plan becomes means of:

- consumer protection

- manufacturer protection
- quality data collection
- cost reduction
- upgrading production and other processes

Generally it may be said that there are two procedures of goods sampling by the supplier:

- sampling procedure according to attributes
- sampling procedure according to variables

The objective of both procedures refers to:

- guarantee of a certain price for the consumer and the manufacturer
- maintaining the quality level or correcting its level
- guarantee of an average quality control
- reducing the scope of control upon evidence and experience of good quality
- determining compliance with specifications and orders.

Many procedures and norms in the sampling and intake system are known. The selection of a sampling procedure depends on the scope and nature of product quality data, i.e. data and experience with a concrete supplier. [6].

The essence of verifying goods received by the supplier is to compare what entered the company with what was ordered or agreed on with the supplier. In this sense we differ between quantitative and qualitative control. A deviation from the quantity or quality constitutes non-compliance that frequently requires a quick solution. These are undesired situations that create problems for the manufacturer as well as disturbances in production processes [4, 5]. This often results in changing the production plan, belatedness in deliveries, customer loss etc.

Serious manufacturers bear such situations in mind as a possibility that "might" occur, but it should never be a rule. In contemporary economy the selection and assessment of suppliers are undertaken in order for their relations to be established at the level of partnership and mutual trust. There is a tendency to eliminate the intake control or at least reduce it to a minimum. Companies have no resources for the implementation of intake controls and they simply observe it as costs that are to be eliminated. It is possible by setting up a system of supplier selection and [1].

3. SELECTION AND EVALUATION OF SUPPLIERS

The selection of competent suppliers is a difficult task at setting up a new production line, especially when there is a large number of candidates. A good supplier may constitute a difference between success and failure, as well as lead to the increase in product production, by means of which an organization will realize a large profit. The first step in the selection of a supplier is defining goods that are to be purchased, in the form of a written specification or a detailed plan. All potential

suppliers must know how to produce the goods (product) and meet other requirements such as deadlines and price. It is very important that in this phase the organization has an idea of the planned purchase scope during the first year and in the next three to five years. With this basic information potential suppliers may be considered and assessed by drawing a comparison between them.

One of the options is to select a supplier due to their geographical vicinity and the possibility that they become involved in the product development. In these and similar cases it is not profitable to carry out assessment procedures. However, in finding a long-term supplier for goods that is ordered in large amounts, it is profitable to spend time in the early phase of development regarding the selection of the best supplier.

Today it is simple to access information on potential suppliers. In most cases there is a long list of possible suppliers for concrete goods. This list has to be reduced to ten or less names. It is advisable to check their financial business activities. Today it is possible to delegate such tasks to professional organizations.

After the financial check-up the list of potential suppliers mostly comes down to 3-5 organizations. The representatives of the manufacturer should visit potential suppliers and make a detailed analysis of all of them. Some information may be obtained even before the visit by sending suitable questionnaires. However, it should be considered that there is no alternative to personal presence and monitoring suppliers' work at their organization. A visit helps in the assessment, but even more, it initiates the communication with suppliers.

During the suppliers' assessment at their organization the following questions are to be asked: to what extent do the objectives and quality programs comply with the customer's needs, to what extent do processes and procedures within the quality assurance program comply with their objectives. The assessment objective is to create a judgment on the successfulness of the supplier's program, and not labeling the efficiency or observing their downsides [2,8].

The research conducted by the author on a representative sample amounting to 127 manufacturing companies in the Istarska County and Primorsko-goranska County show that four areas are most frequently assessed in suppliers (Figure 1):

1. quality
2. price
3. delivery deadlines
4. efficiency

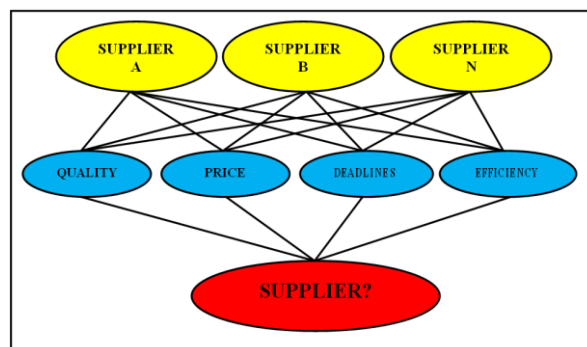


Figure 1. Criteria for defining the supplier

Based on the conducted factor analysis of impact factors related to the selection of the supplier and them being a priori ranked, weighting factors for the four impact factors were obtained [7] (Table 1).

Table 1. Supplier assessment

Factor	Weighting factor
1. Quality	0,043
2. Price	0,029
3. Delivery deadlines	0,021
4. Efficiency	0,017

3.1. Supplier assessment method - QPDE

The method (QPDE; **Q**uality, **P**rice, **D**elivery deadlines, **E**fficiency) was developed based on the aforementioned criteria. Each criterion has its standards. Quality could be analyzed in all areas, but it prevails in the first five items (Table 2). Quality constitutes 40%-60% of the overall grade.

Table 2 shows the supplier assessment form based on the four aforementioned criteria. If an organization had already done business with potential suppliers, items such as "data on deliveries" can be defined very precisely without a visit to the supplier. Other items may be difficult to define even during a visit, but a well-prepared supplier will be ready to explain their system to a potential customer.

Grades between 0 and 5 are applied to each standard, which allows for the implementation of a quantified procedure of comparing each supplier. The basic scale of the grade is:

- 0-negative
- 1-very bad
- 2-bad
- 3-average
- 4-good
- 5-very good

If the evaluator possesses no information, they give the grade "3", by means of which they do not accept nor rejects the supplier. Table 3 contains a more detailed explanation of individual grades and standards.

Table 2. Supplier assessment

Supplier			
Address			
CRITERIA AND STANDARD	Grade	Note	
I QUALITY			
▪ A Quality control employees			
▪ B Quality control procedures			
▪ C Quality awareness			
▪ D Previous experience			
II PRICE			
▪ A Price-quality relation			
▪ B Price stability			
▪ C Relation to others			
III DELIVERY DEADLINES			
▪ A Production capacity			
▪ B Suitable delivery deadlines			
IV EFFICIENCY			
▪ A Contemporary technical logistics			
▪ B Operative efficiency			
▪ C Certificates			

The best way of implementing the assessment is team work, bearing in mind the team's composition. The team has to be composed of experienced workers from the production, quality control, laboratory, purchasing department and warehouse.

Table 4 shows an example of a good grade given to a supplier. There are small differences between grades given by the laboratory, production and quality control. The production assessed the supplier with lower grades in the technical area of delivery, mostly due to insufficient knowledge about the area. The better the evaluators are informed about these items, the smaller are the differences in grades.

It can easily be noticed that a supplier whose grade is lower than 3 will have a lot to do. If the visit to potential suppliers is well-done, there will be a small amount of grades ranging between 0 and 2. By analyzing suppliers anticipated as possible, it can easily be calculated which ones have the best values.

It is important to point to the fact that the supplier analysis is analog to the loss and gain image. It points to the state at a single moment, but does not guarantee that it will be the same at any moment. The communication established during the supplier assessment must be continued in order for good partnership and business relations to last long and be improved continually.

Table 3. Detailed indicators in supplier assessment

CRITERION	grade
I. QUALITY	
A. Quality control employees	
<i>Very good</i> – the supplier has enough capable employees in the quality control	5
<i>Good</i> – the supplier has an almost filled in employee systematization in the quality control	4
<i>Average</i> – the supplier has average (the same number of competent and less competent) employees in the quality control	3
<i>Bad</i> – the supplier has a small number of employees who work in the quality control	2
<i>Very bad</i> – the supplier has no employees working in the quality control	1
B. Quality control procedures	
<i>Very good</i> – there is a quality assurance manual and quality procedures in the complete quality management system	5
<i>Good</i> – there are written procedures for controlling the purchased material in the purchasing process	4
<i>Average</i> – there are only written procedures for controlling the quality in the production process	3
<i>Bad</i> – there are some work instructions for specific operations and tasks	2
<i>Very bad</i> – there is no manual, procedure and work instructions	1
C. Quality awareness	
<i>Very good</i> – quality is taken care of in all phases and at all levels	5
<i>Good</i> – quality is taken care of only regarding production material, in the production process and in the final product phase	4
<i>Average</i> – production materials and final products quality is taken care of	3
<i>Bad</i> – either production materials, process or final products quality is taken care of	2
<i>Very bad</i> – quality control is not taken care of and the need for it does not exist	1
D. Previous experience	
<i>Very good</i> – deviation from the specifications in the previous year amounts to 0-5%	5
<i>Good</i> – deviation from the specifications in the previous year amounts to 6-10%	4
<i>Average</i> – deviation from the specifications in the previous year amounts to 11-15%	3
<i>Bad</i> – deviation from the specifications in the previous year amounts to 16-20%	2
<i>Very bad</i> – deviation from the specifications in the previous year amounts to 21% and more	1
II. PRICE	
A. Price-quality relation	
<i>Very good</i> – the price-quality relation is very favorable – above	5

expectations	
Good – the price-quality relation is expected	4
Average – the price-quality relation is below expectations	3
Bad – the price-quality relation is significantly below expectations	2
Very bad – the price-quality relation is troublesome	1
B. Price stability	
Very good – the supplier always sticks to the arranged price	5
Good – they rarely request a change in price	4
Average – they sometimes requests a change in price	3
Bad – they usually “bargain”	2
Very bad – they never stick to the arranged price	1
C. Relation to others	
Very good – the price is below the price of competitors/similar products	5
Good – the price is below the price of most of competitors	4
Average – the price is averagely the same as the one of most of competitors	3
Bad – the price is above the price of most of competitors	2
Very bad – price / similar quality	1
III. DELIVERY DEADLINES	
A. Production capacity	
Very good – there are backup production capacities	5
Good – there is a capacity alternative in the case of disturbances and damage on own capacities	4
Average – capacities meet the requirements	3
Bad – capacities meet most of requirements	2
Very bad – capacities cannot meet the requirements	1
B. Suitable delivery deadlines	
Very good – always earlier than the arranged deadline, there is the possibility for following the JIT principle	5
Good – mostly on time	4
Average – usually on time/no data	3
Bad – rarely on time	2
Very bad – always late	1
IV. EFFICIENCY	
A. Contemporary technical logistics	
Very good – the supplier possesses a contemporary technological park and other resources necessary for achieving business excellence and follows global trends in their area	5
Good – the supplier possesses contemporary technology and other support for achieving good results and is on their way to achieving better results	4
Average – the supplier possesses conventional technical and other support as most of suppliers	3
Bad – the supplier possesses old-fashioned technical and other support and it is difficult to expect that they can keep the continuity of quality and delivery deadlines	2
Very bad – there is no contemporary technical or other logistic support for achieving the required or arranged quality and they do not follow global trends in their area at all	1
B. Operative efficiency	
Very good – the supplier achieves excellent results on the market	5
Good – the supplier performs their business activities just above the profitability level	4
Average – the supplier is capable of profitable business activities / no data	3
Bad – the supplier performs their business activities below the profitability level	2
Very bad – the supplier has financial losses	1
C. Certificates	
Very good – the supplier possesses quality system certificates and certificates proving the quality of their products, as well as other certificates (environment, safety, socially responsible business activities, information protection etc.)	5
Good – the supplier possesses quality system certificates and certificates proving the quality of their products	4
Average – the supplier possesses quality system certificates	3
Bad – the supplier does not possess quality management certificates, but a quality management system can be recognized	2
Very bad – the supplier possesses no certificates and has no recognizable quality management system	1

Table 4. An example of assessing a supplier

Supplier:		Type of goods:					
		Date of assessment					
C R I T E R I O N	S T A N D A R D S	G R A D E S					
		0	1	2	3	4	5
	A. Quality control employees					Q, M	L
	B. Quality control procedures					Q, M, L	

I	C. Quality awareness						Q, M, L
	D. Previous experience					Q, M, L	
II	A. Price-quality relation					Q, M, L	
	B. Price stability					M, L	Q
	C. Relation to others						M, Q, L
III	A. Production capacity					M	Q, L
	B. Suitable delivery deadlines					M	Q, L
IV	A. Contemporary technical logistics						M, Q, L
	B. Operative efficiency						Q, M, L
	C. Certificates						Q, M, L
Total number of points:		I	II	III	IV	Average grade	4.14
Q-quality control		16	12	8	15	Status of the supplier: A-4.50÷5.00 B-4.20-4.49 C-3.80-4.19	A
M-production		16	10	6	14		B
L-laboratory		17	11	9	15		C
Average grade		4.0	3.6	3.8	4.8		
		8	6	3	8		
Supplier assessment committee						Signature	
Q	Milanka Radojčić						
M	Stjepan Kelava						
L	Katarina Opačić Mandulić						

4. CONCLUSION

The selection of a supplier begins with the decision whether or not to make or to purchase. This decision requires a factor analysis such as knowledge and necessary devices, plant capacities, ability to meet delivery deadlines, expected costs of “making” or “purchasing” and other issues. At making the decision on purchasing the number of suppliers for each item is to be decided on [2].

It is important to notice that more supply sources have advantages for customers that mostly reflect in:

- lower costs
- better supply
- minimal supply stopping
- better quality of purchased goods.

Opposed to a larger number of suppliers it should be borne in mind that contemporary manufacturers demonstrate the trend of constant reduction in the number of suppliers. Literature sources [2] mention that around the year of 1980 the supplier base was reduced from 50 % to 70 %. Communication with a smaller number of suppliers is easier and there is more time for cooperation. This still does not mean that only one supplier should exist in all purchasing processes.

Regardless of the number of suppliers, the selection should be based on the reputation of suppliers, qualification examinations and product control. The foundation for this should be reliable and timely information and data on suppliers.

At selecting suppliers the ones should be preferred who will guarantee for service or product quality, who will deliver goods on time, who will ensure maintenance, support and who will know and understand the business activities for the purpose of which the product, i.e. the service is supplied [8].

In everyday business activities it is often necessary to select the best among several equal or similar options. Very often the first, and frequently the only criterion has been the price of the service or product. Today competition is very strong and prices are not the only and the main criterion. For continual business activities it is very important to have reliable suppliers with whom continual cooperation is arranged. One supplier is better according to one, and the other according to some other criterion. How to select the best one? From several tens of criteria four were chosen in this example. A possible method was presented, which showed results in real economy. Each organization should develop a suitable way for selecting and monitoring their suppliers, using contemporary statistical tools and methodologies. This particularly refers to the usage of histograms, lot-plot plan, pareto analysis, cause and consequence diagram, as well as other methods that can be found in various norms or are mentioned in regulations.

Based on the presented facts about suppliers, the following may be concluded:

- A verified supplier is the one for whom it is determined, after a comprehensive analysis, that they supply goods of such quality that it is not necessary to carry out a routine inspection of each received delivery.
- Partnership with suppliers requires common economical planning, common technological planning and cooperation during the contract execution.
- By assessing and verifying suppliers an organization significantly reduces the number of suppliers and creates preconditions for reducing non-quality costs.
- The foundation for supplier assessment refers to quality specifications that an organization must develop, an elaborated methodology with known criteria and standards that shall be known to future suppliers.

5. REFERENCES

- [1] Kondić, Ž.: Kvaliteta i ISO 9000 - primjena, Tiva, Varaždin, 2002
- [2] Juran, J.M.; Gryna, F.M.: Planiranje i analiza kvalitete, 3. izdanje, Mate, Zagreb, 1999
- [3] Medvešček, I.: Nabava u industrijskoj radnoj organizaciji, Informator, Zagreb, 1978
- [4] Stratton, B.; Bemowski, K.: 101 good ideas, How To Improve Just About Any Process, ASQ Quality Press, Milwaukee, WI, 1998
- [5] Kasser, J.: Applying Total Quality Management to Systems Engineering, Artech House, Boston-London, 1995
- [6] Kapusta, D.; Kozina, G.; Vusić, D.; Kondić, Ž.; Čikić, A.: Elaboration of a mathematical model for designing attribute acceptance plans, Technical Gazette 18, 2(2011), 287-294
- [7] Lalić, N., Kecman, T., Suknović, M. (2001) Određivanje težina korisničkih kriterijuma i izbor

dobavljača procesom grupnog odlučivanja. in: SYM-OP-IS '01, XVIII simpozijum o operacionim istraživanjima, Collection of papers, pages 179-182

- [8] <http://www.mojizbormojaodluka.net/Primjer.aspx?idPrimjer=12> (available on 20.02.2013)

Contact:

MSc Branislav Bojanić

Pula parking d.o.o.

branislav.bojanic@pulaparking.hr

ASPEKTI UPRAVLJANJA KVALITETOM PREMA „QUALITY WITHOUT TEARS“ PHILIPA B. CROSBYJA

ASPECTS OF QUALITY MANAGEMENT ACCORDING TO „QUALITY WITHOUT TEARS“ BY PHILIP B. CROSBY

Nikola Matković

Pregledni rad

Sažetak: Kvaliteta je pojam definiran na brojne načine. Zajednička odrednica svim definicijama je udovoljenje zahtjevima kupaca i što efikasnije postizanje traženih upotrebnih svojstava proizvoda ili usluge. Crosby je istaknuo prilagođavanje zahtjevima kao cilj svake težnje kvaliteti. Upravljanje kvalitetom je također raznoliko definirano. Upravljanje je višedimenzionalan proces obuhvata niza sustava u organizaciji čiji je cilj postizanje bespriječnih i kompetitivnih procesa proizvodnje i usluga. U ovom radu ističe se onaj aspekt ostvarivanja kvalitete koji je vezan za kulturu unutar organizacije, a glavna obilježja su mu čvrsta predanost i poštivanje standarda „nula grešaka“ za sve izlazne procese.

Ključne riječi: kvaliteta, nula grešaka, predanost, prilagođavanje, zahtjevi

Review article

Abstract: Quality is a term with many definitions. Their common features are satisfying the clients' requirements and accomplishing required properties of product or service as efficiently as possible. Crosby claims that conforming to requirements is the basic goal of every streaming towards quality. Quality management is also a term with broad range of definitions but it is most certainly a multidimensional process which integrates many systems within an organization. Its goal is achieving perfect and ever more competitive production and servicing. This paper emphasizes the importance of the aspect of accomplishing quality related to culture within the organization. The main features of this aspect are firm commitment and keeping the standard of 'zero defects' for all outputs.

Key words: quality, zero defects, commitment, conforming, requirements

1. UVOD

Ključne misli Philipa Crosbyja o kvaliteti, iznesene u njegovom djelu „Quality without tears“ („Kvaliteta bez suza“), izvrsno pokazuju obrasce i razvoj zbivanja koji život često čine nekvalitetnim. Stav koji se ponavljajućom nekvalitetom ukorijenio u svim porama ljudskog života i poslovanja je taj da je život nezamisliv bez grešaka i nezadovoljstva, poslovanje je nemoguće bez nezadovoljnih ljudi, dok su neuspjesi nešto sasvim normalno i očekivano. Poznata je tako i narodna mudrost kako bez muke nema nauke, koja i proces učenja svodi na prolaženje nezadovoljstva s pokušajima i pogreškama te neizbježnim padovima. Iako i sam Crosby govori da su teškoće jedan od bitnih poticaja za usmjerenje prema kvaliteti jer služe kao svojevrsna konačna opomena, njegov rad je podsjetnik da se živjeti i poslovati može i sa zadovoljstvom. To ne znači da se u životu može i mora uspjeti u svakom zacrtanom pothvatu, već da kvalitetu neće ostvariti napor i muka, nego predanost, odgovornost i promišljenost u vezi operacija koje se žele ostvariti.

Na tragu toga je i naslov vrlo važnog djela „Kvaliteta bez suza“. Koncept „bez suza“ je ključna misao koja se nastavlja na misao vodilju prethodne knjige „Kvaliteta je besplatna“. Naime, ideja da je nešto dobro ukorijenjeno poteže i asocijaciju da je to ostvareno uz teškoće i napor, ili da do toga treba doći isključivo uz napor ili mnogo novca. Ova negativna misao koja je vrlo često, kako Crosby to zove, dio „konvencionalne mudrosti“, već sama po sebi uzrokuje demotiviranost i dodatne životne i poslovne teškoće, ali nerijetko i zavist među ljudima. Jedino što je zaista teško je steći i zadržati stav, te potpuno razumjeti zahtjeve koje postavljaju različite situacije. Izvor kvalitete bit će stav da se ono što predstavlja kvalitetu bezuvjetno mora i ispuniti, a glavni preduvjet za to je uzor u onome koji je odgovoran pa se taj stav doslovno prenosi dalje. Ključni alat za održanje te odgovornosti je komunikacija među zainteresiranim stranama u nekom procesu. Za trajno održavanje potrebnog stava među svim zaposlenicima ili drugim subjektima nije toliko važna motivacija koliko je to uklanjanje gnjavaže. To je jedna od središnjih tema ove knjige.

2. BIOGRAFIJA PHILIPA CROSBYJA I SUVREMEN POGLED NA NJEGOV RAD

Philip B. Crosby (1926. – 2001.) bio je američki autor i konzultant u području kvalitete. [1] Karijeru je počeo u ratnoj mornarici tijekom Drugog svjetskog rata i rata u Koreji kao medicinski tehničar. Od 1965. do 1979. radio je u američkoj multinacionalnoj korporaciji ITT Corporation pa je tako dospio do položaja „corporate vice-president“. U veljači 1979., nakon objave svoje prve svjetske uspješnice „Quality is free“, napušta ITT Corporation i osniva vlastitu konzultantsku tvrtku. „Quality is free“ je doživjela velik uspjeh i potom promidžbu u poslovnim medijima, što je Crosby shvatio kao trenutak da započne samostalnu karijeru konzultanta. Medijska promocija donosila mu je pozive američkih menadžera – njegove prve klijente. Namjeravao se baviti izdavanjem i implementacijom unaprjeđenja kvalitete u američkim tvrtkama. Spominje kako je potreba da vidi može li „prosvijetliti američki menadžment“ bila iznimno jaka. [2] Samostalno počinje raditi od 1.7.1979. s tvrtkom Philip Crosby Associates. Prvi veći klijent bio mu je IBM, gdje je zaista i postigao da uprava promijeni svoje koncepte u vezi kvalitete. Godine 1984. objavljuje „Quality without tears“, drugu knjigu nakon bestslera iz 1979., a godine 1997. osniva novu tvrtku - Philip Crosby Associates II u sklopu koje je i studij Quality College. [1]

U današnje vrijeme manje smo naviknuti prihvaćati robu s greškom pa se dio razrade problematike kvalitete predložen u ovom tekstu može činiti nevažnim. Brojne industrijske grane još uvijek izazivaju mnogo nemira u javnosti potkrade li im se propust u proizvodnji. To dakako znači da je i potrošački senzibilitet veći nego ikad prije, a važnost zadovoljenja klijenata nikad nije bila veća kao sada, u uvjetima jake konkurencije s jedne strane te recesije s druge strane. Sam Crosby naglašavao je da se ne bavi osiguranjem i kontrolom kvalitete, odnosno aspektima koji se primjenjuju u neposrednoj proizvodnji i operativi, već se bavi postizanjem kvalitete kao rezultata svih procesa tvrtke. Suvremena literatura spominje dvije metode za upravljanje kvalitetom: QFD (Quality Function Deployment) i FMEA (Failure mode and effects analysis) [3]. One su primjenjivane na svim razinama pa tako i najvišim razinama poduzeća. Funkcionalno su bliske onome što je Crosby naglašavao da je primarna zadaća najvišeg menadžmenta – pružiti klijentu ono što očekuje i što je dogovoreno, te prevenirati pogreške prije nego se dogode. Iako njegov rad može izgledati kao nešto što se u poduzećima ionako već „zna“, bit njegovog zalaganja je da se ozbiljno shvati narodna mudrost „više vrijedi dobar primjer, nego masa zakona“. Dakako, u današnje vrijeme više nije dovoljno na tržištu biti prepoznat samo kao solidan i bez greške, što je tradicionalan stav prema kvaliteti. Pobjedu sve više odnosi inovativnost i stvaranje ugleda u široj zajednici. No, to samo znači da su aspekti upravljanja kvalitetom koje ističe Crosby osnovni uvjet bez kojeg nema dugoročnog opstanka ni dugoročno poželjne tvrtke za rad i razvoj. Kako su suvremene metode usredotočene na postizanje uspjeha s izlaznim proizvodom poduzeća, Crosbyjev rad iz suvremene perspektive treba shvaćati kao svojevrsni putokaz prema izgradnji „backgrounda“,

odnosno kulture koja će osigurati što dosljedniju i bolju primjenu svih alata i metoda za upravljanje kvalitetom.

3. CROSBYJEV POGLED NA PROBLEM (NE) KVALITETE

Crosby je iznio mnogo zaključaka o suštini i o postizanju kvalitete. Zbog toga je dobio mnogo kritika, među ostalim da promovira novo razumijevanje buduću da njegov pristup izričito nije ono što se smatra „zdravorazumski“ ili dijelom „konvencionalna mudrost“.

Crosbyjeva je glavna definicija da je kvaliteta prilagođavanje zahtjevima. Onaj tko se zahtjeva ne pridržava, ili proizvod koji zahtjevu ne udovoljava, uzročnik je problema, a to je vrlo konkretan subjekt. Reći pri tome da postoji problem s kvalitetom značilo bi apstrahirati problem, a to nije način i put na koji upućuje Crosby. On inzistira na specifičnosti i što većoj jasnoći u postavljanju kriterija. Takav metodološki pristup je čak moguće i provjeriti u svagdanjem životu.

Još jedna od bitnih odrednica Crosbyjeve filozofije je ta da odgovornost za kvalitetu i njeno postizanje leži primarno (i praktički jedino) na upravi, odnosno na najvišem menadžmentu. Naime, iznimno je česta pojava da se optužuje radnike za probleme u radu, ili još češće da ljudi iznose nezadovoljstvo neispunjenim očekivanjima od drugih koji su nešto morali operacionalizirati. Crosby je izričit u ovom pogledu kako je odgovornost za uspjeh prije svega na vrhu. Ta odgovornost proizlazi iz činjenice da su oni na vrhu uzorni primjer onima niže u tvrtkinoj hijerarhiji te pitanje shvaćaju li se zahtjevi uprave dolazi iz sposobnosti uprave da svoja očekivanja što jasnije izrazi. Polazeći od tih stanovišta, Crosby definira da je rezultat ostvarenja kvalitete nekog zadatka ili kreacije proizvoda isključivo odraz svijesti najvišeg menadžmenta. Takva svijest je najbolji motivator postizanja kvalitete. Prema tome može se zaključiti da Crosbyjev kritičan stav prema certificiranju za kvalitetu (ISO sustavi) i prema nagrađama poslovne izvrsnosti proizlazi iz toga jer su spomenuti modeli usmjeravanja prema kvaliteti eksterne naravi. [4] Oni su svojevrsni trgovački pokazatelj i „putovnica“ po svjetskom tržištu, te su signal klijentima da tvrtka teži nekim standardima prihvatljivima za većinu korisnika. Crosby je u tom pogledu bio radikalnih nazora. On je kvalitetu smatrao rezultatom interne motivacije, a ne nečega što se čini zbog tržišne utakmice. Ta interna motivacija zapravo je posljedica svijesti o troškovima koji nastaju zbog neudovoljavanja zahtjevima, a često je i posljedica jednog kriznog trena nakon kojeg uprava ima novi stav o tome kako poslovati. Crosby je istaknuo da je ponekad nemoguće doprijeti do nekoga i diskutirati kvalitetu čak i onda kada se sugovornik i slaže u pogledu kvalitete, jer to još nije posljedica stava i razumijevanja o tome što je kvaliteta.

U doba kada je Crosby počeo sa svojim konzultantskim radom, kvaliteta je shvaćana kao dodatni trošak, a to znači i napor. To je prema njegovom mišljenju bila ključna zabluda koju je još nazivao „konvencionalna mudrost“. Ona je o kvaliteti govorila kao o nečemu dostižnom samo uz dodatno financijsko

ulaganje ili kao ulaganje napora u projekt koji bi rezultirali njegovim kašnjenjem ili odgodom. Poznate fraze su bile: „mi si kvalitetu ne možemo priuštiti“ ili „ako bi htjeli napraviti kvalitetno, ne bismo nikada niti krenuli s radom“. Te dogme su dobile odgovor upravo u naslovu Crosbyjeve knjige – „Kvaliteta bez suza“, gdje izraz bez suza znači postizanje kvalitete bez patnje. Tu patnju kao put do zadovoljstva ima većina ljudi. Patnja je nužna i dovoljna jedino da se postigne svijest o tome da se mora raditi kvalitetno, a ne uz toleranciju prema devijacijama. Sve ostalo je stvar komunikacije i svijesti o zahtjevima. A manjak svijesti o tome što su zapravo zahtjevi je prepreka za postizanje kvalitete. Osim što menadžer mora precizno znati što je to za njega kvaliteta i što ona u financijskom smislu znači, on mora znati i to iskazati. Menadžeri, a i svi drugi, sasvim pogrešno misle da se dobro i očekivanje prema dobrome samo po sebi podrazumijeva. Naime, tvrdi Crosby, kada menadžer govori o očekivanju da se nešto napravi dobro (a to vrijedi i za sve ljude u svakodnevnom životu), on ne shvaća da u tome trenu samo on zna što misli pod dobrim. Drugi su osuđeni na prejudiciranje ili na svoje nahodjenje, a to ne vodi do željenih rezultata. Dakle, zahtjevi moraju biti jasno izrečeni da bi njima moglo biti udovoljeno. Nije tragedija ne moći udovoljiti zahtjevima. Neki ljudi ne mogu i to je uredu. Neki projekti nisu ostvarivi i mora se od njih odustati, i to je dio života. Ono što je Crosbyju neprihvatljivo je tolerancija devijacija. Brojni proizvodi u SAD-u su nekada dolazili s dodatnim papirima gdje se tumačilo moguće devijacije u radu proizvoda. Mora se pružiti ono što je reklamom obećano ili inače uspostavljeno. Ako se pokaže nemoguće, obavezno treba mijenjati priručnik ili definicije. Pojednostavljeno, dogovorenog se treba pridržavati ili se moraju mijenjati pravila. Devijacija i ostala komocija ne bi smjela biti dopustiva prema utvrđenim pravilima, već bi svoju dosljednost prema kvaliteti morali prakticirati kroz promjene ugovora i sličnog. Poštovanje prema propisima i njihovo pravodobno ažuriranje pokazuje svijest o kvaliteti i poštovanje prema drugim ljudima, jer devijacije vode u kaos. Pogleda li se ISO 9000, uočiti će se da je komplementaran ključnom Crosbyjevom razmišljanju: odgovornost uprave za kvalitetu na prvome mjestu, a zatim postupanje s dokumentima te shvaćanje zahtjeva kupaca. No, koja je dosljednost u primjeni? Svako poduzeće ima svoje rezerve iz kojih si može dopustiti odstupanje od pravila dobrog poslovanja. Prema Crosbyju certifikat nije dovoljan dokaz da je uprava svjesna onoga što će donijeti kvalitetu. I ni svi auditi, prema Crosbyjevim riječima, ne demonstriraju postojanje svijesti.

Crosby kritizira pogled na kvalitetu kao na mjeru elegancije („skupocenosti“). On tvrdi da je potpuno pogrešno kvalitetu gradirati po stupnjevima dobrote koje proizvod pruža, ili čak kvalitetu podrazumijevati kao stupanj luksuznosti, što je još gore. Ponovo ističući, kvaliteta je ono što udovoljava očekivanja korisnika, a ne mjera apsolutnog broja funkcionalnosti ili funkcionalne moći.

4. PROFIL PROBLEMATIČNE TVRTKE I CJEPIVO

Nezadovoljstvo konačnim proizvodom ili uslugom zove se nevolja s kvalitetom. No, to je samo simptom unutrašnjih zbivanja. Postoji nekoliko karakteristika koje su zajedničke problematičnim tvrtkama i to neovisno o razlikama u veličini ili svrsi. Upadljivi simptomi problematične tvrtke:

1. *Vanjski proizvod ili usluga sadrži devijacije javno objavljenih, reklamiranih ili dogovorenih zahtjeva.* Tvrtka ne vidi ništa loše u tome da njen proizvod sadrži devijacije jer su one detaljno dokumentirane. Ne shvaća da te devijacije nose goleme nepotrebne troškove. Crosby izričito naglašava da lakoća življenja, gdje je neprilagođavanje norma, proizvodi stalan izvor problema. Ta stalnost sama po sebi uvjerava sve prisutne da je „to način na koji se živi“. I tako situacija iznova hrani samu sebe. [2]

2. *Tvrtka ima razgranatu terensku službu ili mrežu prodaje istreniranu u prepravljanju i popravljanju da bi klijenti bili zadovoljni.* Ovo pruža mogućnost da se proizvod dovrši čak u prostoriji kupca. Klijenti vole servisere, a mrze tvrtku koja proizvodi. Terenska služba shvati sebe kao vitalnog posrednika između tvrtke i kupca. Nije teško ni shvatiti zašto se osjećaju važnima. Tehnološki razvoj je doveo do toga da su servisi postali neovisni o tvrtkama proizvođačima. To se moglo uočiti s razvojem bijele tehnike, televizora i pogotovo računala u njihovoj ranoj fazi. Tada su tvrtke shvatile da neki ljudi neovisno i nesmetano žive od pružanja usluga za krpanje onoga što nisu učinile dovoljno efikasnim. Tako se može primijetiti da u posljednje vrijeme potrošačka dobra rade besprijeekorno i prije budu zamijenjeni modnim pritiscima nego zakazivanjem. Time je jedan golemi segment uslužnih aktivnosti servisiranja izbačen s tržišta. Čak i uslužne tvrtke imaju ovakve običaje terenskog usluživanja. Kada se očekuje da je usluga nepotpuna, javlja se situacija u kojoj zaposlenici tvore vlastite *standarde performansi*. To dovodi do sljedećeg simptoma.

3. *Menadžment ne daje jasan standard performansi ili definiciju kvalitete pa prema tome svaki zaposlenik stvori svoj.* Kada se ustanovi neki postotak defektnih proizvoda, onda on postane standard nekvalitete. Ako je precizan broj, tada to zvuči znanstveno. To samo znači da su operacije svedene na razinu nekompetentnosti. Tada se razvija moto: „Rok prvi, trošak drugi, a kvaliteta treća“.

Jedan od uobičajenih simptoma je sljedeći: administrativne kompanije (ali i javna uprava) ustanove paralelne sustave kako bi korisnici ili stariji menadžeri mogli zaobići uska grla. Time daju jasnu poruku koja glasi: „Mi ne mislimo zbilja izvršiti zahtjeve pa se snalazite kako najbolje znate“. Sljedeća devijacija je nagrađivanje predanih zaposlenika. Ističu se oni koji su korisniku pružili najbolju uslugu uz svoju žrtvu, kao u najboljoj tradiciji poslovanja. Ono što se previđa jest da ne bi trebalo žrtvovati zaposlene da je posao od samog početka napravljen kako treba. Fantastičan dio svega ovoga je što menadžment ne razumije trošak ovakvog lošeg poslovanja. I to je sljedeći simptom.

4. Menadžment ne zna cijenu neudovoljavanja.

Prevenција bi smanjila trošak nastalih greški i njihovog uklanjanja. Postavlja se pitanje kako to da je menadžmentu svejedno. Na to upućuje najvažniji simptom, simptom pod točkom 5.

5. Menadžment nije čine da je on uzrok problema.

Nijekanje se zasniva na sporadičnom unaprjeđivanju koje se čini kada se napada bilo koji specifični problem. To samo dovodi do guranja problema na drugu stranu. Većina menadžera šalje sve ostale u školu, namješta programe najnižim razinama organizacije i drži govore s teškim riječima. Dok se ne vidi financijska strana priče, ne vidi se ni njena ozbiljnost. Ima u ovome sličnosti s ovisnošću o drogama. I tu je primarni simptom nijekanje. Sve žrtve droge kažu da mogu ostaviti drogu kada pozele. *Obično shvate da to ne mogu tek kad im se život raspadne. Tvrkama se to dogodi kad cijene dionica padnu, a profiti nestanu.* Glavna zapreka napretku nerijetko je tvrdoglavost menadžmenta.

Neka od rješenja za kronično neudovoljavanje su akcije menadžmenta, a neka su proceduralni zdrav razum. [2]

Jedno od rješenja je testiranje novih proizvoda i usluga. No to nije dovoljno. Korekcija i zaštita moraju se osigurati. Tvrčke se nađu u problemima jer ne učine u vezi grešaka ono što i same znaju da moraju. Primjer je poslovanje s financijama tvrtke u kojemu nema grešaka jer postoji jako puno literature i pravila o investiranju. U tome se ne griješi zbog nesmotrenosti ili nemara. Ipak, stečajevi su svagdanja pojava. U takvom slučaju u upravi najčešće nisu glupi ili zli ljudi, već su njihove prosudbe neadekvatne. Prema Crosbyju, tipična menadžerska greška koja rezultira problemom u kvaliteti je posljedica instinkta. Radi se o kratkoročnom rješenju problema s rokovima ili troškovima, ili čak o nijekanju evaluacijskog rezultata. U proceduralnim priručnicima nema rješenja za ovakve probleme. Velika količina uputnog materijala ne spasi tvrtku od propasti. Rješenje mora biti u menadžerskom stilu.

Svako neudovoljavanje je uzrokovano. Sve što je uzrokovano, može biti prevenirano. Prevenција znači „cijepiti“ tvrtku koja ne želi imati problema s unutarnjom gnjavažom, neudovoljavanjima, gubitkom klijenata i razbacivanjem novca. [2]

Sastojci cjepiva opisani su u kasnijem poglavlju, a redovito cijepljenje zahtijeva strategiju koja sadrži tri menadžerske aktivnosti:

1. predanost
2. edukaciju
3. implementaciju

Treba mijenjati kulturu unutar tvrtke da bi se uklonili izvori neudovoljavanja te da bi se iskorijenila gnjavaža.

5. DEMOTIVACIJA

Jedna od najvećih briga uprave i menadžera je motiviranost zaposlenih. Iz te brige je nastala čitava industrija i znanost o tome kako održati interes zaposlenih. Postoje čitavi timovi konzultanata i literature o toj temi koja je dobronamjerna i daje rezultate – barem na kratko. [2]

Postavlja se pitanje čemu programi motivacije. Nisu li zaposleni motivirani kandidati? Zar ogromna rezerva radne snage koja željno čeka posao nije dovoljan motiv da održi pažnju? Nije li plaća dovoljan motivirajući čimbenik? I o tome je teško nešto reći kada svatko može konstatirati da je plaća premala.

Većina ljudi će, prisjećajući se prvog radnog dana, ustanoviti da su bar tada bili motivirani. Što se događa da motivacija dramatično pada?

Prvi dan na poslu je obično malo treme, osmjesi i sve je pozitivno i prihvatljivo. Ne za dugo. Novi zaposlenik se želi dokazati i dati sve od sebe. U početku ima i česte vizije kako će jednog dana dospjeti i do vrha poduzeća. Ako i nema tolike predanosti, u svakom slučaju ima oduševljenja novom prilikom. Stav novozaposlenog najčešće je dobar. Pažnja je stalna, a pristup ozbiljan...

Nakon nekog vremena javlja se druga slika. Neka istraživanja pokazuju da je čak tri četvrtine zaposlenih nezadovoljno na radnom mjestu. Performanse padaju i čuju se fraze:

„ne talasaj“
 „nitko ne zna što se tu događa“
 „zašto čine nešto tako glupo“
 „koga znaš važnije je od onoga što znaš“
 „nije ih briga za kvalitetu“
 „nema šanse za napredak ovdje“
 „imao sam tako dobru ideju, no ništa se nije promijenilo“ [2]

Uz razvoj takvih bolesti, u upravi se sjete provesti akciju podrške zaposlenima. Sve što se iznađe daljnjim traženjem pomoći zaposlenima nije samo po sebi loše, osim što je promašeno jer je usmjereno prema dnu organizacije. Crosby povlači paralelu s mladom djecom u školi koju teroriziraju „stariji klipani“. Teroriziranje ide na slučajnoj osnovi i bez poznatih pravila koga će zahvatiti. Prekidaju uživanje, igru i ostale aktivnosti ostalih. Ono što se u poslovanju događa, tvrdi Crosby, je kao kad bi ravnatelj škole poslao djecu žrtve na program motiviranja kako bi dalje nastavili svoju igru, umjesto da ukloni one koji provode nasilje. To je dvostruko maltretiranje.

Uobičajeno radno okruženje je ono što ubija volju za radom, piše Crosby. Problem je u besmislenim, iritantnim, nepromišljenim načinom tretiranja zaposlenih. Zaposlenik se osjeća kao figura u rukama hladne operacije funkcija. Dovoljno je, nažalost, samo nekoliko mjeseci da netko tko ispliva na vrh zaboravi sve probleme na dnu. Zato su revolucije neuspješne. [2]

Koje nepromišljenosti su tipično ubojite za motiviranost zaposlenih:

- Revizija performansi zaposlenika koju provodi nepoznata i od zaposlenika neizabrana osoba je obično nekritična. Ne odstranjuje one koji loše rade, niti propisno nagrađuje one koji rade dobro. Neiskrenost

ocjenjivanja je loš signal uprave, koji govori o lošem stavu prema sustavu i talentima. Zaposlenici tada shvate da menadžment nema priliku doznati tko je najpošteniji radnik, osim na sreću ili instinktivno. Talentirani nakon takvih evaluacija odmah počnu tražiti bolji posao.

- Problemi s obračunom troškova su jedan od demotivatora. Svađe s računovodstvom su nemoguća misija za zaposlenike i siguran put u gnjavažu oko svakog pothvata. A tu su simbolične geste kojima se kroz troškovnike pokazuje tko koliko vrijedi i koga se može, a koga se ne smije ponižavati.

- Sastanci i konferencije su jedan od izvora boli zaposlenicima. Obično se zna tko će dominirati sastankom i da će govoriti koliko želi. Nema ništa gore zaposleniku nego ga smjestiti da sluša ono što ne želi, a Crosby tvrdi da obično oni s vrha koji drže govor bivaju i najmanje upućeni u problematiku tvrtke. To je praktičan zaključak, tvrdi on. Za to vrijeme oni koji znaju više moraju sjediti u neudobnim stolcima i slušati želje i zahtjeve neupućenih. Crosby je rekao da na takvim konferencijama 80% govora drži 20% ljudi. Pokuša li netko iz druge skupine nešto dodati, ubrzo će shvatiti da je odobravanje upadica kao korisnih samo načelno. Crosby zaključuje da kultura sastančenja najjače tjera talentirane zaposlenike iz kompanija.

No, gnjaviti nekog nije dio poslovnika tvrtke. Ono se događa spontano i nenamjerno, a ponekad čak iz originalno dobrih namjera. Crosby uspoređuje rad u tvrtki koja je ispunjena gnjavažom sa životom s roditeljima nakon odrastanja, gdje roditelji odlučuju umjesto njihovog odraslog djeteta.

Napominje da u životu sami sebi stvaramo određenu gnjavažu pa i dobivamo što zaslužujemo, no nema nikakvih razloga da trpimo druge na takav način.

Gnjavaža se može prevenirati učenjem obostrane komunikacije. Ljudi koje se gnjavi nisu radno produktivni, a ponekad uopće i ne rade.

Tvrtka ispunjena gnjavažom je ona u kojoj uprava i zaposlenici nisu na istoj strani. To se može vidjeti u 15 minuta kada im se dođe u posjet. Gdje nema gnjavaže ljudi su sretni, odnosi među zaposlenima su ugodni i sustav teče glatko. Klijenti imaju povjerenje u takvu tvrtku i mogu je prepoznati. U takvoj okolini ima mjesta za maksimalan profit i visok potencijal rasta.

Gnjavaža znači da se ljudi unutar tvrtke više bave jedni drugima nego da rade kako bi nešto i ostvarili. Svađe, provjere i prekidi su svakodnevni. Ljudi nalaze posao jedni u drugima, umjesto da se bave produktivnim aktivnostima. Ironija je, kaže Crosby, da gnjavaža **nije nešto** stvoreno **namjerno** ili **zlonamjerno**. **Ona se jednostavno dogodi** i može se spriječiti. **Prevencija je stvar stava i komunikacije.** Ima situacija u kojima zaista postoje odnosi i vodstvo koje koristi uništavajuće odnose i svađe za svoje potrebe, pa iz takvog okruženja treba svakako otići. U **poduzeću bez gnjavaže** zaposlenici imaju povjerenje u upravu, da ih ona poštuje i da treba njihov rad. Znaju da su zahtjevi posla jasno naznačeni i imaju priliku doprinijeti ispunjenju tih zahtjeva. Oni prepoznaju da je uprava predana radu prema tim zahtjevima i da ih ozbiljno shvaća. Vidi se da je priznanje pruženo onima koji rade dobro, a pomoć onima koji imaju poteškoće. Vidi se i da uprava dijeli teret u tvrtki. Upravu se iskreno poštuje. Da bi se ovo

postiglo, potreban je trajan proces koji će dotaknuti sve aspekte i dijelove poduzeća. Riječ je o neprekidnom procesu, a ne o programu. Vrijednost ovakvog poduzeća je očigledna. Crosby zaključuje da kada sve što imaš za učiniti je samo tvoj posao, tada ima i vremena da se učini puno dobrih stvari.

Gnjavaža znači različite stvari različitim ljudima. Prema Crosbyu, ona je svaka nepotrebna teškoća ili zlostavljanje koje nekome prepriječi put nečemu koje ima svrhu. To je ono što se podrazumijeva pod „raljama birokracije“.

6. PREDANOST I ČETIRI APSOLUTA KVALITETE

6.1. Predanost

Tvrtke se ne snalaze s kvalitetom jer nisu dovoljno predane. Crosby tvrdi da je ovo aksiom unatoč tome što zvuči banalno. [2]

Nema promjene dok tvrtka ne izađe iz okova svog profila. Tvrtke koje ne napreduju mnogo, iako se čini da su predane, imaju **zajedničke karakteristike**:

1. *Trud se naziva program, a ne proces.* Ovo je odraz ideje koju uprava potajno nosi u duši. „Okolo kvalitete“ je pronalaženje pravog seta tehnika koje će se primijeniti na prave ljude. Program znači da će ga uskoro zamijeniti nešto novo. Vlade sve nazivaju programima. Proces pak nikada nije gotov i zahtijeva stalnu pažnju.
2. *Sav je trud usmjeren prema nižim razinama organizacije.* Vrlo jednostavno uočljivo, samo treba naći nešto što uprava treba učiniti drukčije: sve školovanje je za nekoga drugoga. Produktivnost (s velikim P) ostane parola za niže razine. [2]
3. *Voditelji kontrole kvalitete su cinični.* „Nula grešaka je Istočno mehaničko razmišljanje.“ „Moramo zadovoljiti klijentovu percepciju kvalitete.“ „Jednostavno je nemoguće ljudima da čine stvari dobro prvi puta.“ „Ekonomija kvalitete zahtijeva greške; uzmite u obzir troškove.“ Sve spomenuto je dio „Konvencionalne mudrosti“ i cinizma koji je neudovoljavanje činio integralnim dijelom poslovanja. [2]
4. *Materijal za poduku je izrađen radi sebe.* Treba podučavati iz dobrog iskustva.
5. *Uprava je nestrpljiva u vezi rezultata.* Čim uprava shvati trošak nekvalitete, postane brzopleta. Nestrpljivost dovodi i do centralizacije programa.

Spomenuto su posljedice nepromišljenog i neozbiljnog shvaćanja poboljšavanja. Uprava često krivo shvati kako program znači da drugi moraju činiti nešto drugačije. Tek kada uprava osvijesti svoj rad, tada nastupa predanost. U vezi ovoga valja naglasiti da

pokušavati nije dovoljno, već treba obavljati posao. Posvećenost, predanost i rad su nužni.

Crosby tvrdi da nikada ne piše o motivaciji jer nikada nije ni osjećao da se nekoga može držati motiviranim dulje od par dana. On se bavi stvarima koje donose ili ne donose kvalitetu u organizaciju.

Daje primjer iz osobnog iskustva kada je bio u odjelu kvalitete tvrtke koja je imala očajnu kvalitetu. Navodi da je svaki primjereni audit uspješno proveden, a priručnici i procedure bile su uzorno napisane. „Dobro se radilo i sve je bilo puno dobrih ljudi“, navodi Crosby. Svi su bili odgovorni i stručni. Međutim, proizvod nije valjao jer se mnoge zahtjeve nije ozbiljno shvaćalo. Klijenti su bili ljutiti pa je smijenjen predsjednik uprave i to nakon četiri promijenjena voditelja kvalitete. Tako je prethodni direktor htio rješavati probleme. Novi direktor je odlučio da će se proizvod pregledati i pustiti tek kada se ustanovi da potpuno zadovoljava zahtjeve, i da se onemogućiti ponovno pojavljivanje problema. Dva starija menadžera ga nisu shvatila ozbiljno i nastavili su po svome ustaljenom načinu rada. Novi direktor im je podijelio otkaze (situacija koja je u našim prilikama teško zamisliva). Nakon šest mjeseci rada je sve funkcioniralo idealno, proizvod je prihvaćen te su ga klijenti testirali. Bio je pouzdan, u planiranom trošku i na vrijeme dostavljen. Činilo se nevjerovatno. Ista organizacija proizvodila je točno suprotan rezultat. Jedina razlika, osim dva otpuštena „tvrdoglavca“, bila je u vodstvu. Novi direktor se izjasnio kako je spreman proizvesti kvalitetu u pravom smislu te riječi. Išao je među radnike, poticao ih na rad, pozivao je radnike i njihove obitelji na večeru u tvornicu, pozvao je glavnog sindikalca na ručak, potjerao menadžere iz njihovih ureda u stvarni svijet na posao, novi voditelj kvalitete je svima morao pomagati u prevenciji nedostataka i tako dalje.

Crosby piše da su američki menadžeri otišli u Japan naći tajnu njihove uspješnosti da bi u povratku zaključili kako je stvar u japanskom radniku. I tako problem ostaje jer se ne rješava onaj ključan – dosljedna predanost uprave prema zahtjevima. Ako to nije na djelu, nijedna dobra tehnika neće pomoći organizaciji.

Pravi način je, prema Crosbyju, poštovati zahtjeve. Stvarati ih brižno, udovoljavati im predano, a ne koristiti fraze kao „to je dovoljno blizu“, „pošalji idući mjesec“, „mimo specifikacija“ itd. Ako uprava poštuje zahtjeve i sudjeluje u prevenciji, sve postaje drukčije. Sve moguće procedure za kvalitetu to ne mogu same postići. Operativa je točan odraz uprave, a tu nije dovoljno izgledati predano i tako djelovati. Ono oko čega smo mi predani, mora biti jasno u glavama svih uključenih.

Crosby ističe još neke bitne elemente koji će doprinijeti predanosti. Uprava treba predavanje poslušati od nekoga izvan tvrtke. I najvažnije, upravu se ne može dovući na predavanje o kvaliteti. Ona mora dobrovoljno donijeti odluku o uvođenju implementacije kvalitete. To znači da se predanost prema kvaliteti mora „preporučiti“ u glavama čelnika organizacije.

Najveći pojedinačni problem uprave, prema Crosbyju, je kredibilnost predanosti. Ona se mora stalno podupirati. Dakle, uprava mora konstantno pokazivati da je vječno predana kvaliteti. Nije dovoljno reći prave riječi jer svi to čine. Postupci i stil života moraju odavati taj stav. Nemoguće je sakriti pravo razumijevanje

nečega. Pravo razumijevanje je nužno da bi predanost bila očita. [2]

Crosby tvrdi da je teško doprijeti do nekoga i diskutirati dok se on entuzijastično slaže s tobom. Dok svi misle da shvaćaju, a u stvari ne shvaćaju, stvari teško idu naprijed.

Stoga je postavio četiri apsoluta, tj. četiri osnovna koncepta procesa poboljšanja kvalitete. Naznačio je da postoji i **peti koji glasi da „Ne postoji nešto što je problem kvalitete“**. Apsoluti odgovaraju na pitanja:

1. **Što je kvaliteta**
2. **Kakav sustav treba za dobivanje kvalitete**
3. **Koji standard performansi treba koristiti**
4. **Koji sustav mjerenja je potreban**

6.2. Prvi apsolut: Definicija kvalitete je prilagođavanje zahtjevima

Unaprjeđenje kvalitete se prema Crosbyju temelji na postizanju da svi čine sve kako treba od prve (engleski: DO IT RIGHT FIRST TIME (DIRFT)). Kako bi se to ostvarilo, treba jasno definirati i shvatiti zahtjeve i tada ne bacati ljudima „klipove pod noge.“

Crosby kaže da menadžment ima u osnovi tri temeljne zadaće:

1. ustanoviti zahtjeve koje zaposlenici trebaju postići
2. dobiti potrebno da bi zaposlenici to postigli
3. utrošiti vrijeme ohrabrujući i pomažući zaposlenima da postignu zahtjeve

Ako je menadžment predan DIRFT-u, i svi ostali će biti. Ako je menadžment ozbiljan prema zahtjevima, i ostali su ozbiljni.

Kada se nitko na ništa ne oslanja, nitko neće planirati sve raditi kako treba od prve. „Sve“ se odnosi na postavljene zahtjeve. Kada se svi dogovore oko zahtjeva, stvari idu glatko i svi žive sretno. Galama, svađa i nesporazumi dolaze sa svih strana, proporcionalno strastima i namjerama da se nešto postigne. Nakon otupljenja nema više ni konflikta, ali je produktivnost nepovratno izgubljena. Bez sporazumijevanja o zahtjevima energija se beskonačno troši na slične probleme, a što je netko više u hijerarhiji poduzeća, njegovo mišljenje više znači, što nužno ne znači da je i adekvatno. Uzrok nesporazuma nije u demotiviranosti zaposlenika da rade uredno, nije u lošim radnim tehnikama, niti u manjku znanja. Uzrok je u onome što menadžment smatra pod kvalitetom, tj. u „dobroti“. Nitko ne razumije što je to, osim onoga tko u tome trenu govori o tome. Stoga se kvalitetu definira kao prilagođavanje zahtjevima. Ovakva definicija daje organizaciji da se postavlja i radi prema nečemu drugome, nečemu što nije mišljenje ili iskustvo. To znači da će sav intelektualni rad biti najprije usmjeren u definiranje zahtjeva i preuzimanje istih pod obavezno. To je prvi korak unaprjeđenja. Dok u definirane zahtjeve svi ne počnu vjerovati, već nakon prve devijacije svi će odmah znati zaključiti da „neke stvari ne moraju biti kako treba.“ To je početak svih nevolja. Biti predan ne znači zatvoriti tvrtku da se dokaže ozbiljnost. Ako se zada rok za korekciju, mora ga se pridržavati. Menadžeri obično ne vole proces definiranja zahtjeva jer on asocira

na tisuće sitnih uputa. No, to nije definicija zahtjeva. Zahtjevi su odgovori na pitanja što se sve podrazumijeva pod „činiti sve kako treba prvi put“. Zahtjevi su, kao i mjere, prije svega komunikacija.

6.3. Drugi apsolut: Sustav kvalitete je prevencija

U sustavu provjeravanja se najočitije vide troškovi „konvencionalnog prakticanja kvalitete“. [2]

Provjeravanje, kako god se ono zvalo, se uvijek čini naknadno. Ono rezultira sortiranjem ako je to način izbora onog što se traži. Bez dobre prevencije nastaje gomila tehnološkog otpada. To je bio jedan od ključnih problema američke industrije osamdesetih jer je taj otpad predstavljao veliki trošak. I nije bilo neobično da se zbog grešaka posao umnožava kako bi se usput ispravljale greške. Dakle, provjera je skup i nepouzdan način postizanja kvalitete. Ono što je nužno je prevencija.

Crosby podsjeća da je prevencija nešto što znamo činiti ako razumijemo naš proces. Prevencija je jedna od onih stvari o kojima poslovni ljudi jednostavno ne govore. [2] Nitko predradnje ne shvaća ozbiljno. Iz svog osobnog iskustva Crosby navodi primjer kako kredibilitet menadžmenta pada u vodu jer ne brine o prevenciji. Dokaz za to mu je bila činjenica kada je bio štedljiv u svome poduzeću, još su mu iduće godine smanjili budžet. Kolegi iz susjednog odjela koji je trošio više i lijepim riječima to obrazložio, odobrili su povećanje. Od tada ni Crosby nije pazio na potrošnju i nitko ga ništa nije pitao u vezi toga. Prevencija se temelji na identifikacijama prilika za greškom u procesu.

6.4. Treći apsolut: Standard performansi je nula grešaka

Postavljanje zahtjeva je lako razumljiv proces. Potreba da se udovolji tim zahtjevima svaki put nije tako lako razumljiva. [2]

Crosby navodi da svaka akcija kako god bila mala mora biti napravljena prema planu da sve bude kako treba. I svatko treba razumjeti važnost za poduzeće dobro odrađene akcije. Ako tvrtka ohrabruje zaposlenike da ne učine sve kako treba, time stopiraju ostvarenje akcije. Tada više nitko ne zna što se hoće, a što se neće dogoditi. [2]

Tvrdi da je godinama slušao od kolega kako je standard bez grešaka nedostižan. No, i u tvrtkama dotičnih ljudi postoje zone u kojima nema grešaka u radu. Uzmimo u obzir računovodstvo i isplatu plaća, kaže Crosby. Tamo nema grešaka. Jesu li tamo tako predane duše? Svakako jesu, ističe Crosby, uz napomenu da važnost posla ne diže nužno standard performansi. Da je tome tako, ispalo bi da u svemirskom programu nema grešaka, a ipak se i tamo dogode. Razlog zašto s isplatom plaća ne dolazi do greške je u tome što ljudi ne žele greške u tom sustavu. Ne zato što misle da ih poduzeće želi prevariti, greška se ionako ispravi, već zato što bi to bio znak iznimnog nemara poduzeća prema njima (ne mogu ni plaću propisno isplatiti). „Konvencionalna mudrost“ kaže da je greška neizbježna. Dok god se standard performanse očekuje, ovo samoispunjavajuće proročanstvo će se ostvarivati. [2]

Napominje također da je zaista teško uzeti sve zdravo za gotovo, prilazeći ovoj temi intelektualno, da zaposlenici usvajaju standard vodstva, a ne standard procedure ili procesa.

Godine 1961. Crosby je osmislio koncept Nula grešaka. Označio je što se traži od ljudi, a da to nije statistika ili ocjenjivanje kao u školi. Nažalost, kako tvrdi Crosby, američka industrija je tu ideju shvatila kao motivacijski program. Napali su ga da je premisa nepraktična, a on je cijelo vrijeme ponavljao da je riječ o menadžerskom standardu koji kaže ljudima što se od njih traži. Njegova ideja je ismijana u SAD-u, a u Japanu je prihvaćena. Za to vrijeme u SAD-u su se bavili „ekonomijom kvalitete“. Postigli su reklamne kampanje da uvjere ljude kako naporno rade na kvaliteti, postigli su sustave koji pokazuju napredovanje, ali nisu postigli proizvode bez grešaka. Kaže da se godinama borio za to da se nabava ne bavi inspekcijom proizvoda, da bi na kraju proizvođaču rekla kako ne treba slati proizvode prilagođene zahtjevima.

Iz svojeg radnog iskustva Crosby iznosi slučaj kada je kao menadžer kvalitete odgovarao svom predsjedniku uprave zbog nedostataka koje su imali projektili koje su isporučivali kao tvrtka. Crosby je objašnjavao da je broj grešaka u vrlo prihvatljivom odnosu naspram broja dijelova i da je to statistički očekivano. Na to mu je nadređeni odgovorio da „negdje na svijetu postoji menadžer koji može dati proizvode i usluge bez greške“ i da on „sigurno želi da to bude Crosby.“ Tada je Crosby shvatio da je posrijedi preživljavanje, a ne rasprava o ljepoti kvalitete. [2] Nakon toga rodio se koncept Nula grešaka, a tvrtka je pokazala da predana grupa ljudi, uz vrijeme i opremu na raspolaganju, može složenim vještama odraditi prevenciju svega što može poći krivim putem. U svom originalnom zapisu koncepta Nula grešaka iz 1961. Crosby tumači da se ljudi u privatnom životu nauče da nisu savršeni i da će griješiti.

Dalje govori o tome da ljudi biraju stvari koje će više vrednovati. Ako je griješiti ljudski, kaže Crosby, i ako je za očekivati pogreške u određenom postotku na poslu, kako to da npr. ne pogriješe u dolasku svojoj kući. To znači da se razvijaju dvostruki standardi ili dvostruki stavovi. **Greške** su uzrokovane dvama faktorima: **nedostatkom znanja i nedostatkom pažnje**. Znanje je mjerljivo i nadoknadljivo. Manjak pažnje je čovjekov privatni problem i ono je problem stava. To od čovjeka zahtijeva provjeru osobnih moralnih vrijednosti. Tko se obaveže paziti na sve detalje u životu i na pažljivo izbjegavanje grešaka, napravio je golemi korak prema uspostavi cilja Nula grešaka u svim stvarima. [2]

Kada standard nosi naziv nečeg apstraktnog, rezultati variraju iz dana u dan. Kada je on specifičan poput DIRFT-a, ljudi nauče sprječavati probleme. Prema tome standard performansi mora biti Nula grešaka, a ne „to je skoro to.“ [2]

6.5. Četvrti apsolut: Mjera kvalitete je cijena neudovoljavanja

Crosby kaže da je problem kvalitete s menadžerskog aspekta taj što se ne podučava na menadžerskim školama i smatra ju se tehničkim aspektom. To je posljedica toga

što se na kvalitetu ne gleda financijski. Najbolja mjera u slučaju kvalitete je dakle novac. [2]

Problem je što trošak kvalitete nije razumljivo prezentiran menadžmentu.

Trošak kvalitete se dijeli na trošak neprilagođavanja (trošak zbog svega što je učinjeno pogrešno i zahtijeva ispravak) i trošak prilagođavanja (cijena da bi se stvari učinile kako treba).

Nikome nije u interesu da se trošak neprilagođavanja pokaže što većim, pa računovođa obično treba pomoć u izračunu ovog troška. Ovaj izračun je dobar pokazatelj napretka i prilika za prihod od korekcija. On također pokaže iznenadna mjesta gdje se događaju problemi. Naime, problem s većinom mjera kvalitete je da su im rezultati u obliku raznih indeksa, što je pretežak materijal za menadžere. Oni s takvom vrstom podataka obično ne znaju što bi i otkud bi krenuli.

Mjera kvalitete je trošak neprilagođavanja, a ne indeksi. [2]

7. OBRAZOVANJE

Crosby je vjerovao da standardni proces poslovnog obrazovanja ne ostvaruje dobro prijenos razumijevanja studentima. Smatrao je da uspjeh studenta previše ovisi o njemu samome i o njegovim osobnim afinitetima prema učenju.

Smatrao je da gradivo ne samo da mora biti zanimljivo te zanimljivo preneseno, već mora dati potrebne informacije za napredovanje. Loše bi pak bilo načiniti „kuharicu“ za eliminaciju gnjavaže. Ljudi će ustanoviti procedure da implementiraju pravila iz kuharice i vrlo skoro će pridržavanje ili nepridržavanje s kuharicom biti veća gnjavaža nego je sve zajedno bilo na početku.

Napraviti tvrtku bez gnjavaže zahtijeva kontinuirani protok informacija od osobe do osobe. [2]

Obrazovanje zaposlenika mora biti isplanirano. Solidno razumijevanje materije znači *shvaćanje*. U području kvalitete to znači da svaki od zaposlenika mora razumjeti četiri apsoluta. Oni su zajednički jezik kvalitete. [2]

Obrazovanje zaposlenih u području kvalitete sastoji se od sljedećih komponenata:

- obrazovanje višeg (izvršnog) menadžmenta
- obrazovanje srednjeg menadžmenta
- obrazovanje zaposlenika
- specijalizirane radionice za pojedine aktivnosti

Svrha obrazovanja višeg (izvršnog) menadžmenta je da pomogne starijima u poduzeću kako bi oni shvatili svoj udio u stvaranju problema, te da ih se obuču kako provesti poboljšanje. Viši menadžment mora znati što će svi ostali učiti i kako reagirati na neprilagođenosti. Grupe polaznika tečaja ne smiju biti veće od 22 polaznika.

Obrazovanje srednjeg menadžmenta je slično obrazovanju višeg menadžmenta, ali je malo prošireno. Cilj je obrazovati one koji implementiraju proces poboljšanja da bi oni proces mogli ispravno provesti.

Ostali radnici se obrazuju da bolje shvate svoju ulogu u poduzeću. Pojam obrazovanja je definiran u šest pojmova: razumijevanje, obvezivanje, kompetencija, komunikacija, ispravljanje i kontinuitet. Razumijevanje

tumači kao shvaćanje bitnog i napuštanje starog načina razmišljanja, a to je prema njemu ključno za početak poboljšanja. Obvezivanje tumači kao namjeru menadžmenta da bude uzor i da razmišlja pozitivno. Kontinuitet predstavlja i najmanji formalni trud koji je uvijek nužan. Bitno je ne zaboraviti kako je prije bilo i kako će u buduću biti prema planu.

8. IMPLEMENTACIJA

Nužan uvjet predstavlja razumijevanje koncepata i obrazovanje koje ih prenosi. No, to nije dovoljan uvjet. Netko nešto mora činiti aktivno. U kontekstu poboljšanja kvalitete to podrazumijeva djelovanja u pravcu promjene kulture i menadžerskog stila poduzeća.

Ova promjena znači izmjenu mentalnog sklopa od pojmova: „dobrota, provjera, razina kvalitete, indeksi-kao pokazatelji“ na pojmove: „prilagođenost, prevencija, bezgrešnost, orijentacija na novac-kao pokazatelj.“

Često javnost uzburka neka nova knjiga iz područja menadžmenta ili popularne psihologije, namijenjena poboljšanju osobnih ili korporativnih performansi. Mnogi menadžeri to čitaju, kao i mnogi neprofesionalci. No, želja za stvarnom primjenom i promjenama u velikom dijelu ostaje samo želja. Nije problem u tehnikama i knjigama, kao ni u manjku interesa onih koji čitaju, da pozitivne promjene i dostignu. Problem je što implementacija nije metodična. Mnogi misle da je dovoljno pročitati i raspraviti, ali to nije dovoljno.

Promjena kulture u poduzeću i sprječavanje povratka na staro nisu ni laki ni brzi. To je beskonačan proces.

Crosby tvrdi da promjena kulture **nije** stvar podučavanja **novih tehnika ili zamjene obrazaca ponašanja s novima**. Ona se zasniva na **zamjeni vrijednosti i praćenjem adekvatnih uzora**. Ovo se postiže **promjenom stavova**.

Sve loše što ljudi rade, objašnjava Crosby, proizlazi iz dobrih namjera. Svi čine ono što misle da tvrtka od njih traži. Tvrtka nam svoje zahtjeve kazuje svojim ponašanjem.

Kultura koja postoji je uzrokovana. Povijest nastanka, kao i osuda te kulture, nisu nam važni. Ne trebaju nam ni definicije razlika između sadašnjeg i idealnog. Ono što je nužno je opis željene budućnosti i krenuti na put realizacije iste.

Put u željenu budućnost sastoji se, prema Crosbyju, od 14 koraka poboljšanja kvalitete. Ni jedan nije suvišan: [2]

1. Obvezivanje uprave
2. Tim poboljšavanja kvalitete
3. Mjerenje
4. Trošak kvalitete
5. Svijest o kvaliteti
6. Korektivne mjere
7. Planiranje nula grešaka
8. Obrazovanje zaposlenih
9. Dan nula grešaka
10. Postavljanje ciljeva
11. Uklanjanje uzroka grešaka
12. Odavanje priznanja
13. Vijeća kvalitete
14. Sve proći iznova

9. PRAKTIČNI ASPEKTI POSLOVANJA („PRIPREMA CJEPIVA“)

Jedno poglavlje posvećeno je pripravljanju „cjepiva“, kako to Crosby navodi. Opisan je niz aspekata poslovanja i primjeri kako provoditi predanost, edukaciju i implementaciju. Opisat će se jedan od aspekata. Aspekte poduzeća Crosby je podijelio na: [2]

1. Integritet (stav, kultura svih uključenih)
2. Sustavi
3. Komunikacije
4. Operacije
5. Politika (Poslovnika)

Primjer „Integriteta“: *Predsjednik uprave je odlučan da klijenti dobivaju što im je obećano. Vjeruje da poduzeće prosperira samo kada svi zaposleni imaju isti taj cilj i predan je tako da ni klijenti ni zaposlenici ne trpe gnjavažu.*

Predanost

Predsjednik uprave mora kontinuirano komunicirati s klijentima i zaposlenicima poduzeća da ih uvjeri kako je predan ovom cilju. Mora znati održavati govore u kojima se promiče predanost kvaliteti te mora biti fizički dostupan svim zaposlenim. Ne smije zaboraviti da je među svim ciljevima kvaliteta prva među jednakima, mora inzistirati na iznošenju problema zbog neprilagođavanja te podsjećati srednji menadžment da ne smije uzrokovati gnjavažu zaposlenima. Iako sve ovo zvuči očigledno, dovoljna je samo jedna fraza tipa „kvaliteta je bitna, ali ne zaboravimo da i dalje moramo prodavati,“ da se uspješni proces izgubi i sve se vrati na staro.

Edukacija

Predsjednik uprave mora biti svjestan specifične uloge vezane uz svoj posao. To znači primjerenu naobrazbu i dovoljno doticaja sa sadržajem sustava edukacije zaposlenika kako bi o tome mogao kompetentno govoriti. Također je njegova odgovornost da nadzorni odbor shvati o čemu se radi u procesu poboljšanja kvalitete.

Implementacija

Predsjednik uprave mora osigurati da je poslovnik kvalitete poduzeća sastavljen, shvaćen i razmotren sa svima u poduzeću. Preporuča se da predsjednik uprave redovito uskoči u tim za unaprjeđenje kvalitete i uvjeri se da nisu sputani nekom beskorisnom trivijalnošću. [2]

10. UMJESTO ZAKLJUČKA – ZAŠTO SE TAKO MALO TOGA POPRAVLJA SAMO OD SEBE

Posljednje poglavlje knjige „Kvaliteta bez suza“ Crosby je nazvao „Zašto se tako malo toga popravljalo samo od sebe.“ U njemu je sažetak ključnih misli iznesenih u knjizi, a odgovor na pitanje iz podnaslova glasi: Nije u interesu onih koji su nadležni. Ta misao je

sažetak glavne premise da kvaliteta prije svega kreće od uprave.

Kada je poznato koga treba korigirati, kaže Crosby, može se doći do napretka. I napredak je jednako zabavan koliko je i nagrađujući, nastavlja Crosby.

O kvaliteti se u prošlosti nije dovoljno govorilo, a i dalje manjka svijest da je ona prema definiciji prilagođavanje zahtjevima. Vrh organizacije je odgovoran za definiranje zahtjeva, osiguravanje uvjeta za ostvarenje zahtjeva i za brigu oko provedbe prilagođavanja. Umjesto svijesti o tome, kvaliteta je u svagdanjem životu i dalje apstraktna, o njoj svi govore, tvrde da je podrazumijevaju, ali kada se mora definirati, što se konkretno zahtjeva od nekoga ili nečega, tada se najčešće zalazi u magloviti teren.

Eliminacija gnjavaže i unaprjeđenje kvalitete se ne doživljavaju kao integralni dio poslovanja, već neka druga aktivnost više obavljena velom mističnosti koju samo iznimni profesionalci i nadareni ljudi mogu provesti, a zapravo se samo radi o tome da od vrha organizacije prema dnu nedostaje dorečenosti, dosljednosti, slušanja i komunikacije. U odnosu prema bankama i dioničarima – nema greške. Zahtjevi i odnosi su veoma jasni. Umjesto da je takav odnos jednak prema svima – problemima ljudi na poslu i njihovim performansama trebaju se sada baviti psiholozi, službe za ljudske resurse, stručnjaci za motivaciju te profesionalci za kvalitetu. Na kraju se najčešće sve svede na tehniku mrkve i batine. Spoznaja da sve proizlazi s vrha i da se otamo rješava je ključni tren od kojeg sve može krenuti drukčijim tokom i na duge staze.

11. LITERATURA

- [1] Lazibat, T.: Upravljanje kvalitetom. Znanstvena knjiga, Zagreb, 2009.
- [2] Crosby, P.B.: Quality without tears, McGraw – Hill, New York, 1984.
- [3] Lazibat T., Baković T.: Poznavanje robe i upravljanje kvalitetom. Ekonomski fakultet, Zagreb, 2012.
- [4] Knego N.: Poslovna izvrsnost – predavanja, 2011.

Kontakt autora:

Nikola Matković, mag.ing.prom.
42000 Varaždin, Jalkovečka 98J
0 95/ 544 9585
nmatkovic@yahoo.com

MATERIJALNA MOTIVACIJA U FUNKCIJI UPRAVLJANJA LJUDSKIM POTENCIJALIMA

MATERIAL MOTIVATION IN THE FUNCTION OF HUMAN RESOURCE MANAGEMENT

Krešimir Buntak, Ivana Droždek, Robert Kovačić

Pregledni rad

Sažetak: Jedan od ključnih čimbenika upravljanja ljudskim potencijalima je motivacija zaposlenika. Često se postavlja pitanje kako motivirati zaposlenike i na taj način pridonijeti boljem funkcioniranju poduzeća. Motivacija je ključna za visoke standarde poslovanja, za poticanje kreativnosti, stvaralaštva i inovativnosti, za profesionalni razvoj zaposlenih i njihovo zadržavanje u poduzeću. Materijalna motivacija je jedan od temeljnih faktora na kojima se bazira organizacijska praksa motiviranja rada. Ona je pod direktnim utjecajem menadžmenta organizacije, njene politike i prakse. Napredovanja, simboli statusa, priznanja, plaće i druge materijalne kompenzacije vidljivi su mehanizmi alokacije specifičnih nagrada i vrednovanja rada unutar politike i prakse svake pojedinačne organizacije.

Ključne riječi: materijalna motivacija, menadžment i upravljanje, motivacija, upravljanje ljudskim potencijalom, visoki standardi poslovanja, vrednovanje rada

Review article

Abstract: One of the key factors of human resource management is employee motivation. Often the question is how to motivate employees and thus contribute to the better functioning of the company. Motivation is the key to high business standards, encouraging creativity, development and innovation, professional development of employees and their retention in the company. Material motivation is one of the major factors which the organizational practice of work motivation is based on. It is under the direct influence of the organization management, its policies and practices. Promotion, status symbols, recognition, salaries and other material compensations are visible mechanisms for allocating specific awards and work evaluation within the policies and practices of each organization.

Key words: material motivation, management and managing, motivation, human resources management, high standards of business, work evaluation

1. UVOD

Vrednovanje rada i nagrađivanje radnog učinka zaposlenika i menadžera od ključne je važnosti za kratkoročnu, dugoročnu i projektnu uspješnost svakog poduzeća. Upravljanje i razvoj ljudskih potencijala postaje sve značajnije zbog novog mjesta i uloge čovjeka u svim društvenim procesima kao i u njihovom upravljanju. Motivacija i zadovoljstvo zaposlenika ključna su područja zanimanja suvremenog menadžmenta ljudskih potencijala, jer jedino se izgradnjom dobrog motivacijskog sustava može pomoći organizaciji da poveća svoju konkurentsku sposobnost i vrijednost poduzeća. U poduzećima koja nemaju razrađenu strategiju motivacije i nagrađivanja vlada loša radna atmosfera, nedostaje odgovornosti i povjerenja pa se zaposlenici loše osjećaju, te neminovno dolazi do stagnacije i nazadovanja. Cilj rada je provesti pregledno istraživanje i ustvrditi područja materijalne motivacije i motivacijskih tehnika koje se mogu razraditi i primijeniti u upravljanju ljudskim potencijalima u funkciji povećanja ukupne efikasnosti, uz zadovoljavanje raznolikih ljudskih potreba.

2. VAŽNA OBILJEŽJA MOTIVACIJSKIH TEHNIKA

Motivacija zaposlenih nije samo područje psiholoških i socioloških problema rada i radnog ponašanja, već je ponašanje usmjereno prema nekom cilju koji pobuđuje potrebe izazvane u čovjeku, a cilj je zadovoljavanje potreba. Uzrok određenog ponašanja čovjeka jesu unutarnji psihološki pokretači koji ga tjeraju na neku aktivnost, pa učinak nekog pojedinca ne ovisi samo o njegovoj sposobnosti već i o motivaciji. Zadatak (obaveza) menadžera je da shvate ljudsku složenost i osobnost, motivacijske teorije te da u zavisnosti od specifičnih okolnosti u kojima poduzeće posluje izaberu i primjenjuju materijalne i nematerijalne motivacijske tehnike. Tema proučavanja ovog rada temeljit će se na materijalnim tehnikama motivacija.

Motivacija je interna (unutrašnja) varijabla koju menadžer ne može vidjeti već može samo pretpostaviti da je zaposlenik motiviran, ako svjesno obavlja svoj posao. Teorije su više usmjerene na određivanje onih varijabli koje utječu na ponašanje, manje na proces kroz koji to čine, i na interakciji između niza varijabli koje u tome sudjeluju. To je površan način jer još uvijek ne znamo zašto se ljudi ponašaju na ovaj ili onaj način i koji

je razlog tome. Te su teorije usmjerene na to da se objasni zašto ljudi prihvaćaju neke faktore kao što su plaća, napredovanje, sigurnost posla, dok druge izbjegavaju, odnosno, zašto nešto jest cilj i koje ciljeve ljudi žele ostvariti. Motivacijske teorije daju specifičan pogled na motivaciju uopće, u tom kontekstu i na motivaciju za rad, čineći jedan segment u ukupnom viđenju fenomena motivacije, te razumijevanje kasnijih teorija.

Danas postoji više teorija motivacije. Tri su osnovne kategorije:

1. Teorija hijerarhije potreba (Maslow, 1954., Alderfer, 1969.) koja polazi od specifičnih potreba i njihovih zadovoljavanja kao osnove za ravnotežu i opstanak ljudskih organizama. Ova teorija nam objašnjava zašto ljudi reagiraju, ali ne tumači način i vrstu akcije koje ljudi moraju primijeniti da bi zadovoljili te potrebe. Potrebe i ciljevi pojedinca stalno se razvijaju i mijenjaju. Maslow je izložio svoju teoriju specifičnog redoslijeda u razvoju potreba u kojoj objašnjava kako "više" potrebe ne mogu biti izražene ako prije toga nisu zadovoljene "niže". Redoslijed potreba prema Maslowu:

1. zadovoljenje fizioloških potreba (*glad i žeđ*)
2. zadovoljenje potrebe za sigurnošću (*npr. da se netko brine za nas*)
3. zadovoljenje potreba za ugledom (*prestiž, uspjeh, samopoštovanje*)
4. zadovoljenje potrebe za afirmacijom (*želja za samoaktualizacijom*). Potrebe su poredane tim redom jer zadovoljenje potreba "niže" kategorije uvjetuje "višu". Naime, ako je čovjek gladan sigurno neće razmišljati o potrebi za ugledom i slično.

2. Teorije vanjskih poticaja i očekivanja naglašavaju važnost i utjecaj okruženja na ponašanje pojedinca i njihovo reagiranje.

3. Teorije motivacije postignuća (Mc Clelland, 1973.) ne uzimaju u obzir ono što je potrebno za opstanak već ono što pojedinac želi. Tri su tipa motivirajućih potreba: *potreba za moći, potreba za povezanošću i potreba za postignućem*. Pojedinac s visokom potrebom za moći pridat će veliku pažnju svom utjecaju i kontroli, dok su pojedinci s velikom potrebom za povezivanjem sretni samo onda kada su voljeni. Treća potreba za postignućem pripada pojedincima s velikom željom za uspjehom, te se u isto vrijeme boje neuspjeha.

Bez obzira na teorije, motivirani ljudi ulagat će više napora u svoj rad od onih koji nisu adekvatno motivirani. Početkom 20. stoljeća poduzeće se smatralo strojem za proizvodnju učinaka s ciljem rasta poduzeća i proizvodnosti. Zbog sve veće kritike znanstvenog upravljanja i sve većeg nezadovoljstva i nemotiviranosti zaposlenih, počinje se sve više naglašavati zadovoljstvo i motivacija zaposlenih. Upravo je sposobnost menadžera u prepoznavanju pojedinačnih razlika i potreba ljudi, u povezivanju ljudi s poslovima primjerenim njihovim potrebama. Također, on mora znati pravilno individualizirati nagrade te ih povezati s radnim učincima i realizacijom ciljeva. Stimulacija potiče zaposlenike na stvaralaštvo, na veće rezultate, veću odgovornost i obaveze. Kombinacijom materijalnih i moralnih oblika stimulacije postiže se puna angažiranost zaposlenih na

radu, što se odražava na racionalnost, ekonomičnost, proizvodnost i efikasnost rada. Danas na raspolaganju menadžerima stoje brojni financijski i nefinancijski motivatori, a koju će kombinaciju upotrijebiti ovisi o njihovom poznavanju motivacijskih teorija, okolnosti te svakako i inventivnost.

3. SUVREMENE METODE MOTIVACIJE

3.1. Dvofaktorska teorija motivacije

Pristup motivaciji, usredotočen na radnu situaciju i klasifikaciju faktora za rad, a ne na potrebe, Herzbergova je *dvofaktorska teorija motivacije ili dvojna teorija motivacije*. Osnovna klasifikacija faktora je mjerenje zadovoljstva poslom. Uz Maslowljevju teoriju to je nesumnjivo najpopularnija i najpoznatija teorija motivacije, s vrlo značajnim utjecajem na poimanje organizacije i mehanizama ponašanja unutar nje, s bitnim implikacijama na praksu i organizacijska rješenja posla, menadžmenta itd.

Ta teorija sadrži dvije različite dimenzije, odnosno aspekte [1]. Prvi temeljni dio modela je *teorija radnog ponašanja* konceptualizirana kao dvofaktorska teorija motivacije. Drugi aspekt je orijentiran na bihevioralne konzekvencije *obogaćenja posla* i programe preoblikovanja rada.

Prva pretpostavka je da zadovoljstvo i nezadovoljstvo nisu suprotni krajevi jednakog kontinuuma nego dva odvojena kontinuuma povezana s različitim faktorima.

Druga bitna pretpostavka modela jesu dvije različite kategorije motivacijskih faktora: *ekstrinzični* ili higijenski i *intrinzični*, odnosno motivatori. Prvi su *situacijski ili kontekstualni faktori*, dok su drugi vezani uz *posao* koji čovjek obavlja. Ukratko, *intrinzični faktori* su derivativni iz individualnog odnosa s radom, odnosno to su faktori i sadržaja posla ili motivatori. *Ekstrinzični* ili higijenski faktori su nagrade ili izvori zadovoljenja potreba koji potječu iz organizacijskog konteksta i nemaju neposredno utjecaja na motivaciju pojedinca.

Motivatori su faktori motivacije za rad i izvori zadovoljstva. Oni vode većem zadovoljstvu radom, a konzekventno većem radnom angažmanu i poticaj su za bolji rad. U kontekstu motivacije njihovo je djelovanje pozitivno, odnosno povećavaju motivaciju za rad.

Higijenski faktori, često označeni kao i faktori održavanja, analogni su „preventivnim“ faktorima poznatim u medicini i imaju isto djelovanje – sprečavanje. To nisu faktori poticanja na veći radni angažman nego samo sprječavaju nezadovoljstvo.

Implicirana temeljna hipoteza o neposrednoj povezanosti zadovoljstava i radne uspješnosti uvjetuje da je u Herzbergovu modelu rasprava o faktorima zadovoljstva zapravo rasprava o faktorima motivacije za rad i radnog ponašanja.

3.2. Upravljanje pomoću ciljeva (MBO)

Bitna značajka filozofije i važna strategija suvremenog menadžmenta u podizanju motivacije, kvalitete odluka, potpune uporabe i razvoja ljudskih

potencijala, povećanje ukupne fleksibilnosti i brzine reagiranja na promjene u okolini, te neposredne, pragmatične participacije, jest upravljanje i rukovođenje, odnosno menadžment pomoću ciljeva (management by objectives) – kraće, MBO.

To je oblik participativnog menadžmenta [2] temeljen na procesu „utvrđivanja zadataka i samokontrole“ [3].

Temelji se na sljedećoj filozofiji:

- analiza specifičnih zahtjeva menadžerskog posla i teškoća s kojima se susreće
- određenom shvaćanju čovjekova djelovanja, motivacije i ponašanja
- osiguravanju maksimalnih rezultata jer iz objektivnih zahtjeva izvodi osobne zadatke pojedinca

Upravljanje pomoću ciljeva pristup je kojim se kroz suradnju i participaciju svih zainteresiranih postavljaju organizacijski, odjelni i individualni ciljevi koji čine temelj za utvrđivanje planova aktivnosti za njihovo ostvarivanje, praćenje, procjenu i nagrađivanje uspješnosti. Kod upravljanja pomoću ciljeva radi se o menadžerskom pristupu i strategiji koja upotrebljava organizacijske ciljeve kao primarno sredstvo upravljanja i rukovođenja organizacijom, ali i motiviranja i usmjeravanja individualnog ponašanja i uspješnosti.

Upravljanje pomoću ciljeva ima tri temeljne uloge:

1. Ciljevi i njihovo ostvarivanje objektivni su pokazatelj radne uspješnosti, a time su osnova za nagrađivanje, distribuiranje i diferenciranje materijalnih i drugih nagrada zaposlenima.

2. Ono samo po sebi, kao proces i strategija menadžmenta, ima nezavisni motivacijski potencijal i djelovanje jer integrira, praktično operacionalizira i primjenjuje dvije provjerene strategije motiviranja: postavljanje ciljeva i participaciju zaposlenih u tome.

3. Ono nužno vodi obogaćivanju posla. Upravljanje ciljevima znači ujedno i delegiranje mnogo ovlasti i odgovornosti za postizanje rezultata izvršiteljima posla, te zamjenjuje kontrolu samokontrolom.

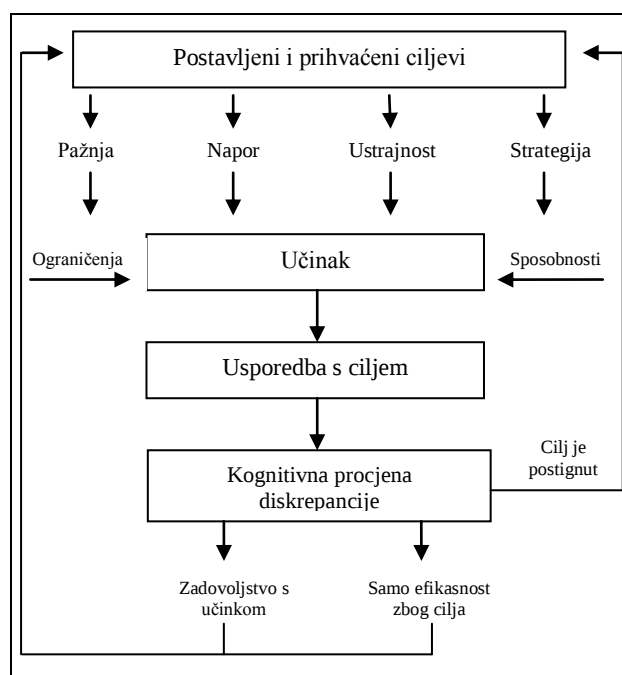
U koncepciju podizanja radne motivacije kroz postavljanje ciljeva imamo četiri važna motivacijska mehanizma:

- usmjeravanje pažnje i ciljeva na ono što je važno
- reguliranje napora i zalaganja- napor uloženi u ostvarivanje ciljeva povećava se proporcionalno s njihovom težinom
- povećavanje ustrajnosti i održavanje napora u dužem razdoblju njihova ostvarivanja
- jačanje strategije i planova akcije za njihovo ostvarivanje

Postavljanje ciljeva (goal-setting) obično se smatra posebnom cjelovitom teorijom motivacije koja zbog svoje jednostavnosti i provokativnosti ima najveću empirijsku provjeru i podršku.

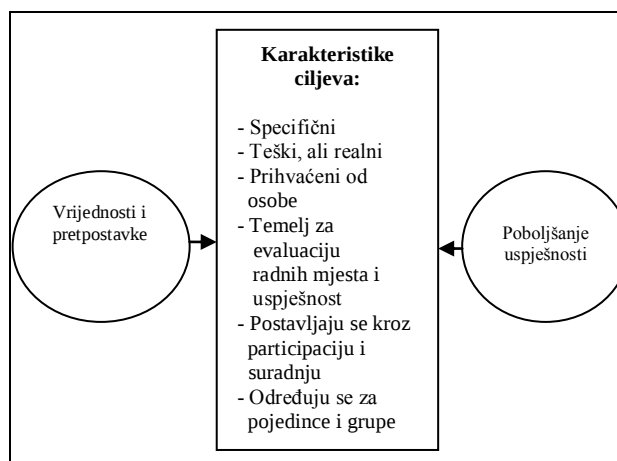
Uvjeti motivacijskih ciljeva koje postavlja izvorni model su: specifičnost ciljeva i njihova izazovnost, odnosno težina, ali uz pretpostavku da su ostvarivi. Teži ciljevi vode boljem učinku nego lagani. U kasnijoj razradi modela dodana su još dva: prihvaćanje ciljeva i odanost ciljevima. Prihvaćanje ciljeva odnosi se na stupanj u kojem ih osoba prihvaća kao svoje, dok se

odanost odnosi na to koliko je osoba odana, odnosno zainteresirana za ciljeve (slika 1.).



Slika 1. Uloga postavljanja ciljeva u motiviranju[4]

Postavljanje ciljeva ima važnu motivacijsku funkciju i samostalna je i djelotvorna strategija motiviranja za rad i veću radnu uspješnost. Pri upotrebi ciljeva kao sredstva povećanja, ali i praćenja i evaluiranja radne uspješnosti, menadžeri moraju imati na umu karakteristike ciljeva koji vode većem učinku (slika 2.).



Slika 2. Djelovanje ciljeva na povećanje radne uspješnosti[5]

3.3. Kognitivni model motivacije

Najveće značenje i utjecaj u razvoju suvremenih teorija motivacije ima Vroomov *kognitivni model* razvijen u funkciji teorijskog osmišljavanja i analize fenomena motivacije u sklopu organizacije, tj. radnog ponašanja i faktora koji ga određuju. Polazna je pretpostavka da u svakoj situaciji čovjek obavlja racionalni izbor između različitih mogućnosti ponašanja, procjenjujući efekte i značenje koje imaju za njega, preferirajući jedne, a izbjegavajući druge. Motivacija je

tako definirana kao proces koji usmjerava izbore osoba između alternativnih oblika racionalne aktivnosti [6].

Razmatrajući problem manje ili veće motivacije za određene aspekte radnog ponašanja u kontekstu izborne situacije, Vroomova je teorija motivacije usmjerena na traženje odgovora zašto pojedinac u konkretnoj radnoj situaciji izabere neke alternative ponašanja dok druge odbacuje. U pokušaju nalaženja odgovora na taj problem Vroom uvodi dva koncepta: *koncept valencije* ili privlačnosti efekta (nagrada) radne aktivnosti za pojedinca i *koncept očekivanja*.

Koncept valencije odnosi se na privlačnost i važnost koju različiti ishodi (nagrade) ili motivacijski faktori imaju za pojedinca. Valencija ili privlačnost može biti pozitivna i negativna uključujući i indiferentnost prema onome što će biti ishod, odnosno nagrada za neku aktivnost. Osnovni princip je da čovjek teži prema onom rezultatu koji pozitivno vrednuje i nastoji izbjeći one s negativnim predznakom.

Koncept očekivanja odnosi se na to da će voditi ostvarenju, za pojedinca važnih ciljeva. Očekivanja se razlikuju po intenzitetu i idu od potpune subjektivne sigurnosti da će aktivnost voditi postizanju određenih ishoda ili motivacijskih faktora, do minimalne, odnosno subjektivne sigurnosti da aktivnosti do toga neće dovesti.

Riječ je zapravo o percepciji instrumentalnosti dobrog rada za ostvarivanje osobnih ciljeva.

Pretpostavka je da ljudi uvijek između alternativa ponašanja izabiru one koje imaju najveću pozitivnu privlačnost (valenciju) i najveću vjerojatnost da će rezultirati u ostvarenju željenih ciljeva. Povećanjem bilo kojeg faktora, motivacija za aktivnost se povećava, kao što i pada njihovim smanjivanjem.

3.4. Teorija pravičnosti u socijalnoj razmjeni (teorija jednakosti)

Iako je prije svega riječ o teoriji motivacije, često se ističe njeno posebno značenje za teorijsko određenje stavova prema radu i zadovoljstva radom. Kao i ostale kognitivne teorije, usmjerena je na razumijevanje procesa koji potiču i odražavaju ljudsko ponašanje; no znatno je sužila, što se tiče argumentacije i empirijske orijentacije, žarište svoga interesa na motivacijsko djelovanje materijalnih naknada za rad unutar kompleksnog fenomena radne motivacije. Ona ističe, u teorijama motivacije do tada zanemareni, koncept pravičnosti i fer tretmana, potrebe za jednakošću i značenje mehanizma socijalne komparacije za razumijevanje individualnog ponašanja. Odnos između organizacije i pojedinca, kao i drugi socijalni odnosi, mogu se promatrati kao specifičan odnos razmjene u kojemu pojedinac ulaže svoja znanja, radnu sposobnost, iskustvo, kreativnost, interese itd. Za uzvrat od radne organizacije dobiva različite naknade i nagrade, odnosno mogućnost zadovoljavanja različitih potreba.

U situacijama razmjene stalno je prisutna mogućnost da jedna ili obje strane osjećaju da je razmjena nejednaka, odnosno nepravična.

Osnove postavke ove teorije mogu se podijeliti u dvije opće kategorije [7]:

- odnosi se na uvjete i mehanizme razvoja percepcije nejednakosti
- odnosi se na rješavanje problema nejednakosti

Tri su osnovna pretpostavljena načina djelovanja osobe na percipiranu situaciju nejednakosti:

1. djelovanjem na vlastite inpute i outpute; jednostavnije na zalaganje, radnu uspješnost ili nagrade koje dobiva
2. djelovanje na izostanke, odugovlačenje u izvršavanju zadataka, fluktuacija
3. racionalizacija razlika ili promjene referentne grupe (ima obilježja obrambenog mehanizma)

Svi ti načini djelovanja na nejednakost nisu svima jednako dostupni, ni psihološki ni objektivno. Prema pravilu pojedinac će izabrati one koji maksimaliziraju pozitivno vrednovane outpute i vrijednosti outputa, koji minimaliziraju velike napore i preveliku cijenu promjena, i koji ne dovode u pitanje vlastito samopoštovanje i „sliku o sebi“, a dosta teško će mijenjati objekte usporedbe jer se oni tijekom vremena stabiliziraju.

Ova teorija pokazala se nezaobilaznom za razumijevanje radne motivacije i načina djelovanja na njeno podizanje, posebice vezane za materijalno nagrađivanje.

3.5. Kvaliteta radnog života (Quality of working life - QWL)

QWL je sveobuhvatan proces orijentiran poboljšanju zadovoljstva zaposlenika. To je proces kojim organizacija odgovara na potrebe zaposlenih. Osnovni cilj učinkovitog QWL-a je unapređenje radnih uvjeta (uglavnom s perspektive zaposlenih) i veća organizacijska učinkovitost (uglavnom s perspektive organizacije). Visoka kvaliteta radnog života (QWL) bitna je za organizacije kako bi mogle privući nove i zadržati postojeće zaposlenike. QWL omogućava razvijanje fleksibilnih, lojalnih i motiviranih zaposlenika a što vodi povećanju konkurentnosti poduzeća.

Nezadovoljstvo koje se odnosi na kvalitetu radnog života je problem koji utječe na gotovo sve zaposlenike, bez obzira na položaj ili status. Mnogi menadžeri nastoje smanjiti nezadovoljstvo na svim organizacijskim razinama, no to je složen problem jer je teško izolirati i identificirati sve faktore koji utječu na kvalitetu rada.

QWL podrazumijeva da dobar poslodavac mora prepoznati, odnosno shvatiti da zaposlenici imaju život prije i poslije posla. Na taj način priznanje stvara povjerenje i lojalnost među zaposlenicima i poslodavcima te svima koristi.

4. MATERIJALNA MOTIVACIJA

Motivacija je zajednički pojam za sve unutarnje faktore koji konsolidiraju intelektualnu i fizičku energiju, iniciraju i organiziraju individualne aktivnosti, usmjeravaju ponašanje te mu određuju smjer, intenzitet i

trajanje. Motivacija je stanje u kojem smo "iznutra" pobuđeni nekim porivima, težnjama, željama, može se reći motivima, a usmjereni na postizanje nekog cilja koji izvana djeluje kao poticaj na ponašanje. U kontekstu organizacije motivacija se može promatrati s dva aspekta. *S aspekta pojedinca* motivacija je interno stanje koje vodi ostvarenju cilja. *S aspekta menadžera* motivacija je aktivnost koja osigurava da ljudi teže postavljenim ciljevima i da ih ostvaruju. Zapravo se radi o motiviranju. Oba aspekta imaju važno zajedničko značenje: motivacija je ulaganje napora da se postignu rezultati [5]. Dakle, *motivacija je proces iniciranja i usmjeravanja napora i aktivnosti u svrhu ostvarivanja osobnih i organizacijskih ciljeva*. Pitanje motivacije odnosi se na razloge ljudskog ponašanja, faktore koji ga organiziraju, usmjeravaju i određuju mu trajanje.

Motivacija odgovara na pitanje zašto se netko ponaša na određeni način, postiže li ili ne postiže radnu uspješnost (uspješnost obavljanja bilo koje aktivnosti) određene razine. Najjednostavnije određenje motivacije svakako je ono koje smatra da je ona *traganje za onim što nedostaje ili što je potrebno osobi, odnosno traženje zadovoljenja potreba* [8].

Danas je dominantni problem pitanje ljudskih interesa i motivacije za rad. Više nisu toliko posrijedi ljudske mogućnosti i znanja, jer su nesumnjivo golemi, koliko motiviranje i poticanje konstruktivne primjene tih mogućnosti u funkciji ostvarivanja organizacijskih ciljeva i razvoja. Bitan razlog i poticanje za teorijsko shvaćanje radne motivacije i faktor koji je određuje jesu neposredne praktične potrebe razumijevanja mehanizama ponašanja kao osnove za izgradnju određenih sustava motiviranja, ukupne prakse, politike i organizacije menadžmenta s namjerom ostvarivanja većeg angažmana i stvaralačkih doprinosa ljudi.

Materijalna, odnosno financijska kompenzacija je sastavljena od različitih oblika motiviranja koja su usmjerena na osiguranje i poboljšavanje materijalnog položaja zaposlenih i financijskih kompenzacija za rad. S obzirom na stupanj izravnosti materijalnih odnosa financijskih primanja, dvije su temeljne vrste financijskih kompenzacija:

- izravni financijski dobici koje pojedinac dobiva u "novcu"
- neizravni materijalni dobici koji doprinose podizanju materijalnog standarda zaposlenika, a koje ne dobivaju u plaći ili u obliku novca

U prvoj grupi obuhvaćene su izravne nagrade za rad, dok se neizravne materijalne kompenzacije stječu samim zapošljavanjem u poduzeću i ne ovise o radnom učinku i uspješnosti. Promotri li se klasifikacija materijalnih kompenzacija s aspekta poduzeća, tada se može vidjeti da se materijalne nagrade vezuju uz organizacijsku razinu i distribuiraju se na temelju organizacijskih programa ili politike i uspješnosti u postizanju ciljeva.

Menadžeri moraju shvatiti ljudsku složenost i osobnost kako ne bi pogrešno primijenili općenite stavove o motivaciji, vodstvu i komunikaciji i prilagoditi ih specifičnoj situaciji poduzeća (tabela 1.).

Tabela 1. Klasifikacija materijalnih kompenzacija zaposlenih [9]

		IZRAVNE MATERIJALNE KOMPENZACIJE	NEIZRAVNE MATERIJALNE KOMPENZACIJE
RAZINA	POJEDINAC	- plaća - bonusi i poticaji - naknade za inovacije i poboljšanja - naknade za širenje znanja i fleksibilnost - bonusi	- stipendije - studentska putovanja - specijalizacije - plaćene odsutnosti i slobodni dani - automobil kompanije - menadžerske beneficije
	PODUZEĆE	- bonusi vezani uz rezultate i dobitak - udio u profit - udio u vlasništvo	- mirovinsko osiguranje - zdravstvena zaštita - životna i druga osiguranja - naknade za nezaposlenost - obrazovanje - godišnji odmori - skrb o djeci

Materijalna motivacija je jedan od temeljnih faktora na kojima se bazira organizacijska praksa motiviranja rada. Ona je pod direktnim utjecajem organizacije, njene politike i prakse. Napredovanja, simboli statusa, priznanja, plaće i druge materijalne kompenzacije vidljivi su mehanizmi alokacije specifičnih nagrada i vrednovanja rada unutar politike i prakse svake pojedinačne organizacije.

4.1. Plaća kao faktor motivacija za rad

Novac je očito najstariji i "najočigledniji", a istodobno i najuniverzalniji način motiviranja za rad. Nesumnjivo je i jedan od vrlo značajnih problema koji privlači sve veću pažnju zbog velikog utjecaja koje ima na rad i odnose u radu. Postavi li se plaća u neposrednu funkciju povećanja proizvodnosti rada, dolazi se do činjenice da svako povećanje plaće ne vodi i povećanju proizvodnosti.

Stoga je nužno slijediti postavke djelovanja materijalnog faktora i sistema plaćanja na efikasnost individualnog rada i radnog učinka:

- materijalne nagrade moraju biti povezane uz one pokazatelje radnog izvršenja na koje pojedinac može utjecati, a radni standardi moraju biti ostvarivi
- mora postojati jasna veza između rezultata rada i nagrada
- sistem nagrađivanja mora se zasnivati više na pozitivnim nego na negativnim posljedicama radnog ponašanja
- povećanje materijalne naknade mora biti dovoljno veliko da opravda dodatni napor koji se ulaže
- povećanje plaće mora direktno i neposredno slijediti povećanje radnog učinka i poboljšanje radne uspješnosti
- materijalne naknade moraju biti adekvatne uloženoj radu i pravedne u usporedbi s drugima

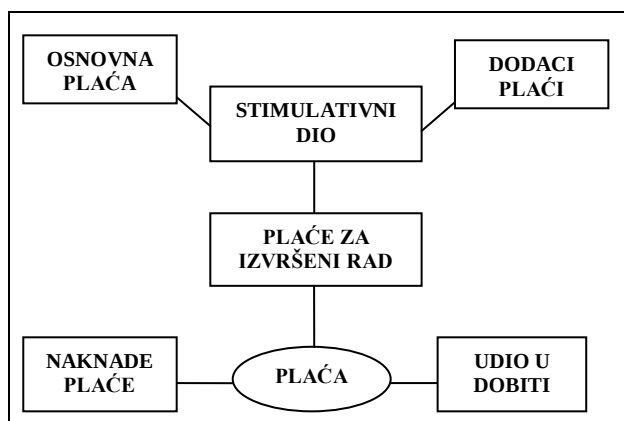
- razlike u plaći između dobrih i loših radnika moraju biti značajne da bi stimulirale dobar rad

Kompenzacije kao ukupne naknade koje zaposlenici dobivaju za svoj rad u poduzeću vezane su uz rezultate rada, a neke već uz samu pripadnost poduzeću.

Sve se naknade javljaju u tri vida:

1. plaće
2. nagrade
3. beneficije

Plaća kao "svota novca koju je poslodavac dužan isplatiti osobi u radnom odnosu za rad što ga je ona za određeno vrijeme obavila za njega" sastoji se od pet osnovnih komponenti: osnovna plaća, stimulativni dio plaće, dodaci, naknade i udio u dobiti (slika 3.).



Slika 3. Osnovne komponente plaće

Osnovna plaća kao temeljni oblik kompenzacija obično se utvrđuje posredstvom postupka vrednovanja posla koje se nastavlja na analizu posla i njene rezultate - opis posla i specifikaciju posla. Vrednovanje posla se obično provodi pomoću dvije grupe metoda, pri čemu je jedna orijentirana na kvalitativnu analizu posla, a druga na klasifikaciju posla. Kombinacijom tih metoda dolazi se do četiri postupka vrednovanja poslova (tabela 2.).

Tabela 2. Metode i postupci vrednovanja poslova

Metode klasifikacije	Metode kvalitativne analize	
	Sumarne	Analitičke
Rangiranje	Postupak rangiranja s jednom rang-listom za sve poslove, odnosno zahtjeve	Postupak rangiranja usporedbom zahtjeva s rang-listom za svaki zahtjev
Stupnjevanje	Postupak platnih grupa	Bodovni postupak

U slučaju da je cilj upotrebe postupka vrednovanja posla unaprjeđenje organizacije rada, a ne isključivo samo vrednovanje, tada će se upotrijebiti složeniji postupci i metode. Upotrijebi li se npr. postupak rangiranja s jednom rang-listom bez sistematske analize pojedinih parcijalnih obilježja posla ili pak složeniji bodovni postupak pri kojem se utvrđuje relativna vrijednost svakog pojedinog posla u poduzeću izraženog u bodovima, dolazi se do zajedničkog cilja, a to je osnovna plaća koja čini temelj za većinu drugih dijelova plaće.

4.2. Stimulativni dio plaće

Najznačajniji elementi kompenzacija su oni na koje zaposlenik ima pravo kada efektivno radi, a čine ih osnovna plaća, stimulativni dio plaće te dodaci na plaću.

Stimulativnom dijelu plaće je cilj poticanje i osiguravanje kontinuiranog ostvarivanja optimalnih parametara radnog učinka kako s aspekta poslovnih rezultata poduzeća tako i zaposlenika. No, treba imati u vidu da ono ne može biti orijentirano na isključivo i stalno povećanje rezultata ulaganja zaposlenika jer bi to vodilo iscrpljivanju zaposlenika, pa i opadanju kvalitete proizvoda te neproporcionalnom povećanju troškova.

Ovaj se dio plaće uvijek utvrđuje u zavisnosti od stupnja nekog zadanog posla pa postoji:

- stimulativni dio plaće po osnovi učinka - u osnovi postoji plaćanje po komadnoj i vremenskoj normi
- stimulativni dio plaće po osnovi premija - zaposleni se stimuliraju na racionalno trošenje raspoloživih materijalnih i ljudskih resursa

Dodaci na plaću isplaćuju se zaposlenima za rad pod određenim uvjetima koji mogu imati štetne posljedice za pojedinca, a koji obuhvaćaju skupine:

1. dodatak za rad u smjenama
2. dodatak za rad noću
3. dodatak za prekovremeni rad
4. dodatak za povremeno teže uvjete rada
5. dodatak za rad na dane praznika u kojima se ne radi
6. dodatak za rad na dane tjednog odmora

Politika upravljanja plaćama treba definirati visinu plaće, strukturu plaće, dio plaće koji ovisi o učinku, utjecaj tržišne politike plaća, te pravednost i kontrolu. Prilikom razmatranja platežnih sistema za nagrađivanje radnih doprinosa, obavljanja radnih zadataka, podnošenje radnih napora i nepovoljnih uvjeta radne okoline ili čak zdravstvenih i životnih opasnosti, moramo uzeti u obzir i materijalne aspekte motivacije.

4.3. Ostale materijalne kompenzacije

Kompenzacije iz udjela u dobiti koriste se prije svega da bi se povećao interes zaposlenih za uspješnost poslovanja poduzeća, da se smanji fluktuacija zaposlenih, da bi se poboljšali socijalni odnosi u poduzeću sve radi boljeg i uspješnijeg poslovanja.

Četiri su osnovna sistema udjela zaposlenih u dobiti:

1. sistemi indirektnog udjela u dobiti
2. sistemi direktnog udjela u dobiti
3. sistemi dioničarstva zaposlenih
4. sistemi štednje zaposlenih

Kod sistema indirektnog udjela u dobiti gdje se zaposleni stimuliraju na ostvarenje ušteda nezavisno od dobiti, posebno se ističe sistem Scanlon kod kojeg zaposlenima pripada određeni postotak vrijednosti uštede, te sistem Rucker gdje zaposleni primaju premiju u visini postotka novonastale vrijednosti.

Kompenzacijama po osnovi pripadnosti poduzeću ostvaruje se osnovna svrha što većeg stupnja socijalizacije zaposlenih u poduzeću da bi se postigla što veća efikasnost u radu.

Naknade plaće kao najznačajniji oblik kompenzacija po osnovi pripadnosti poduzeću isplaćuju se u uvjetima kad bi zaposlenici dobili plaću da su radili, kao npr. za vrijeme bolovanja, godišnjeg odmora, praznika u kojima se ne radi i dr.

Ljudi će prodati svoje sposobnosti (rad) onome tko će ih moći najbolje platiti. Cijena prodaje rada nije jedini cilj. Vrlo su važni status rada, imidž poduzeća, stalnost zaposlenja, povoljna radna sredina, udaljenost radnog mjesta od mjesta stanovanja. Iako osobni dohodak pripada materijalnim faktorima motivacije, može imati djelomično utjecaj i moralnog motivatora.

Politiku dobrih međuljudskih odnosa moraju pratiti privlačne nadnice i poticajne plaće jer su motivacija i plaća usko povezane. Politika nadnica i plaća mora promicati dobre međuljudske odnose, što znači da radnika treba platiti prema zaslugi, usko povezujući njihove isplate s izvršenjem. Relativne vrijednosti poslova i struktura plaća daju podlogu i opći okvir za razvoj stimulativnog sustava materijalnog nagrađivanja.

Danas su najpopularniji sustavi nagrađivanja temeljeni na radnoj uspješnosti gdje se povećanje plaće, utvrđene na temelju procjene posla i raspona platnih skupina, temelji na procjeni radne uspješnosti.

5. PROCJENA RADNE USPJEŠNOSTI KAO OSNOVA ZA POSTAVLJANJE STRUKTURE PLAĆA

Da bi se motiviralo zaposlenike, odnosno stimuliralo ih za njihov rad, treba je ocijeniti radnu uspješnost. Ocjena radne uspješnosti kao formalni postupak periodične analize i vrednovanja uspješnosti svih zaposlenika pa tako i menadžera, i postupak planiranja ciljeva i aktivnosti za njeno unapređenje i razvoj, proces je koji se zapravo obavlja jednom do dva puta godišnje. Procjena radne uspješnosti je proces kojim se mjeri doprinos zaposlenika ostvarivanju ciljeva u nekom vremenu. Ako se takva procjena ne obavlja na korektan način može narušiti međuljudske odnose, a nasuprot tome, precizna ocjena može potaknuti zaposlenika na bolju realizaciju postavljenih ciljeva.

Takav proces ocjenjivanja radne uspješnosti sastoji od tri koraka [10]:

1) *određivanje posla i kriterija uspješnosti* – odnosi se na utvrđivanje globalnih zadataka i ključnih područja rada kao i određivanje standarda radne uspješnosti te postavljanje ciljeva

2) *ocjenjivanje uspješnosti* – sastoji se od dvije faze: odlučivanje o izvorima informacija za utvrđivanje radne uspješnosti i postupka ocjenjivanja.

3) *razgovor o uspješnosti* – to je sastavni, nezaobilazni i izrazito važan dio cjelovitog procesa ocjenjivanja uspješnosti, čija je svrha davanje povratne informacije o uspješnosti u prethodnom razdoblju i postavljanje ciljeva i plana razvoja za sljedeće razdoblje.

Važno je za proces praćenja i ocjenjivanja radne uspješnosti da se odredi tko sve može procjenjivati radnu uspješnost, kako bi se kroz razne načine moglo nagrađivati zaposlenike i menadžere, čime ih se motivira ka što boljem radu. To može biti osoba koja prati i

poznaje nečije radno ponašanje, kao što su npr. nadređeni menadžeri, suradnici ili pak kolege. U svijetu su razvijene i koriste se razne metode i tehnike za procjenjivanje radne uspješnosti, no one se mogu svrstati u tri temeljne skupine [10]: *metode uspoređivanja, ljestvice procjene i check-liste*.

Metode uspoređivanja procjenjuju radnu uspješnost pojedinca uspoređujući je s uspješnošću drugih zaposlenika, čime se najčešće uspoređuje ukupna uspješnost.

Ljestvice procjene su najpopularnija metoda procjenjivanja radne uspješnosti, čime se ocjenjuje individualna uspješnost u usporedbi s prethodno postavljenim radnim standardima.

Check-liste (liste označavanja) su liste koje se sastoje od niza pozitivnih i negativnih konkretnih tvrdnji koje opisuju različite oblike ponašanja na određenom poslu.

Upravo je uspješnost u radu bitna za donošenje odluke o stimulativnom nagrađivanju zaposlenika. Na temelju prikupljenih informacija o radu i nakon izvršene usporedbe planiranog i ostvarenog može se ocijeniti uspješnost zaposlenika. Upravo ocjenjivanje radne učinkovitosti treba motivirati zaposlenike čime će se povećati njihova poslovna izvrsnost i povećat će se radna uspješnost. Upravo motivacija odgovara na pitanje zašto se netko ponaša na određeni način te postiže li ili ne radnu uspješnost određene razine. Možemo reći da je motivacija zapravo usmjeravanje napora i aktivnosti u svrhu ostvarivanja osobnih i, naravno, organizacijskih ciljeva.

Pri sustavu ocjenjivanja ljudi treba imati na umu njihove umne i organizacijske sposobnosti, temperament, etička načela kao i domete uspješnosti: planiranje, odlučivanje i kontrolu, organiziranje i koordiniranje, uspješnost rada (ekonomičnost, produktivnost i rentabilnost). Svaki sustav ocjenjivanja radne uspješnosti ima svoje prednosti i nedostatke. Sigurno je najvažnije izabrati onaj koji će voditi ostvarenju ciljeva poduzeća i pojedinca.

6. ZAKLJUČNE NAPOMENE

Provedenom analizom može se zaključiti da se sustav nagrađivanja, odnosno upravljanje nagrađivanjem koncentrira na oblikovanje, provedbu i održavanje različitih oblika motivacije zaposlenika. Na taj način se poboljšava djelotvornost zaposlenika, ali i djelotvornost u ostvarivanju organizacijskih ciljeva.

Bitno je poticati i nagrađivati kreativni potencijal zaposlenika jer će upravo to utjecati na unapređivanje poslovnih rezultata. Motivacijski sustav je sveukupnost motivacijskih faktora, poticajnih mjera i strategija motiviranja koje se svjesno i sustavno ugrađuju u radnu i organizacijsku situaciju radi motiviranja ljudi. Promotri li se klasifikacija materijalnih kompenzacija s aspekta poduzeća, tada se može vidjeti da se materijalne nagrade vezuju uz organizacijsku razinu i distribuiraju se na temelju organizacijskih programa ili politike i uspješnosti u postizanju ciljeva.

Važno je osmisliti i koncipirati takav sustav motivacije koji će obuhvaćati kombinaciju više

motivatora da bi se utjecalo na sve dimenzije rada i time učinilo zaposlenika uspješnim i u funkciji povećanja efikasnosti i efektivnosti poslovanja poduzeća.

7. LITERATURA

- [1] Steers, R.M., Porter, L.W.: Motivation and Work Behavior, New York, McGraw - Hill, 1975
- [2] Pringle, Ch.D.: The Ethics of MBO, u: DuBose, P.B. (ed), Readings in Management, Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1988, 63-73
- [3] Drucker, P.: Praksa rukovođenja, Zagreb, Panorama, 1961.
- [4] Moorhead, G., Griffin, R.W.: Organizational Behavior, 2nd, Boston, MA, Houghton Mifflin, 1989.
- [5] Dubrin, A.J.: Essentials of Management, 2nd ed., Cincinnati, OH, South-Western Publ., Co., 1990.
- [6] Vroom, V.H.: Work and Motivation, New York, Wiley, 1964.
- [7] Goodman, P.S., Friedman, A.: An Examination of Adams' Theory of Inequity, Administration Science Quarterly, 16., 1971, 271-288
- [8] Maslow, A.H.: Motivacija i ličnost, Beograd, Nolit, 1982.
- [9] Bahtijarević - Šiber, F.: Management ljudskih potencijala, Golden Marketing, Zagreb, 1999.
- [10] Sikavica, P., Bahtijarević-Šiber, F., Pološki Vokić, N.: Temelji menadžmenta, Školska knjiga Zagreb, 2008.
- [11] Kovačić, M.: Načela i procesi u sustavu nagrađivanja, RRiF, Zagreb, br. 11 (2001.), 125-130
- [12] Štimac, V.: Kompetencije i njihova primjena u šest većih organizacija, diplomski rad, Filozofski fakultet u Zagrebu, Zagreb, 2006.

Kontakt autora:

dr.sc. Krešimir Buntak, profesor visoke škole
Veleučilište u Varaždinu
J.Križanića 33, 42000 Varaždin
098/357-494
kresimir.buntak@inet.hr

Ivana Droždek, univ.spec.oec., asistent
Veleučilište u Varaždinu
J.Križanića 33, 42000 Varaždin
042/493-320
ivana.drozdek@velv.hr

Robert Kovačić
Novi Feromont d.d.
Kolodvorska bb, 40320 Donji Kraljevec
kovacic.ro@gmail.com

KOMPONIRANJE 3D RENDERA U ŽIVU SNIMKU

COMPOSITING 3D RENDER INTO THE LIVE FOOTAGE

Aleksandar Ribar, Andrija Bernik, Damir Vusić

Stručni članak

Sažetak: Tema ovog rada je komponiranje 3D animacije u živu snimku. Obuhvaća široko područje raznih multimedijalnih žanrova. Cilj rada je predstaviti proces koji se većinski koristi kod raznih filmskih efekata te objasniti razne vrste softvera koje se u tom procesu koriste. Opisan je nastanak, razvoj i zanimljivosti 3D-a, te razvoj komponiranja. Opisan je utjecaj spajanja tih dvaju područja na zabavnu industriju, te primjer tog procesa.

Ključne riječi: 3D, AfterEffects, compositing, modeliranje, Newtek Lightwave, renderiranje

Professional paper

Abstract: The subject of this paper is compositing of 3D animation into live footage. It incorporates wide area of different multimedia genres. The main purpose of this paper is to explain the process that is used among various cinematic special effects and to introduce various software that is used to make these effects. The subjects described are the development and facts about 3D and compositing, the influence of these workflows on the entertainment industry, and a practical example of these processes.

Key words: 3D, AfterEffects, compositing, modeling, Newtek Lightwave, rendering

1. UVOD

Komponiranje virtualnih 3D elemenata na živu snimku vjerojatno je najzahtjevnija grana 3D industrije. Postizanje realne slike u 3D grani multimedije zahtjevno je samo po sebi, no dodavanje umjetno generirane grafike na živu snimku predstavlja pravi izazov jer se mora vjerno reproducirati cijeli niz elemenata.

Komponiranje stoga okuplja sve grane 3D-a u jedno (modeliranje, teksturiranje, animiranje, renderiranje), zahtijeva iznimno poznavanje editiranja videa te dobro poznavanje alata koji spajaju ta dva svijeta. Vjerojatno se prvi najzapaženiji slučaj korištenja 3D-a u živim snimkama pojavio u filmu „Jurassic Park“. Nakon uspjeha toga filma tehnike spajanja brzo su napredovale pa je danas nezamislivo koristiti stare metode specijalnih efekata poput maketa i animatronike čak i u jeftinijim filmovima. Štoviše, tehnike su se brzo i raširile pa se danas koriste u svim granama video industrije (prezentacije, dokumentarni filmovi, televizijske emisije).

Programi koji se koriste u procesu komponiranja vrlo su složeni. Kontinuirano se razvijaju više od 20 godina. Razlog te složenosti je rekreiranje stvarnosti. Svaki spektar stvarnog svijeta koji se mora rekreirati najčešće zahtijeva svoj modul u programu. Ti moduli se zatim grupiraju i stvaraju skladnu cjelinu.

Programi su hardverski zahtjevni, naročito programi za 3D modeliranje. Proces renderiranja može potrajati dani, stoga se velik dio posla pokušava odraditi u 2D programu poput korekcija boja (color correction) i finog

podešavanja materijala, jer je u njima promjena trenutna. Samim time programi za komponiranje preuzimaju ulogu popravka boja tako da izlazni proizvod iz 3D programa može biti vrlo približan.

2. RAČUNALNA GRAFIKA

3D računalna grafika je računalno napravljena vizualna reprezentacija trodimenzionalne geometrijske informacije spremljene u računalu. Ta informacija se koristi u svrhu izračunavanja kalkulacija i prikazivanja tih kalkulacija čiji je rezultat vizualna dvodimenzionalna slika. [1]

Kao i kod dvodimenzionalne grafike, 3D grafika se oslanja na iste vektorske algoritme koji tijekom rada daju vektorsku sliku, no nakon završetka produkt iz trodimenzionalnih programa je gotovo uvijek rasterska slika zbog nepostojanja formata koji jednostavno prikazuju žičani model u tri dimenzije, te zbog kompleksnih izračuna koji su dio pretvaranja 3D modela u realnu sliku. [1]

2.1. Modeliranje

Modeliranje je proces formiranja oblika objekta. Najčešći oblik modeliranja je korištenje nacrti i slika pri čemu korisnik ili inženjer koristi mnoge alate za rekreiranje zamišljenog objekta. To uključuje mnoge CAD alate iz kojih su proizašli alati koji se koriste u 3D modeliranju, te kiparske alate koji simuliraju korištenje

gline na modelu upotrebom miša ili tableta. Danas se koristi i 3D skeniranje modela s mnogim različitim alatima poput lasera do jednostavne kamere koja promjenu paralakse pretvara u 3D model. No takvi modeli su često neupotrebljivi za 3D animaciju zbog prevelike količine geometrije koju proces generira i koriste se najčešće kod industrijske primjene. Finalni rezultat je model na kojem se proces nastavlja.

Taj rezultat uključuje trodimenzionalnu mapu virtualnih točaka, pri čemu je definirana i njihova povezanost tako da minimum od tri točke čini jednu plohu ili poligon, a na to se nastavlja sva složenost napravljenih modela, koristeći alate koji zapravo olakšavaju interaktivno manipuliranje i generiranje tih točaka.

2.2. Teksturiranje i postavljanje materijala

U početku trodimenzionalnih primjena računala definiranje boja i izgleda modelirane geometrije se svodilo na odabir i prilagodbu fotografije koju je trebalo postaviti na određeni dio modeliranog objekta. Korištenjem različitih osnovnih metoda (kubično, cilindrično, sferno i plošno mapiranje) postavila se određena slika na model. Time se npr. na objekt koji predstavlja drvene daske postavlja slika drveta, čime se gledatelju daje do znanja da se radi o tom materijalu. Ti načini postavljanja tekstura nisu bili dovoljni jer većina modela koji su trebali biti upotrijebljeni u pojedinačnim situacijama nije pratila konture osnovnih geometrijskih oblika.

Zbog toga su razvijene proceduralne (fraktalne) teksture koje se matematički prilagođavaju svakom modelu tako da ne postoji dio geometrije koji nije ispravno teksturiran, a služe za nasumično dodavanje svojstava poput brušenih materijala te pokrivaju veliki dio fraktalnih karakteristika stvarnih materijala.

I dalje je bio potreban način postavljanja rasterske teksture na nepravilne modele, jer tadašnji načini geometrijskih mapiranja nisu bili dovoljni za realno postavljanje teksture na većinu modela. Ako za primjer uzmemo model ljudskog tijela, nije postojao način definiranja gdje će se na njemu nalaziti elementi poput očiju, žila, usta, kose, odjeće, noktiju i sl. Iz tog razloga je napravljen sustav UV mapiranja. U i V predstavlja dvodimenzionalnu plohu koja je reprezentacija izravnatog trodimenzionalnog X, Y, Z modela u dvodimenzionalni prostor. Primjer je izgužvana plahta s određenim uzorkom koju kad rastegnemo vidimo gdje se pojedini elementi uzorka nalaze, iako su na istom mjestu plahte nalazili i prije rastezanja, samo u drugom dijelu 3D prostora.

Danas je taj način postavljanja teksture na model jedan od najkompliciranijih. Istodobno otklanja mukotrpan proces modeliranja svakog dijela tijela poput obrva na sljedećoj slici, dok pri tome znatno štedi memoriju računala. Pomoću naprednih alata ugrađenih u 3D program, 3D model se pretvori u dvodimenzionalnu mapu. Ta mapa se zatim otvori u nekom od crtaćih programa poput Photoshopa gdje se koristi kao pozadina za crtanje teksture. Korištenje proceduralnih tekstura i slika može se kombinirati, postavljati u slojeve, uz korištenje spajajućih modova kao u Photoshopu, ili

gradijenta za definiranje područja gdje se koja tekstura prikazuje.

Problem koji se pojavio je da svaki materijal nije definiran samo fotografijom koja je na njega postavljena, već se njegov izgled sastoji od više desetaka parametara koje treba uzeti u obzir. Svaka od tih komponenti je vremenski promjenjiva, znači njihove komponente se mogu animirati, te može uključivati teksturu. Većina tih svojstava na određeni način kontroliraju ponašanje upadnih zraka - raytracing, koje će se kasnije spomenuti u sekciji renderiranja. Neke od tih komponenti su:

Boja - u ovoj komponenti se može odrediti globalna boja materijala ili se postavlja tekstura s pomoću nekih od prethodno spomenutih tehnika mapiranja slika. Generalno se koristi za postavljanje boje na određeni dio modela.

Difuznost - Gledamo li fizikalno ponašanje materije u stvarnom svijetu jasno je da svaka ima drukčiju vrijednost apsorpcije primljene energije. Ovdje postavljamo te parametre, a možemo postaviti i crno-bijelu teksturu koja daje informaciju koji dijelovi modela su tamniji ili svjetliji, ovisno o količini svjetlosne energije koju su upili.

Luminiscencija - predstavlja svojstvo materijala da emitira svjetlosnu energiju. Glavni primjer su monitori i razni ekrani, no mnogi to svojstvo koriste kao glavne izvore svjetlosti, primjenjujući ga na modeliranu geometriju jer u refleksijama izgledaju kao fotografski kišobrani i tzv. lightbox-evi.

Sjaj ili spekularnost je zastarjeli model postavljanja lažnih svijetlih područja na geometriju. Koristi se i danas jer ne zahtijeva teške izračune kao refleksija, a može pružiti dobre rezultate u nekim situacijama. On ne koristi raytracing već postavlja svijetlo područje na geometriju pod određenim kutem.

Raširenost sjaja - ova vrijednost je vezana na sjaj, a kontrolira kut koji pokriva sjajnost. Primjer je keramika koja ima vrlo malo sjajno područje, te nova automobilska guma kojoj se sjajnost rasprostire preko velike površine.

Reflektivnost - zahtijeva složene izračune i stvarno prikazuje refleksije okolne scene, uključujući i svijetle dijelove kao i sjaj, no oni su zapravo pravilne refleksije izvora svjetla i geometrije u sceni. Kao i u svim dosadašnjim svojstvima reflektivnosti, možemo dodati teksturu koja definira nereflektivne i reflektivne dijelove te intenzitet pojedine točke. Također, korisno je dodati gradijentne mape koje kontroliraju reflektivnost ovisno u kutu, što je isto svojstvo realnih materijala. Dodatne bitne opcije uključuju kontrolu mutnoće refleksije (npr. brušeni aluminij).

Prozirnost - ili transparentija svojstvo je mnogih materijala, a najčešće se koristi kod stakla i vode. Također se često koriste teksture koje kontroliraju područja prozirnosti. Dodatno svojstvo je mutnoća refleksije, npr. led, što dodatno povećava količinu potrebnih izračuna jer se zraka raspršuje u materijalu.

Refrakcijski indeks - svojstvo većine prozirnih materijala. Njegovom promjenom mijenja se kut zrake koja prolazi kroz materijal, npr., kod vode uronjeni štapić izgleda prelomljeno. Refrakcijski indeksi su jedinstveni za svaki materijal pa ih treba pronaći u literaturi na internetu.

Translucencija - zastarjeli model kao i sjaj, a smanjuje vrijeme izračuna kod poluprozirnih materijala poput lišća, gdje se jaki izvor svjetla nazire iza modela. Često bi za takva svojstva koristili mutne refleksije ili neke druge podpovršinski raspršujuće materijale koji dodatno produljuju vrijeme renderiranja.

Hrapavost - svojstvo koje se najčešće koristi uz boju i zahtijeva korištenje neke rasterske ili proceduralne teksture. Korištenjem crno-bijele slike možemo promijeniti izbočenost ili udubljenost pojedinog dijela geometrije tako da jednostavnom slikom možemo dobiti kompleksan materijal poput ciglenog zida, a da ne izgleda plošno, i bez potrebe za modeliranjem svake cigle i betona između.

Zagladivanje - svojstvo kojim se kontroliraju oštri prijelazi između poligona. Tu definiramo kut pri kojem se poligoni međusobno vizualno spajaju i prijelaz između njih izgleda zaobljeno i glatko.

2.3. Renderiranje

Izraz renderiranje se koristi za postupak finalnog izračunavanja 3D geometrije u 2D sliku. Taj proces može biti gotov u realnom vremenu, a može potrajati i danima, ovisno o složenosti geometrije, svojstvima postavljenih materijala, o vrstama korištenih svjetala, jačini korištenog hardvera, o broju računala koji izračunavaju jednu sliku itd. Moderni renderi koriste kombinaciju dvije tehnike za izračun realne dvodimenzionalne slike: raytracing i globalnu iluminaciju.

Raytracing - tehnika koja koristi matematičke algoritme za izračun putanje virtualne zrake svjetla od njenog izvora do kamere i pri tome simulira promjene te zrake koje se javljaju zbog njene interakcije s geometrijom na tom putu. [4] Ovaj skup algoritama se često naziva i direktno osvjetljenje jer u obzir ne uzima emitiranje svjetla od sekundarnih izvora koji su primili svjetlosnu energiju

Globalna iluminacija - generalno ime za grupu algoritama koji služe za dodavanje realističnijeg osvjetljenja renderiranoj slici jer simulira sekundarne izvore svjetla.[2] U realnom svijetu svaka ploha je sekundarni izvor svjetla jer dio primljene svjetlosne energije emitira i raspršuje. Koristeći globalnu iluminaciju, određeni postotak svjetla koji upada na materijal se uvijek emitira natrag u scenu. Ovisno o svojstvu hrapavosti, ta svjetlost se raspršuje, a njena količina i boja ovise o boji materijala i svojstvu difuznosti. Taj proces se nastavlja na sljedećem materijalu koji prima odbijenu zraku itd.

Postoji konačan broj odbijanja koji program računa jer se količina odbijenog svjetla smanji nakon određenog broja odbijanja te nema smisla nastaviti nepotrebne kalkulacije. Taj broj kontrolira korisnik i jedan je od načina smanjenja vremena potrebnog za izračun jer je uz refleksije i prozirnost globalna iluminacija najzahtjevnija komponenta renderiranja. Globalna iluminacija uzima u obzir i ostale indirektne izvore svjetla poput neba. Nebo emitira plavi dio spektra zbog raspršivanja sunčevog svjetla u atmosferi te se ponaša kao veliki polukružni izvor svjetla iz svih smjerova. Time se dobiva realnija slika eksterijera jer su sjene ispunjene svjetlom koje dolazi iz tog izvora, te ostalim sekundarnim izvorima poput okolne geometrije.

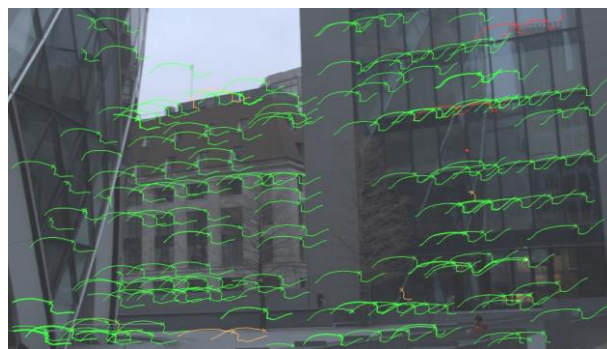
2.4. Motion tracking – praćenje pokreta kamere

Da bi se na živu snimku mogli dodati naknadni elementi, potrebno je izvesti proces praćenja pokreta. Bez tog procesa element koji dodajemo prekrivao bi uvijek iste koordinate, a s time i poziciju na ekranu, a promjenom kuta i pozicije kamere na živoj snimci bilo bi očito da taj element ne pripada podlozi.

Proces se sastoji od početnog zadavanja točaka koje će program pratiti kroz cijelu snimku. Iz tog oblaka točaka, čije su kretnje spremljene kroz cijeli video, program geometrijskim algoritimima poput paralakse kreira scenu gdje svakoj točki izračunava kretanje u 3D prostoru i njen položaj.

U trećem koraku program izračunava položaj kamere i uz pravilan postupak dobivamo gotovo savršene pokrete kamere, tako da možemo vidjeti način na koji smo držali kameru, ali u virtualnom trodimenzionalnom prostoru.

Bitno je da se pokretni dijelovi na snimci (ljudi, automobili) maskiraju izvan izračuna (tzv. garbage matte), jer njihova paralaksa nije statična te dolazi do velikih grešaka u pokretima krajnje virtualne kamere. Svi programi na tržištu imaju ovakav proces praćenja kretanja, neovisno o tome koriste li linearni proces prolaska kroz ove korake ili, u posljednje vrijeme, nodalni. Na slici u nastavku vidimo prikaz praćenja ključnih točaka žive snimke: crveno su točke visokog rizika za točnost finalne kretanje, a zelene su ispravne. Čovjek u donjem desnom kutu je maskiran da ne utječe na rezultat praćenja.



Slika 1. Prikaz praćenja ključnih točaka.

2.5. Composting - komponiranje

Komponiranje je izraz koji se koristi za specifično dodavanje raznih slojeva u 2D grafici da bi se proizvela stvarna slika u kojoj svi elementi izgledaju kao da su dio tog kadra. Koristiti se može više elemenata s različitih fotografija ili računalno generirane slike kojima je osvjetljenje i izgled prilagođen da se realistično mogu uklopiti na prethodnu 2D sliku. Slična tehnika u fotografiji se zove fotomontaža. Često se koristi i više raznih 3D slojeva, a finalna kompozicija može biti u potpunosti bez žive snimke, napravljena samo od računalno generiranih slojeva. Takav pristup je učinkovit jer se svaki sloj može zasebno editirati i pozicionirati.[3]

Cijeli proces daje veću kontrolu od samih 3D programa zbog svoje brzine i zapravo spaja dva svijeta na najbolji način. Spoj 2D kompozitora i 3D programa je postao toliko napredan da su razvijeni formati koji u sebi sadrže odvojene informacije koje generira 3D program, a omogućuju da se slojevi poput refleksija, direktnog osvjetljenja, indirektno (globalne) iluminacije, boja itd. u realnom vremenu mijenjaju u 2D programu bez ponovnog dugotrajnog renderiranja gdje se jedna sličica u animaciji prosječno renderira desetak minuta. Ti formati za spremanje podataka čak omogućuju odvajanje raznih objekata i modela u 3D programu, tako da se korekcije u 2D programu mogu odnositi samo na pojedine piksele.

2.5.1. Nodalni i slojevni composting

Moderni programi za digitalnu kompoziciju koriste jednu od dvije tehnike strukturiranja podataka, snimaka i operatora kojima se manipulira određeni sloj. Layer ili slojevni je stariji način komponiranja, a koriste ga i fotografski programi poput Photoshopa. Takav 'workflow' (tok izrade) se svodi na postavljanje različitih slojeva jedan iznad drugog, pri čemu im je moguće dodati razne efekte kao blur, korekciju boja, kontrast, podešavanje saturacije i sl. Manipuliranje objektom i njegova animacija je moguća jednostavnim premještanjem pojedinog sloja, mijenjanjem njegove veličine i rotacije.

Mnogi smatraju da je slojevno komponiranje intuitivnije za korisnika, no takve kompozicije vrlo brzo počnu biti prenatrpene, bez jasne strukture, iako programi podržavaju grupiranje elemenata u svojevrsne mape (foldere). Promjene koje često uključuju veći broj elemenata nemoguće je razlikovati od onih koji su primijenjene samo na jedan element, a neko promjenjivo svojstvo koje je pridodano elementu treba svaki put ponovno pronalaziti jer se ne može znati je li stavljeno na cijelu podmapu ili je svaki element te mape imao svoj vlastiti efekt.

Danas se takvi sustavi najčešće koriste za pokretnu grafiku, za animacije koje zahtijevaju tekst, reklame i sl. Filmska industrija rijetko koristi slojevnu kompoziciju jer s velikim brojem početnih elemenata te još većim brojem promjena i korekcija koje su potrebne na svakom elementu brzo se gubi razumljiva struktura elemenata. Najveći problem slojevne kompozicije je destruktivno i linearno editiranje.

Nodalni pristup je bitno drugačiji od slojevnog i na svojevrsan način je postao žrtva vlastitog uspjeha (za nenapredne korisnike). Glavna značajka nodalnog pristupa je da se svaka manipulacija pretvara u node ili čvorište. Npr., jednostavna operacija poput zamućenja sloja postaje čvorište na koje spajamo neku sliku koja je opet jedno od čvorišta. Rezultat operacije spajamo na sljedeće čvorište, poput korekcije boja, i nastavljamo do finalnog čvorišta koje je preglednik. Elementi spojeni na njega su vidljivi, pa ono što ne želimo prikazati jednostavno od spojimo, npr. zamućenje.

Jednostavne operacije poput spremanja video datoteke također imaju vlastiti node koji sprema video kad krajnji ogranak spojimo na to čvorište.

Kompleksnost se javlja kad se svakom od opcija pojedinog node-a dodaju dodatna spojišta na koja se mogu spajati drugi nodeovi. Tu nestaje sfera vizualne percepcije svake promjene i prelazi se u sferu programiranja, gdje pomažu godine iskustva i poznavanja programa, kao i programersko znanje. Većina digitalnih kompozitora pruža nekoliko skriptnih jezika. Rezultati tih skripti se mogu priključiti na svaki node, a trenutno je najpopularniji Python. Iako i slojevni programi pružaju neku vrstu skriptiranja, to su često zasebni skriptni jezici koji pružaju mali postotak pravog programskog jezika. Iako tzv. 'tree-ovi' znaju izgledati vrlo složeno, najefikasniji su način za kontroliranje velikog broja operacija koje se obavljaju, a istodobno u svakom trenu daju mogućnost vraćanja svake operacije koju smo obavili.

3. IZRADA 3D ANIMACIJE I COMPOSITING KADRA

3.1. Snimanje žive snimke i praćenje kamere

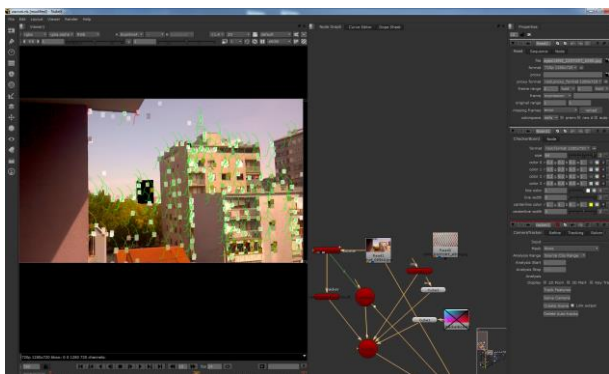
Glavna snimka snimljena je s balkona zgrade u Zagrebu jer je kadar bio zanimljiv, s nekoliko viših zgrada u prvom planu. Čekao se sunčan dan bez oblaka jer bi niski oblaci stvarali probleme pri dodavanju renderiranih materijala, te bi ih trebalo naknadno ukloniti. Kamera je u tzv. free motion-u, stoga će i digitalno praćenje kamere biti zahtjevnije od npr. kamere na tronošcu.

Snimano je relativno nekvalitetnom kamerom koja se nalazi u Acer Iconia A500 tabletu, u rezoluciji 1280x720 piksela pri 30 sličica u sekundi. Računalo za 3D animaciju i komponiranje ima Intel Core i7 2600 procesor, sa 16 gigabajta RAM-a i Radeon HD5400 grafičkom karticom.

Za praćenje kamere su odabrana dva programa te će se, ovisno o rezultatu, odabrati bolji. Prvi je dedikirani program za praćenje PFTrack, a drugi je Nuke s integriranim dodatkom za praćenje kamere matične tvrtke, koji se prodaje i kao zasebni dodatak za ostale programe poput After Effects-a. Mnogi profesionalci koriste više programa za praćenje kretanja kamere i objekata jer često različiti programi daju bolje rezultate u specifičnim situacijama.

Praćenje kamere je započeto u programu Nuke. Dodan je node koji čita pozadinsku snimku i generiran je početni oblak točaka. Dodan je i Lens Distort node koji koristi fotografiju šahovnice poslikanu istom kamerom da bi maknuo distorzije uzrokovane nepravilnostima leće. Ovaj korak je bitan jer i male distorzije uvelike utječu na rezultat. Upisane su tehničke vrijednosti fizikalne kamere kojom je snimka napravljena, poput žarišne duljine i 'veličine filma' (veličine CMOS čipa).

Ove vrijednosti program može pokušati izračunati sam, no praćenje je u većini slučajeva puno uspješnije ako su nam te vrijednosti poznate. Nakon rekreiranja 3D položaja točaka i generiranja kamere koji traju nekoliko minuta, na dvije točke su postavljene crne kocke. Te kocke će kasnije služiti kao referentni objekti u 3D programu jer njihovi položaji relativno točno odgovaraju položaju tih točaka u stvarnom svijetu. Istodobno se pomoću njih vidi je li praćenje uspješno. Nakon toga se dodaju WriteGeo node-ovi koji zapisuju te kocke kao zasebne modele, a koje će se kasnije otvoriti u 3D programu. U kameri se odabire opcija spremanja *.chan datoteke koju će Lightwave uz pomoć plugin-a upotrijebiti za kretanje virtualne kamere.



Slika 2. Proces praćenja snimke u programu Nuke

Proces praćenja u programu PFTrack je vrlo sličan Nuke-ovom jer su oba nodalni programi. Prvo je dodan AutoTrack node koji je generirao osnovne točke za praćenje. Zatim je dodan Userfeatures node gdje su definirane neke proizvoljne točke za lakše generiranje podne plohe. Nakon toga je napravljen node za orijentaciju scene gdje su korišteni rubovi zgrade u prvom planu za definiranje koordinatnih osi.

Nakon što je program odradio generiranje kamere, scena je spremljena u Lightwave formatu.

U ovom slučaju je nakon otvaranja scena u Lightwave-u bilo jasno da je Nuke nešto bolje odradio tracking, bez bježanja piksela. Uz malo zaglađivanja pokreta u PFTrack-u, vjerojatno bi se ovi problemi brzo riješili, ali rezultat iz Nuke-a nije zahtijevao dodatne promjene već samo uvoženje podataka.

3.2. Stvaranje 3D grafike

3.2.1. 3D Modeliranje i odabir materijala

Cijeli koncept je zamišljen s tematikom Battlestar Galactica franšize. Model matičnog broda Galactica je skinut s interneta.[5] To je jednostavan model pripremljen za igre, stoga detalji na njemu nisu modelirani već se nalaze u teksturi. Na njemu su zatim pripremljeni materijali te su dodani neki parametri poput refleksije i nepravilnosti površine, sjaja itd.

Model lovca 'Viper' iz te serije je modeliran slojevito, modelirajući većinu detalja kao pravu geometriju, dok su za finalne detalje korištene kombinacije proceduralnih i UV mapa napravljenih u Photoshopu.

Teksturiranje počinje kreiranjem UV mape u programu Lightwave. Zatim ih se u vektorskom formatu izvozi u Photoshop. U njemu su nacrtani detalji poput ploča oplata i sitnih zaprljanja kao posljedica korištenja letjelice. Napravljena je difuzna mapa tako da neke ploče izgledaju tamnije ili svjetlije, te mapa refleksije koja blokira reflektiranje na udubljenim dijelovima modela. Te teksture su dodane na model u 3D programu te su na njih postavljene proceduralne teksture kao kontrola vidljivosti istrošenog izgleda na obojanim površinama.

Zatim su dodane proceduralne teksture koje simuliraju izgled zaprljanja od ulja ili posljedica borbe. Na kraju su iste teksture dodane u kontrole refleksije i sjaja da se dobije metalan izgled modela.

3.2.2. Stvaranje virtualne scene

Kako je Nuke u ovom slučaju izradio odličnu kalkulaciju kretanja kamere, u 3D program su uvezene kretanja spremljena iz Nuke-a. Pomoću plugin-a je u kameru uvezen format *.chan u kojem su spremljene informacije o položaju i rotaciji kamere. To je jednostavna tekstualna datoteka u kojoj je za svaku sličicu informacija o položaju kamere. Nakon toga su dodani modeli kocaka spremljenih pomoću WriteGeo node-a. Te kocke predstavljaju udaljenu zgradu i rub zgrade u prvom planu. Uvedena je i podna ploha pomoću koje se uspoređuje sinkroniziranost između koordinatnih sustava programa. Ti elementi se koriste samo za pomoć pri pozicioniranju 3D elemenata u 3D programu te se isključuju pri renderiranju jer bi izgledali kao crni kvadrati i pri tome smetali. Zatim je usklađena vrijednost žarišne duljine virtualne kamere s realnom kamerom, čime se dobiva apsolutno točan prijenos pokreta između programa. U ovom stadiju se distorziranje modela zbog nepravilnosti leće može ignorirati. Djelomično jer 3D program omogućava distorziju izlaznog rendera samo odabirom ekvivalentnih filmskih i DSLR leća, a djelomično jer render može biti naknadno distorziran pomoću informacija dobivenih iz slikane šahovnice.

3.2.3. Ubacivanje i povezivanje modela u scenu

Ubacivanjem referentnih modela i usklađivanja veličina mjernih jedinica, tako da se proizvoljno dobiju udaljenosti približne realnim vrijednostima, dodan je model matičnog broda na scenu. Slijedi animiranje broda, što uključuje trom prilaz broda čime se dobiva dojam masivnosti. Na ispušne cijevi modela se dodaju izvori svjetla. Ta svjetla su obojana u plavo te im je dodan volumetrijski efekt tako da izgledaju kao plamen koji izlazi iz motora. Dužinu i intenzitet tih svjetala se postepeno smanjuje kroz vrijeme tako da brzina broda odgovara smanjenju plamena i na kraju gašenju.

3.2.4. Ubacivanje okoliša i izjednačavanje osvjetljenja

Iako se nikakav okoliš ne smije vidjeti na samom renderu, jer je krajnji okoliš zapravo pozadinska slika koja će se kasnije dodati u 2D programu, ipak je potrebno dodati 'environment map' koji služi kao izvor osvjetljenja i refleksija. Ta slika je napravljena iz jedne sličice pozadinske snimke tako da je sastavljena od glavnih elemenata poput neba i tamnijeg donjeg dijela koji predstavlja drveće i površinu zemlje. Time se dobivaju suptilni detalji poput reflektiranja neba i zemlje na oplati broda, te se osvjetljavaju tamniji, zaklonjeniji dijelovi trupa. Slijedi usklađivanje glavnog izvora svjetla (key light) koji predstavlja sunce. Lightwave ima mogućnost prilagođavanja pozicije svjetla pomoću unošenja geografske širine i visine ili odabirom grada s padajućeg izbornika. Prvo treba je odrediti poziciju sjevera i intenzitet osvjetljenja kao na snimci. Preostaje samo podesiti datum i vrijeme kad je snimka napravljena.

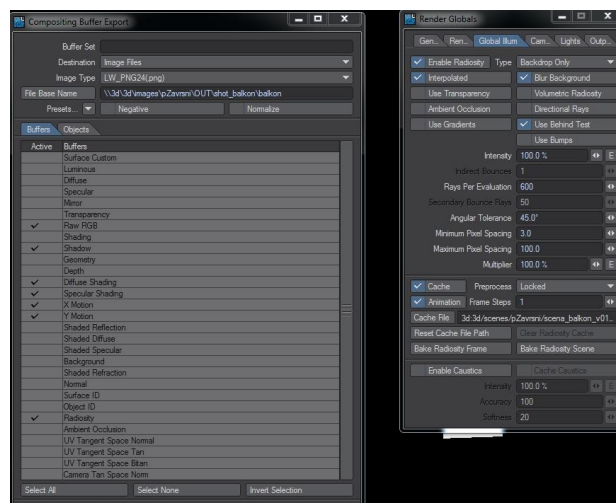
3.2.5. Slojevi i renderiranje

Pošto se radi o pokretnom modelu, trebale su nešto naprednije postavke renderiranja. Animacija s globalnom iluminacijom i pokretnim modelom poput ove treba biti pripremljena za spremanje ili 'caching' globalne iluminacije.

Zbog kretanja modela kroz prostor, zrake koje dolaze u dodir s modelom imaju različiti intenzitet te svaka sličica ima minornu razliku u izračunu globalne animacije. Oku je to gotovo nevidljivo kad se dvije sličice stave jedna kraj druge, no njihovim uzastopnim puštanjem jasno je treperenje na modelu. Tom problemu se može pribjeći dovoljnim brojem ispucanih zraka čime u završnici svaki rezultat izgleda isto, no to enormno povećava vrijeme renderiranja. Alternativno se koristi ugrađeni sustav za spremanje rezultata globalne iluminacije prethodne slike u među spremnik. Ovaj proces je daleko efikasniji, jer se u većini slučajeva ne dogodi dovoljno velika promjena da program mora ponovno renderirati cijelu soluciju, već može koristiti rezultat prethodne sličice, i samo dodati izračune koji su nedostajali. To su većinom dijelovi geometrije koji nisu bili u vidokrugu kamere. Pripremljene su stoga postavke za spremanje globalne iluminacije i podešene su količine kalkulacija tako da se dobije efikasno vrijeme renderiranja.

Posljednji korak je dijeljenje konačne slike na slojeve poput refleksije, difuznosti, globalne iluminacije, dubine

scene, direktnog svjetla, sjaja, sjene te čiste RGB informacije. Posljednji sloj je X-Y kretanje piksela koji će poslužiti za dodavanje zamućenja zbog kretanja. Ti slojevi se kasnije spajaju u programu za komponiranje i svaki ima ulogu u dobivanju stvarnijeg izgleda.



Slika 3. Opcije slojeva i globalne iluminacije

3.3. Komponiranje

3.3.1. Postavljanje slika u kanale i osnovnog tijeka

Prvi korak procesa komponiranja je organiziranje ulaznih materijala. Ti materijali su rezultat postavljanja slojeva u 3D programu. Kako je rezultat svakog sloja sekvenca od 1000 fotografija, potrebno je uskladiti broj slika u sekundi i rezoluciju svake sekvence s pozadinskom snimkom, te rasporediti nodeove za kasnije lakše snalaženje i spajanje.

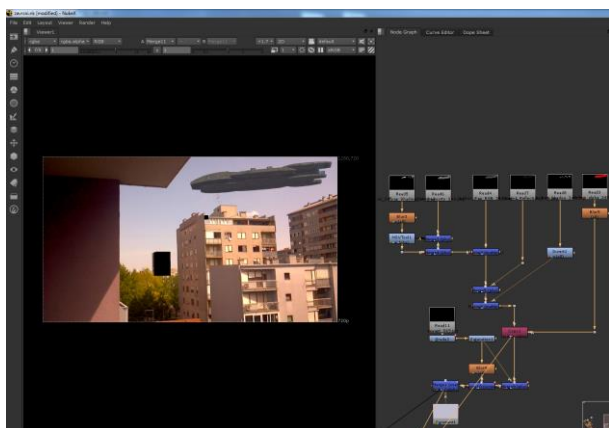
Sljedeće treba spojiti slojeve u određeni red. Koristi se merge node za spajanje dva sloja te se rezultat šalje na daljnje spajanje. Koristeći razne operacije spajanja (blending modova) dobiva se kompletna slika kakva je pripremljena u 3D programu. Prednost ovakvog rastavljanja je mogućnost korekcije svakog sloja zasebno. Na kraju je pomoću Copy node-a ubačena mapa transparentnosti u alpha kanal rezultata spajanja. Ona će omogućiti eliminaciju crnog područja oko broda.

3.3.2. Izjednačavanje virtualnih sjena sa sjenama iz snimke

Realno komponiranje renderiranih elemenata počinje izjednačavanjem izgleda sjena na renderima i snimljenom materijalom. Prvo je sloj sa sjenama suptilno zamućen te mu je dodana color korekcija čime mu se mijenja ton iz sivog na plavo. Sjene na snimci su plavkaste zbog velikog utjecaja neba bez oblaka. Analiziranje sjenovitih područja pozadinske snimke upotrijebljeno je za kontrolu količine globalne iluminacije. Razlog je velika količina kontrasta u originalnoj slici zbog jačine sunca.

Dodan je Grade node na sloj globalne iluminacije, čime je taj sloj dodatno pojačan te su sjene izjednačene sa sjenama na pozadini. Na kraju je dodan Constant node

u kojem je definirana plavkasta boja neba. Ta boja je spojena s ostalim slojevima. Razlog je dobivanje svojevrzne ispranosti broda kao da postoji velika količina zraka između broda i kamere.



Slika 4. Izgled spojeva i rezultat podešavanja sjena

3.3.3. Zamućenost kretnje, korekcija boja i distorzija modela

Velik dio doživljaja cjeline kompozicije je motion blur ili mutnoća slike zbog kretanja subjekta ili kamere. To se javlja zbog nesavršenosti tehnologije, a gledatelji su toliko navikli na taj efekt da se ponekad i umjetno dodaje na živu snimku zbog pojačavanja dinamike.

Stoga je bitno da dodani render ima usklađenu mutnoću pokreta sa živom snimkom. Iako je u ovom slučaju kamera imala dobro osvjetljenje, tako da efekt nije previše izražen, jasna je razlika ako toga efekta nema na renderiranim elementima. Iako se isti efekt može proizvesti u 3D programu i fizikalno je točan, višestruko produljuje vrijeme renderiranja, a greške pri količini efekta zahtijevaju ponavljanje procesa renderiranja.

Da bi se ti problemi zaobišli, 3D program omogućuje spremanje slojeva vektorskih pokreta. U njima svaki piksel u RGB informaciji sadrži transkodiranu vektorsku informaciju o svojem kretanju. Spremaju se dva sloja, jedan za X os, a jedan za Y os.

Ti slojevi su učitani u Nuke i preko Copy nodea spojeni u jedinstveni informaciju. Zatim je ta informacija prenesena na node Vector Blur koji je spojen na renderirane elemente. Analizirajući sličicu s izraženim pokretima kamere usklađena je količina Vector Blura s pozadinskom snimkom.

Slijedi dodavanje node-a za distorziju modela. Pošto je praćenje kretanja kamere napravljeno na nedistorziranoj pozadini, renderirani elementi su napravljeni nedistorzirano. Da bi se uskladili s pozadinskom snimkom, iskorišteni su podaci koje je Nuke dobio iz slike šahovnice pomoću Lens Distort nodea.

Korekcija boja je vjerojatno najteži dio komponiranja. Zahtijeva kreativnost i tehničko znanje jer korisnik mora znati kakav konačan izgled renderiranih elemenata i podloge želi, te istodobno mora znati kojim funkcijama programa to najbolje može postići.

Prvi korak je dodavanje Lightwrap nodea koji stvara efekt propuštanja svijetlih dijelova pozadine kroz rubove

prednjeg elementa. To je također fotografski efekt kojim se dobiva na realizmu. Zatim je dodan Grain node na kojem su podešene postavke za umjetno dodavanje šuma na renderirane elemente. Taj šum se usklađuje sa šumom na živoj snimci, koji se javlja zbog nesavršenosti tehnologije snimanja. Dodano je konstantno zamućenje renderiranih elemenata da bi se dobio efekt nesavršenog fokusa. Edgeblur node je dodan da se izbjegnu oštri rubovi na modelu i greške pri antialiasingu.

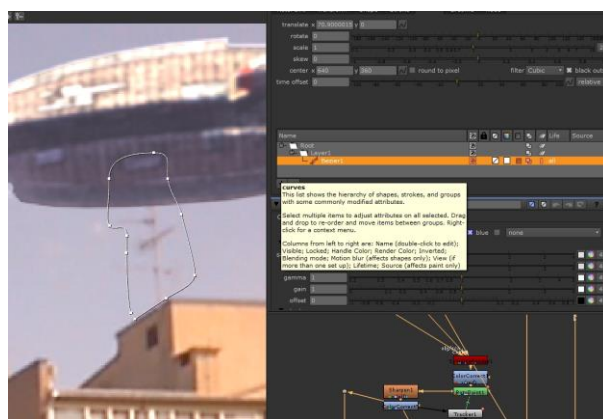
Color correct node je dodan na kraju jer nudi apsolutnu kontrolu nad različitim tonalnim skupinama: sjenama, srednjim tonovima i sjajnim ili visokim tonovima. Generalno je smanjeno zasićenje boja na svakom od tih raspona, pojačan je kontrast i preeksponirani su svijetli elementi na oplati broda da se naglasi jačina sunca. Pojačana je opcija 'gain' na crvenim i zelenim kanalima da cijeli brod poprimi balans bijele boje na žuto, čime se usklađuje s pozadinskom snimkom.

3.3.4. Rotoskopija

Rotoskopija je proces kojim se transformacije na snimljenom materijalu pokušavaju napraviti tako da djeluju kroz cijelu dužinu snimke. [2]

Video programi sadrže svojevrstu animaciju alata za editiranje slike tako da se jedna promjena može primijeniti na pokretne elemente. To može biti ručnim animiranjem određene radnje ili korištenjem ugrađenih funkcija za analiziranje pokreta.

U ovom slučaju brod prolazi ispred antene zgrade u prvom planu, iako je cilj da brod izgleda puno dalje. Jednostavan način rješavanja tog problema je zamjena antene sa susjednim pikselima neba. Opcrtan je oblik oko antene te je uključena clone mogućnost Rotopaint nodea koja kopira susjedne piksele neba. Zatim su u Rotopaint node spojeni rezultati praćenja kretanja kamere. Time je i oblik crtanja počeo pratiti pokrete kamere, a time je antenna i trajno nestala.



Slika 5. Korištenje Rotopaint nodea za brisanje antene

3.3.5. Dodavanje filmskog izgleda i renderiranje finalne sekvence

Usklađivanjem izgleda svih elemenata spremljena je finalna sekvenca iz Nukea. Završni dio korekcija je napravljen u After Effectsima zbog njihovog naprednog sustava korekcija boja i odličnih pluginova za postizanje

tzv. specifičnog tonemapinga koji se koriste i u visokobudžetnim filmovima. Primjer je u filmu Matrix gdje je sve suptilno tonirano na zeleno.

U After Effectsima je dodan efekt Curves gdje se tonalitet boja podešava u grafičkom sučelju s krivuljom. Dodan je suptilan Glow efekt ili sjaj te je primijenjena vinjeta, tj. zatamnjenje uglova slike. To je također fotografski efekt koji se javlja zbog nepravilnosti leće, a koristi se uvelike na gotovo svim filmskim i fotografskim publikacijama. Na kraju je dodan plugin Looks koji je program za sebe, a pruža velike vizualne mogućnosti za postizanje fotografskih efekata i toniranja boja.

Posljednji korak je enkodiranje videa u neke od popularnih formata jer su dosadašnji programi koristili sekvence slika. Time je završen proces stvaranja jednog kadra.



Slika 6. Plugin izgled za After Effects

4. ZAKLJUČAK

Jasno je da su kreativci u industriji vizualnih efekata postali nova vrsta pritajenih umjetnika čija mašta i kreativnost iznova zapanjuju sa svakom novom multimedijalnom publikacijom. Napretkom tehnologije njihove se ideje lakše i kvalitetnije realiziraju, a oni najpoznatiji su među ostalim korisnicima, kao i glumci iz filmova za koje su radili.

Digitalni efekti se savršeno uklapaju u dosadašnje fizičke tehnike specijalnih efekata, a neke i u potpunosti zamjenjuju. Najbitnije je da su ponudili vizualnu kvalitetu i kompleksnost koju fizičke metode ne mogu proizvesti. Iako je negativno da su zbog toga neki poslovi u filmskoj industriji izgubili na značaju, velika je prednost dostupnost vizualne kvalitete nezavisnim redateljima s malim budžetima, pa čak i amaterima. Postoje i besplatni alati za vizualne efekte, a mnogi komercijalni su besplatni za učenje i neprofitne projekte.

Time se obogaćuje i unapređuje sedma umjetnost, a otkriju se mladi talenti koji bi možda ostali nezapaženi. Kroz ovaj rad se vidi osnovni proces kompozicije i 3D animacije.

5. LITERATURA

- [1] Lanier L.: Professional Digital Compositing: Essential Tools and Techniques, John Wiley & Sons, London, 2010.
- [2] Beckwith W.; Albee T.; Warner S.; Wood R.: Light Wave 3D 1001 Tips and Tricks, Wordware Publishing, Inc, Texas, 2004.
- [1] http://en.wikipedia.org/wiki/3D_computer_graphics, (Dostupno: 19.08. 2012.)
- [2] www.rodslair.com/tutorial/blending1.pdf, (Dostupno: 21.09. 2012.)
- [3] http://en.wikipedia.org/wiki/Global_illumination, (Dostupno: 19.08. 2012.)
- [4] <http://en.wikipedia.org/wiki/Compositing>, (Dostupno: 19.08. 2012.)
- [5] [http://en.wikipedia.org/wiki/Ray_tracing_\(graphics\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Ray_tracing_(graphics)), (Dostupno: 05.09. 2012.)
- [6] www.ronbrinkmann.com/DigitalCompositing/httpdocs/Chapter-01.pdf, (Dostupno: 25.09. 2012.)
- [7] http://en.battlestarwiki.org/wiki/Fan_fiction/3D_Models, (Dostupno: 19.08. 2012.)
- [8] www.d2software.com/img/pdf/HDRI_3D_6_Nuke-w-url.pdf, (Dostupno: 19.08. 2012.)

Kontakt autora:

Aleksandar Ribar, bacc.ing.techn.graph.

Prolink.hr
J.Kozarca 26.,
42000 Varaždin
099 5616905

Andrija Bernik, dipl.inf.

Veleučilište u Varaždinu
J. Križanića 33
42000 Varaždin
bernik.velv@gmail.com

dr.sc. Damir Vusić

Veleučilište u Varaždinu
J. Križanića 33
42000 Varaždin
damir.vusic@velv.hr

ULOGA LOGISTIČKE DISTRIBUCIJE U PODUZEĆU VITIS D.O.O. - VARAŽDIN

THE ROLE OF LOGISTICS DISTRIBUTION IN VITIS D.O.O. - VARAŽDIN

Goran Kozina, Martina Darabuš

Stručni članak

Sažetak: U članku se predstavlja logistika kao ključna operativna funkcija u poduzeću Vitis d.o.o., te nabava kao jedan od procesa logistike. Poslovna logistika je uži pojam koji podrazumijeva vremenski određeno pozicioniranje resursa u lancu nabave. Rad detaljnije opisuje koordinaciju robnog, informacijskog i financijskog tijeka između povezanih poduzeća koja rade na tome da sirovina stigne do potrošača. Članak je koncipiran na temelju završnog rada Martine Darabuš i literature kojom se služila.

Ključne riječi: logistika, opskrba, lanac nabave, poduzeće

Professional paper

Abstract: The paper presents logistics as a key operational function of the enterprise Vitis d.o.o., and procurement as one of the logistics processes. Business logistics is a narrower term that implies timed positioning of resources in the supply chain. The paper describes in more details the coordination of the flow of goods, information and financial flow between related companies whose job is to make raw materials reach consumers. The paper is based on the final paper by Martina Darabuš and the literature she used.

Key words: logistics, procurement, supply chain, enterprise

1. UVOD

Nabava sve više postaje strateška funkcija čije se odluke temelje na politici stvaranja vrijednosti i sniženja ukupnih troškova u lancu opskrbe. Povezana poduzeća uspostavljaju partnerstvo i specijaliziraju se za aktivnosti za koje imaju ključne kompetencije.

Odnosi s dobavljačima su podložni promjenama, a razlikuju se prema vrstama poslova. Vrijednosno se smanjuje udio klasičnih jednokratnih poslova temeljenih na ponudi i potražnji, a povećava se udio dugoročnih poslova temeljenih na partnerstvu s dobavljačima i na strateškim savezima.

U ovom radu prikazuje se funkcija nabave i logistika u poduzeću Vitis d.o.o.. Pojašnjava se dokumentacija koja se u tom procesu koristi, te se prezentiraju rezultati istraživanja o zadovoljstvu klijenata poduzeća. Logistička distribucija ima iznimno važnu ulogu u poslovanju poduzeća Vitis d.o.o. u Varaždinu.

2. VAŽNIJE ZNAČAJKE O LOGISTIČKOJ DISTRIBUCIJI

Logistika kao znanost potječe iz SAD-a. Može se definirati kao sustav toka robe, materijala i energije koji povezuje nabavna tržišta s proizvodnim i potrošačkim mjestima. Sustavni elementi logistike su ljudi, dobra i informacije.

Konkretnije, može se reći kako je logistika dio lanca opskrbe koji planira, ostvaruje i kontrolira tok proizvoda, usluga i informacija od točke izvora do točke potrošnje, kako bi se zadovoljili zahtjevi kupca. Spomenuta definicija usmjerena je na tok, no pojam logistike se može odrediti i s obzirom na životni ciklus, pri čemu proizvod promatramo kao logistički objekt određenog životnog vijeka. Također, definiciju možemo oblikovati i s obzirom na usluge, što polazi od teze da se usluga može kupcu pružiti optimalno samo kada se sve aktivnosti vezane uz proizvodnju pružaju usklađeno, pri čemu treba uzeti u obzir:

- vrijeme izvršenja narudžbe
- upravljanje kapacitetima usluge
- distribuciju usluge

Svrha logistike je troškovno povoljnija proizvodnja i distribucija, te postizanje konkurentskih prednosti uz stalno usavršavanje protoka dobara i informacija kroz poduzeće.

2.1. Pojam logistike, distribucije i logističke distribucije

Poslovna logistika obuhvaća izvršne poslove u području nabave, skladištenja, unutarnjeg transporta, rukovanja sirovinama, robom i poluproizvodima te primjenjuje model odlučivanja o obavljanju tih aktivnosti.

Kao znanost, poslovna logistika predstavlja ekonomsku disciplinu koja obuhvaća dio znanosti o upravljanju, temeljen na proučavanju tokova i preobrazbi ekonomskih sadržaja u sklopu poduzeća.

Potreba uvođenja logistike u poslovanje stvorila se u uvjetima kada ponuda dobara nije mogla podmiriti postojeću potražnju pa su poduzeća bila primorana pronaći način povećanja obujma proizvodnje i unaprijediti efikasnost rada. Dugoročno rješenje je pronađeno u tehnološkom razvoju, automatizaciji i racionalizaciji, no kasnije se javlja problem zasićenosti tržišta, čime se problem iz proizvodnje prenosi na prodaju i marketing.

Logistikom se biraju funkcijska, organizacijska, osobna, materijalna i druga sredstva za poboljšanje tokova dobara i vrijednosti u poduzeću pa ona postaje integrirajuća funkcija poduzeća.

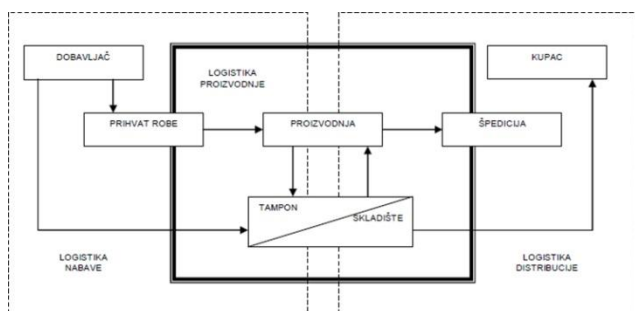
Značenje logistike u poslovanju karakterizira konstantan trend rasta, čime postaje jedna od najznačajnijih poslovnih aktivnosti. Logistički troškovi su vrlo važna stavka u svim gospodarstvima. Oni variraju pa je zanimljivo spomenuti kako se u prehrambenoj industriji kreću oko 32% konačne cijene proizvoda.

Marketing određuje što treba prodati i proizvesti, proizvodnja određuje ulaganja, a logistika osigurava raspoloživost proizvodnih dobara i informacija u pravim količinama, u pravoj kvaliteti te u pravo vrijeme i na pravom mjestu.

Ciljevi logistike su smanjenje zaliha, optimizacija vremena protoka dobara i informacija te vremena reakcije na naloge kupaca, odnosno poštivanje rokova isporuke.

2.2. Međuodnos nabavne, skladišne, prodajne i distribucijske logistike

U modernim poduzećima logistika je integrirana u poslovnu funkciju nabave, proizvodnje, distribucije i skladištenja, pri čemu se njihove zadaće međusobno preklapaju.



Slika 1. Logistika u poslovnim funkcijama [1]

Logistika nabave obuhvaća sljedeće zadatke:

- Razmatranja u vezi potrebnih resursa
- Usklađivanje nabave s proizvodnjom
- Optimizaciju transportnih troškova
- Izbor prikladne ambalaže
- Kontrolu kvalitete

Logistika proizvodnje obuhvaća:

- Razmatranja u vezi potrebnih resursa
- Strukturiranje proizvodnje
- Planiranje i upravljanje proizvodnjom
- Održavanje fizičkog i informacijskog toka kroz proizvodnju

Logistika distribucije obuhvaća:

- Upravljanje zalihama na pojedinim skladištima
- Upravljanje sustavom skladištenja i komisioniranja
- Upravljanje troškovima distribucije

Logistika skladišta povezana je s logistikom nabave, proizvodnje i distribucije, a obuhvaća sljedeće zadatke:

- Pronalazak prikladnog skladišta
- Osiguranje nužnih funkcija skladišta
- Ostvarenje optimalnog sustava skladištenja i komisioniranja
- Odlučivanje u vezi kvantitete skladištenih proizvoda i provedbe standarda
- Pronalazak najekonomičnijih transportnih sredstava

Skladište se može nalaziti u nabavi, prodaji, distribuciji i samoj proizvodnji kao međuskladište.

Spomenuti logistički sustavi pripadaju logistici industrijskog poduzeća, dok kod trgovinskog nema logistike proizvodnje, a kod uslužnog poduzeća nema ni logistike distribucije.

Logistika je važnija u industrijskim granama gdje je niža vrijednost samog proizvoda (poljoprivredni, prehrambeni proizvodi), odnosno mala vrijednost proizvoda, a veliki troškovi prijevoza, pakiranja i sl. [1,2]

3. OSNOVE PROCESA NABAVE

Nabava je djelatnost poduzeća koja se brine o opskrbi materijalima, opremom, uslugama i energijom potrebnom za ostvarenje ciljeva poslovnog sustava te njihovom pravovremenom dostavom na odgovarajuće mjesto, uz odgovarajuću cijenu. Također, nabava je strateški čimbenik u profitabilnosti tvrtke i u povećanju dioničarske vrijednosti.

Osim klasičnih aktivnosti smanjenja troškova, nabava koristi sve naprednije tehnike kontrole troškova koji snažno podupiru funkcionalnu, organizacijsku i regionalnu suradnju i konsolidaciju te tako potiče jačanje suradnje između tvrtke i dobavljača. [3,4]

Zadatak nabavne funkcije je osigurati neprekidno opskrbljivanje poduzeća potrebnim predmetima rada i sredstvima za rad (u proizvodnim poduzećima), odnosno robom za daljnju prodaju (u trgovačkim poduzećima).

Najvažniji poslovi nabavne funkcije:

- priprema nabave (istraživanje nabavnog tržišta i planiranje)
- izvršenje nabave (ispitivanje zahtjeva, prikupljanje ponuda, naručivanje, kontrola rokova isporuke, likvidacija računa)

- prijem pošiljki (kontrola količine i kakvoće prispjelih materijala i drugih materijalnih resursa)

Funkcija nabave posebno je važna u proizvodnim poduzećima u kojima troškovi materijala obično sudjeluju s više od 60% udjela u ukupnome prihodu. Visoki udio troškova materijala javlja se u proizvodnji svih vrsta elektrotehničke opreme i materijala, potom u proizvodnji električne energije te u elektromontažnoj djelatnosti.

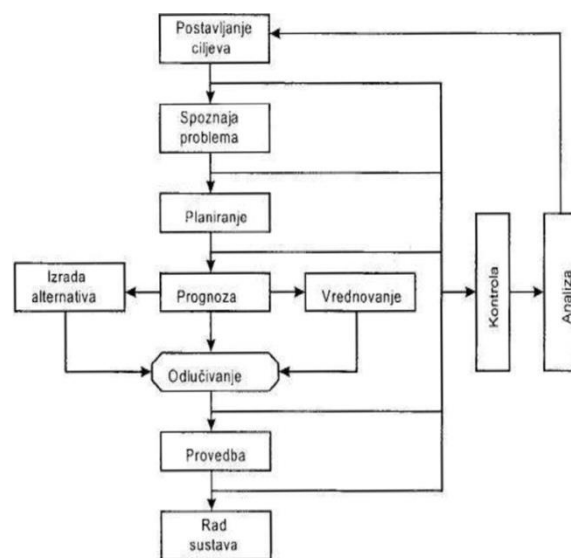
3.1. Politika količina

Nabava nakon istraživanja potreba pribavlja predmete rada određene kakvoće, u odgovarajućoj količini i rokovima, kako bi bili pravodobno raspoloživi za proizvodnju, potrošnju ili prodaju. Pitanje količine nabave pojedinih materijala istodobno je povezano s rokovima isporuke, ali i s politikom skladištenja i zaliha, kao i s politikom cijena. U politici količina valja imati na umu ekonomičnost nabave, tj. mogućnosti sniženja troškova nabave, dopreme, skladištenja i zaliha. Kako bi se te mogućnosti što bolje iskoristile, količina se promatra kao tržišna varijabla koju valja fleksibilno oblikovati. Uz razmatranje ekonomičnosti, u politici količina važnu ulogu ima i sigurnost opskrbe. S obzirom na to da su ekonomičnost i sigurnost dva suprotna načela, valja tražiti način kako ih zadovoljiti na najpovoljniji način, tj. traži se optimalno rješenje u određenim okolnostima. Usklađivanje zahtjeva sigurnosti i ekonomičnosti temelj je politike količina nabave, zaliha, odnosa između količina vlastite proizvodnje i nabave, odnosa investicija i zakupa ili najma, odnosno *leasinga*, te horizontalne i vertikalne kooperacije u nabavi. O politici količina, tzv. sekundarne nabave ovise odluke o prikupljanju i reciklaži otpada i nepotrebnog materijala. [3]

3.2. Upravljanje nabavom

Vođenje nabave može se planirati, organizirati i provoditi na temelju već poznatih načela menadžmenta. Proces počinje postavljenim ciljevima čije definiranje polazi od upoznavanja problema, kako bi se nabavne aktivnosti mogle realno planirati. Plan je temeljni instrument poslovanja svakog gospodarskog subjekta i pojedinih njegovih segmenata.

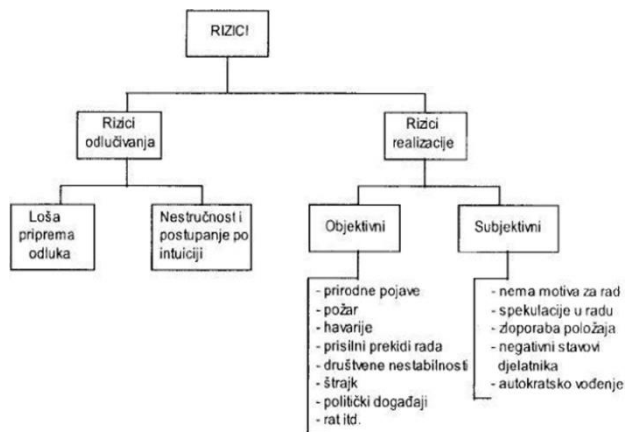
Nabava je segment poslovanja koji upravlja materijalnim vrijednostima pa stoga njene poslove i zadatke treba pažljivo planirati. Dobro planiranje je moguće ako se najprije analizira nabava te se istraži tržište na temelju određene strategije poslovanja. Analiza podrazumijeva utvrđivanje kvalitete, obujma, asortimana i strukture materijala, te pripadajuće cijene. Istraživanje tržišta odnosi se na definiranje tržišnog segmenta i položaja poduzeća u njemu. Strateški ciljevi se svode na koeficijent obrtaja, zalihe, izvore sredstava, financiranje i kadrove.



Slika 2. Faze procesa upravljanja [1]

3.3. Rizici u nabavi

Rizik je neizbježan faktor svakog poslovnog pothvata pa tako i nabave. Nije lako predvidjeti rizik, odnosno njegove uzroke i moguće posljedice u fazi odlučivanja. Temeljni preduvjet pripreme za smanjenje rizika je informiranje, što znači kako je već kod istraživanja tržišta potrebno raspolagati relevantnim informacijama, što bi nam omogućilo osiguranje elemenata precizne prognoze ponude i potražnje. Konačnu organizaciju nabave i obuku kadrova treba provesti u skladu s temeljnim ciljevima nabave i prikupljenim informacijama.



Slika 3. Rizici u nabavi [1]

3.4. Realizacija nabave

Realizacija nabave obuhvaća sve aktivnosti vezane uz pripremu i kupnju, uz isporuku, dopremu, prijam i skladištenje ulaznih predmeta (inputa), te njihova disponiranja u skladu sa zahtjevima korisnika. Sinonimi za proces nabave su: tehnika nabave, postupak nabave, odvijanje procedure nabave i sustav nabave.

Elementi procesa nabave:

- Izdavanje, prikupljanje i obrada zahtjeva za nabavu
- Utvrđivanje izvora nabave i potencijalnih dobavljača
- Izrada i dostava upita dobavljačima
- Prikupljanje i ispitivanje ponuda
- Vođenje pregovora
- Ocjenjivanje i usporedba ponuda te izbor najpovoljnije ponude i donošenje odluke o nabavi
- Sklapanje ugovora o kupnji i naručivanje ulaznih predmeta (inputa)
- Praćenje izvršenja ugovora i narudžbi te mjere zaštite prava u slučaju neispunjenja obaveza dobavljača u skladu s odredbama ugovora
- Prijam i ispitivanje količine i kakvoće isporučene robe i/ili izvršenih usluga, te reklamacije u slučaju otklona od ugovorenih parametara
- Skladištenje predmeta nabave
- Likvidacija računa dobavljača
- Sastavljanje pošiljke (komisioniranje) i izdavanje predmeta nabave korisnicima

4. LOGISTIČKA DISTRIBUCIJA U FUNKCIJI POVEĆANJA USPJEŠNOSTI I UČINKOVITOSTI POSLOVANJA PODUZEĆA VITIS D.O.O.- VARAŽDIN

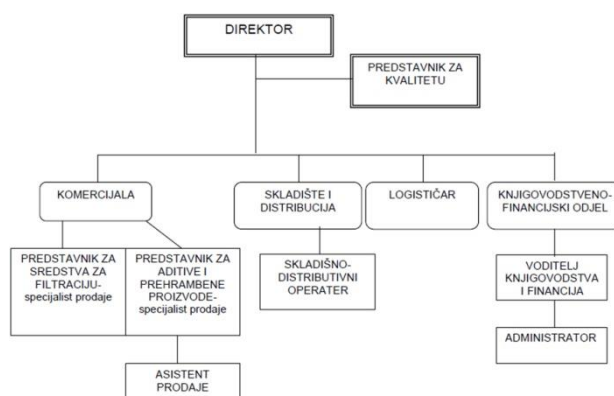
4.1. Osnovni podaci o poduzeću Vitis d.o.o. - Varaždin

Tvrtka Vitis d.o.o. osnovana je u veljači 1992. godine, a aktivno posluje od 1993. g. Zastupa strane principale i distribuira njihove proizvode za prehrambenu i druge srodne industrije. U svojim počecima tvrtka je poslovanje bazirala na lozним sadnim materijalima i repromaterijalom za vinarije. Praćenjem tržišta uvodi nove proizvode u ponudu, poput materijala za filtraciju i aktivnog ugljena, što uspješno plasira i u druge industrijske branše. Potkraj devedesetih godina tvrtka u regiji distribuira zemlju za bijeljenje ulja (kod rafiniranja jestivih ulja), a ubrzo i pomoćna sredstva za filtraciju, što joj otvara put prema važnoj poslovnoj suradnji s uljarama u regiji.

Početkom 2000. godine Vitis d.o.o. počinje distribuirati proizvode francuske tvrtke Naturex, što omogućuje značajno povećanje asortimana dodataka za primjenu u prehrambenoj industriji uz potpuno uvažavanje ekoloških zahtjeva tržišta.

Vitis d.o.o. posluje profitabilno sve ove godine, s kretanjem prometa i dobiti prema uvjetima na tržištu. Tvrtka danas posluje na tržištu Hrvatske, Slovenije, BiH, Srbije i Makedonije. U svrhu logističke podrške tom planu, izgrađeni su nove uredske i skladišne prostorije prema predviđenom planu rasta na regionalnoj razini. U realizaciji spomenutog plana glavna je namjera sagrađiti čvrste i korektne odnose sa sadašnjim i budućim

partnerima i odnositi se odgovorno prema društvenoj zajednici i prirodnom okolišu. [5]



Slika 4. Organizacija poduzeća Vitis d.o.o. [5]

4.2. Predmeti i dokumentacija u procesu nabave

Namjena nabave je osiguranje potrebnih sirovina i repromaterijala na osnovi jasno postavljenih zahtjeva. Ogleda se u svim poslovnim funkcijama koje uključuju naručivanje robe, odnosno usluge vanjskih dobavljača.

Predmeti takvog naručivanja su:

- **Osnovni materijali** - sirovine i repromaterijal
- **Potrošni materijal** - uredski pribor, sredstva za čišćenje
- **Osnovna sredstva** - strojevi, alati, kontrolna i mjerna oprema

U procesu nabave koriste se sljedeći dokumenti: [6]

- **Otpremnica** - dokument dobavljača kojim potvrđujemo količinu, naziv, kvalitetu, šifru i ambalažu dostavljene robe
- **Primka** - interni dokument s kojim preuzimamo stvarnu količinu dostavljene robe u skladu s otpremnicom dobavljača i prema utvrđenoj količini
- **Upit dobavljaču** - pismena izjava kupca kojom upoznaje mogućeg dobavljača sa svojim zahtjevima i potrebama
- **Ponuda** - pismena izjava dobavljača kojom upoznaje mogućeg kupca sa svojim proizvodima i uvjetima prodaje
- **Narudžba (interna)** - dokument kojim pojedinci dostavljaju svoje potrebe u službu nabave
- **Narudžbenica** - dokument kojim služba nabave potrebe prosljeđuje dobavljačima

4.2.1. Tijek procesa nabave repromaterijala i sirovine

Proces nabave u tvrtki Vitis d.o.o. odvija se sljedećim tokom: [6]

- **Izdavanje zahtjeva za repromaterijal i sirovine**

Poslovođa svako jutro prije početka rada daje okvirno pismeno trebovanje skladištu repromaterijala. Na osnovu trebovanja skladištar izdaje aditive, sirovine i repromaterijal. Tijekom

dana izdaju se naknadna trebovanja. Na kraju dana na temelju trebovanja izdaje se izdatnica koju potpisuje tehnolog i koja služi za razduživanje repromaterijala, začina i aditiva sa skladišta.

- **Izrada narudžbenice za nabavu na temelju zaliha**

Na temelju pregleda dnevne lager liste i skladišta, skladištar repromaterijala prati zalihi i na osnovu zatečenog stanja ispisuje narudžbu koju predaje u nabavnu službu.

- **Predaja narudžbenice u nabavu**

Osobe ovlaštene za ispisivanje i odobravanje narudžbe predaju internu narudžbu nabavnoj službi. Voditelj nabave, uvoza i izvoza pregledava zaprimljene dokumente te utvrđuje ispravnost i cjelovitost narudžbe. Ako je narudžba ispravna, proslijeđuje se u daljnju proceduru.

- **Odabir i odobravanje dobavljača**

S obzirom na vrstu robe i na osnovu popisa odobrenih dobavljača, voditelj nabave, uvoza i izvoza odabire potencijalnog dobavljača, pri čemu se može konzultirati s tehnologima i drugim voditeljima. Konačno, nadležni voditelj ispisuje narudžbenicu, ovjerava ju potpisom i navodi u popisu izdanih narudžbenica zbog lakšeg praćenja isporuka.

- **Naručivanje i praćenje realizacije**

Narudžbenica se proslijeđuje do dobavljača i očekuje se povratna informacija. Ako dobavljač ne može realizirati narudžbenicu, voditelj službe nabave, uvoza i izvoza odabire drugog dobavljača. Tijek isporuke i zahtijevani rokovi provjeravaju se na tjednoj bazi.

- **Prijem robe**

Skladištar na osnovu otpremnice i interne narudžbe prima robu te obavještava ulaznu kontrolu o prispjeću repromaterijala i sirovina. Ako količine ne odgovaraju, voditelj kontrole kvalitete izdaje redni broj reklamacijskog zapisnika koji zatim ispunjava skladištar te ga predaju u nabavnu službu.

- **Reklamacija**

Voditelj službe nabave, uvoza i izvoza upisuje reklamacijski zapisnik u popis izdanih reklamacijskih zapisnika i pristupa rješavanju reklamacije. Ako je riječ o manjim odstupanjima, voditelj kontrole kvalitete savjetuje se s tehnologima i roba se tada može uvjetno preuzeti, s time da joj se prati tijek kroz cijeli proizvodni proces.

- **Skladištenje**

Skladištar prema otpremnici dobavljača izrađuje primku i popisuje primljenu robu te ju skladišti u primjereno skladište. Za skladištenje robe mora biti osigurana zadovoljavajuća temperatura i vlaga.

- **Predaja dokumenata u likvidaturu i obrada dokumenata**

Skladištar predaje ovjerenu primku u likvidaturu koja ju kompletira s odgovarajućim računom, nakon čega se pristupa knjiženju.

- **Predaja dokumenata i pregled dokumenata u nabavi/uvozu**

Voditelj službe nabave, uvoza i izvoza svojim potpisom ovjerava dokumente ako odgovaraju komercijalni uvjeti. Referent uvoza pregledava uvoznu dokumentaciju i upisuje ju u nadzornu knjigu.

- **Predaja dokumenata u likvidaturu i naplata dobavljača**

Ovjereni dokumenti vraćaju se u likvidaturu i pripremaju za plaćanje. Referent uvoza vodi i ovjerava uvoznu dokumentaciju.

4.2.2. Vođenje nadzorne knjige o nabavi robe u inozemstvu

Nadzorne knjige su poslovne knjige u koje se unose podaci o svakom sklopljenom tekućem i kapitalnom poslu s inozemstvom, te o plaćanjima i naplati po tim poslovima, bilo u stranim sredstvima plaćanja ili u kunama. Način vođenja, obavezni sadržaj nadzornih knjiga te poslove koje su obveznici dužni evidentirati propisuje Naredba o vođenju nadzorne knjige o tekućim i kapitalnim poslovima s inozemstvom (Narodne novine, br. 145/03).

Podvrste nadzornih knjiga:

- Nadzorna knjiga uvoza/izvoza
- Nadzorna knjiga pruženih/primljenih usluga iz inozemstva
- Nadzorna knjiga ostalih tekućih poslova s nerezidentima
- Nadzorna knjiga kreditnih poslova odobrenja i zaduženja
- Nadzorna knjiga izravnih ulaganja u/iz inozemstva
- Nadzorna knjiga poslova s vrijednosnim papirima na tržištu kapitala i novca s nerezidentima
- Nadzorna knjiga poslova osiguranja s nerezidentima
- Nadzorna knjiga depozitnih poslova u inozemstvu
- Nadzorna knjiga ostalih kretanja kapitala

Svaka od spomenutih nadzornih knjiga mora sadržavati:

- redni broj i datum unosa podataka
- oznaku i datum isprave koja je osnova za izvršenje i naplatu (predugovor, ugovor, pismo namjere, predračun, zaključnica...)
- naziv tvrtke i zemlju sjedišta nerezidenta s kojim je posao sklopljen
- ugovorenu vrijednost posla
- naznaku na čije je ime i čiji račun sklopljen posao
- postotak ugovorene zastupničke ili posredničke provizije

- datum, iznos i način naplate
- oznaku i datum odobrenja ili rješenja dobivenog od državne uprave ili pravnih osoba s javnim ovlastima i odredbama Zakona o deviznom poslovanju
- oznaku rednog broja i godine unosa podataka ako je već upisan u neku od nadzornih knjiga

Nadzorna knjiga može se voditi u obliku uvezane knjige, kartica ili elektronskog zapisa, odnosno u onom obliku koji omogućuje uvid i kontrolu deviznog poslovanja rezidenta. Ispis nadzorne knjige kada se ona vodi u obliku elektronskog zapisa, odnosno nadzornu knjigu koja se vodi u obliku uvezane knjige ili kartica, mora ovjeriti odgovorna osoba. Obrazac nije zakonski propisan već je jedino važno da sadrži sve prethodno spomenute podatke po pojedinim vrstama tekućih i kapitalnih poslova. Nadzorna knjiga čuva se najmanje 6 godina te mora odmah po zahtjevu biti dostupna financijskoj kontroli, a najkasnije sljedeći radni dan. [7]

5. ISTRAŽIVANJE ZADOVOLJSTVA KLIJENATA PODUZEĆA VITIS D.O.O. KAO DIO PRODAJNE LOGISTIKE

Istraživanje zadovoljstva provedeno je na temelju anketiranja ključnih klijenata. U periodu od 10 dana poslano je 27 anketnih upitnika, od čega se vratilo 17 ispunjenih upitnika, odnosno anketiranju je pristupilo 62,96 % klijenata iz ispitne grupe.

ANALIZA ZADOVOLJSTVA KUPACA

IME TVRTKE _____

ADRESA _____

DJELATNOST _____

OSOBA ZA KONTAKT _____

TELEFON/ FAX _____

E-mail _____

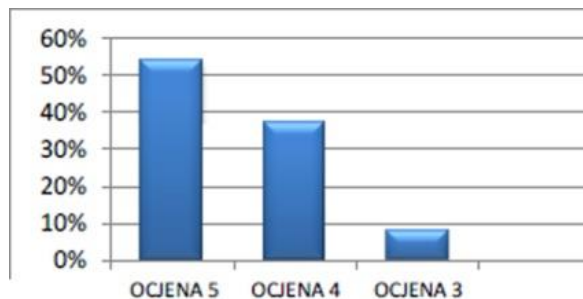
VRIJEME SURADNJE S NAŠOM TVRTKOM _____

BR.	Ocijenite sljedeće aspekte poslovanja:	KOMENTAR, PRIMJEDBA	PRIJEDLOG,
1.	Cjelovitost našeg uslužnog programa		
2.	Kvaliteta proizvoda/usluga		
3.	Prihvatljivost cijene proizvoda/usluga u odnosu na konkurenciju		
4.	Poštivanje dogovorenih rokova isporuke		
5.	Općenita informiranost o tvrtki i proizvodima		
6.	Profesionalnost našeg osoblja		
7.	Ukupno zadovoljstvo poslovnim suradnjom		

Slika 5. Primjer anketnog upitnika

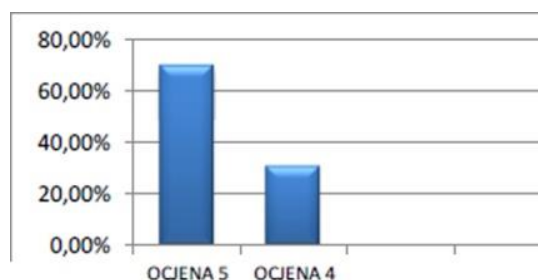
Klijenti su se na ispitne kriterije izjasnili u sljedećim omjerima:

- **Cjelovitost uslužnog programa (slika 6.)**
Rezultati su:
Ocjena 5 – izjasnilo se 8 klijenata (54%)
Ocjena 4 – izjasnilo se 7 klijenata (37,83%)
Ocjena 3 – izjasnili su se 2 klijenta (8,17%)



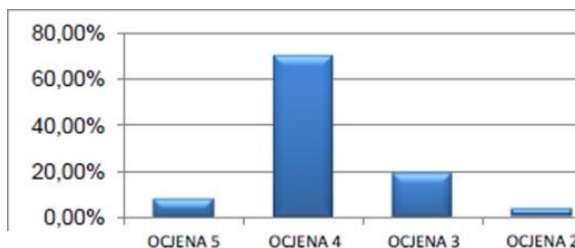
Slika 6. Cjelovitost proizvodnog programa

- **Kvaliteta proizvoda (slika 7.)**
Rezultati su:
Ocjena 5 – izjasnilo se 11 klijenata (69,72%)
Ocjena 4 – izjasnilo se 6 klijenata (30,37%)



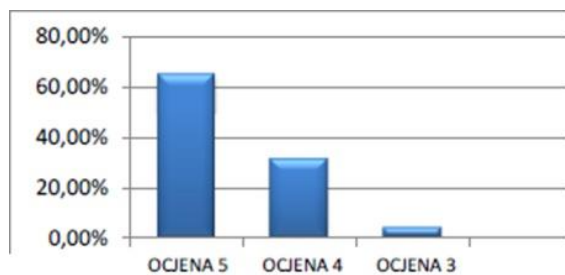
Slika 7. Kvaliteta proizvoda

- **Prihvatljivost cijene proizvoda / usluga u odnosu na konkurenciju (slika 8.)**
Rezultati su:
Ocjena 5 – izjasnio se 1 klijent (7,93%)
Ocjena 4 – izjasnilo se 11 klijenata (69,84%)
Ocjena 3 – izjasnili su se 4 klijenta (19,06%)
Ocjena 2 – izjasnio se 1 klijent (3,17%)



Slika 8. Prihvatljivost cijene proizvoda / usluga

- **Poštivanje dogovorenih rokova isporuke (slika 9.)**
Rezultati su:
Ocjena 5 – izjasnilo se 10 klijenata (64,94%)
Ocjena 4 – izjasnilo se 6 klijenata (31,17%)
Ocjena 3 – izjasnio se 1 klijent (3,89%)



Slika 9. Poštivanje dogovorenih rokova isporuke

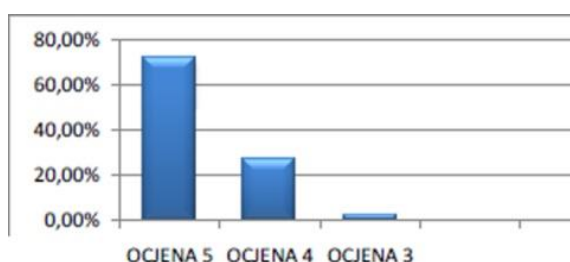
- **Općenita informiranost o tvrtki i proizvodima (slika 10.)**

Rezultati su:

Ocjena 5 – izjasnilo se 11 klijenata (71,43%)

Ocjena 4 – izjasnilo se 5 klijenata (25,97%)

Ocjena 3 – izjasnio se 1 klijent (2,6%)

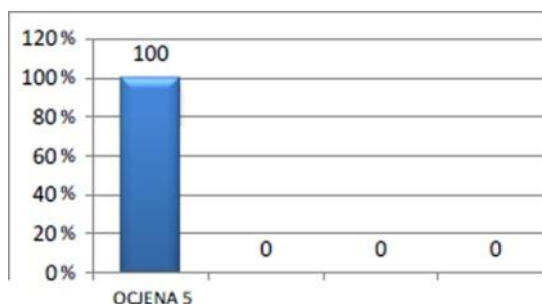


Slika 10. Opća informiranost o tvrtki i proizvodima

- **Profesionalnost osoblja (slika 11.)**

Rezultati su:

Ocjena 5 – izjasnilo se 17 klijenata (100%)



Slika 11. Profesionalnost osoblja

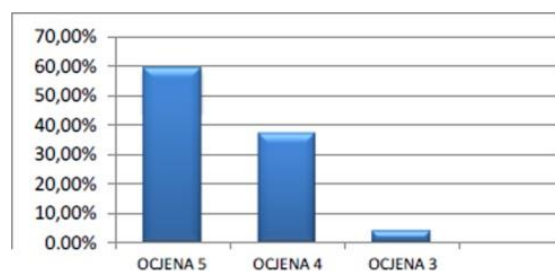
- **Ukupno zadovoljstvo poslovnom suradnjom (slika 12.)**

Rezultati su:

Ocjena 5 – izjasnilo se 9 klijenata (59,21%)

Ocjena 4 – izjasnilo se 7 klijenata (36,84%)

Ocjena 3 – izjasnio se 1 klijent (3,95%)



Slika 12. Ukupno zadovoljstvo poslovnom suradnjom

Provedeno istraživanje zadovoljstva uslugama i proizvodima tvrtke Vitis d.o.o. otkrilo je kako klijenti nisu zadovoljni cijenama proizvoda u odnosu na konkurenciju, što zahtijeva pomno razmatranje te donošenje odluka za poboljšanje postojećeg stanja. Najviše ocjene dodijeljene su za profesionalnost osoblja, što je rezultat pomnog ulaganja u ljudske potencijale. Opći dojam je vrlo dobar (prosjeck ocjena 4,47), no postoji značajan prostor za napredak pa je poželjno donošenje korektivnih i preventivnih mjera kako bi tvrtka u buduće potpuno opravdala očekivanja što većeg broja klijenata.

6. ZAKLJUČAK

Logistika je vrlo važna stavka u poslovanju modernih poduzeća. Za razliku od uslužnih, industrijski orijentirana poduzeća karakterizira složenija logistika zbog konstantne potrebe za održavanjem zadovoljavajućeg omjera uloženihi sirovina i izrađenihi proizvoda te organizacije skladištenja i dostave. Zbog svoje složenosti, poslovne funkcije modernih poduzeća razložene su na mnogo zadataka koje će izvršiti osposobljeni kadar u skladu s visokim standardima kvalitete te prema načelima suvremene logistike.

Vrlo dobra ocjena zadovoljstva klijenata poslovanjem tvrtke Vitis d.o.o. rezultat je konstantnog ulaganja u razvoj poslovanja, prije svega ulaganja u logistiku i ljudske potencijale. Kvaliteta logistike presudna je za poslovanje modernih poduzeća i kao takva zahtijeva pomno praćenje te konstantno unaprjeđivanje u skladu sa suvremenim standardima.

Na temelju izloženog mogu se predložiti aktivnosti za afirmaciju logističke distribucije u poduzeću Vitis d.o.o. – Varaždin, i to:

- aktivnosti za afirmaciju nabavne logistike (pokretanje procesa nabave, ocjena i izbor dobavljača, verifikacija robe od dobavljača i sl.)
- aktivnosti za afirmaciju skladišne logistike (preuzimanje robe, identifikacija, uskladištenje, čuvanje, izdavanje, zalihe, uvjeti čuvanja i sl.)
- aktivnosti za afirmaciju prodajne logistike (komunikacija s kupcem, mjerenje zadovoljstva klijenata, rješavanje reklamacija, povećanje obujma prodaje i sl.)
- aktivnosti za afirmaciju distribucijske logistike (planiranje, organizacija distribucije, optimalizacija, vrsta i sl.)
- aktivnosti osposobljavanja ljudskih potencijala (interna i eksterna izobrazba, praćenje efikasnosti izobrazbi i sl.)

7. LITERATURA

- [1] Segetlija, Z.: Uvod u poslovnu logistiku, Ekonomski fakultet u Osijeku, Osijek, 2008
- [2] Zelenika, R.: Logistički sustavi, Ekonomski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2005

- [3] Ferišak V.: Nabava; Politika – Strategija, Organizacija – Management, 2. aktualizirano i dopunjeno izdanje, Zagreb, 2006.
- [4] Hutt, D.; Speh, W.: Business Marketing Management, 3rd edition, TheDrydenPress, Chicago, 1989
- [5] Dokumentacija poduzeća Vitis d.o.o., Prezentacija tvrtke: Poslovnik upravljanja kvalitetom i okolišem, Varaždin, 2012.
- [6] Dokumentacija poduzeća Vitis d.o.o., ISO: Proces realizacije nabave, Varaždin, 2012.
- [7] Brozović V.: Devizno poslovanje u praksi, Centar za računovodstvo i financije, Zagreb, 2005.

Kontakt autora:**dr.sc. Goran Kozina**

Veleučilište u Varaždinu

J. Križanića 33

42000 Varaždin

goran.kozina@velv.hr

Martina Darabuš (bivši student)

Veleučilište u Varaždinu

J. Križanića 33

42000 Varaždin

darabus.martina@gmail.com

IGRA ZATVORENIKOVA DILEMA U KOJOJ SUDJELUJE n IGRAČA

n -PLAYER PRISONERS' DILEMMA GAME

Damira Keček

Stručni članak

Sažetak: U ovom radu prikazana je igra Zatvorenikova dilema s proizvoljnim brojem igrača. Opisana su svojstva igre te su definirane funkcije isplata koje ovise o omjeru broja igrača koji surađuju u igri i ukupnog broja igrača.

Ključne riječi: funkcija isplata, igra Zatvorenikova dilema, igra Zatvorenikova dilema s n igrača

Professional paper

Abstract: This paper provides an overview of the Prisoner's Dilemma game with an arbitrary number of players. The properties of the game are described and the payoff functions which depend on the ratio of the players who cooperate in the game and the total number of players are defined.

Key words: payoff function, Prisoners' Dilemma game, n -player Prisoners' Dilemma game

1. UVOD

Igre u kojima sudjeluju samo dva igrača i u kojima svaki igrač ima na raspolaganju samo dvije strategije nazivaju se 2×2 igrama. Igre Zatvorenikova dilema, Igra kukavice, Bitka spolova i druge 2×2 igre pružaju temeljni model opisa konfliktnih situacija. Više o ovim igrama vidjeti u [1]. Najpoznatija 2×2 igra je igra Zatvorenikova dilema koju su formulirali Merrill Flood i Melvin Dresher, kao model suradnje i konflikta, a ime i interpretaciju joj je dao Albert W. Tucker. Igra Zatvorenikova dilema je opisana pričom o dvojici zatvorenika optuženih za isti zločin. Svaki od zatvorenika može priznati i ne priznati zločin. Pojedini zatvorenik odlučuje, a k tome ne zna koju je odluku donio drugi zatvorenik. U 2×2 igrama odluke igrača općenito predstavljaju suradnju i ne suradnju. U igri Zatvorenikova dilema surađivati znači ne priznati zločin, dok ne surađivati znači priznati zločin. Za svakog zatvorenika postoje četiri moguća ishoda. Sa četiri ishoda i dva igrača igra Zatvorenikova dilema potpuno je opisana s osam brojeva. Iznimno ekonomičan način praćenja koji je od osam brojeva dodijeljen kojem igraču, i u kojoj situaciji, dan je matricom isplata [2]. Matrica isplata daje sve informacije o igri. Retci u matrici odgovaraju strategijama prvog igrača, a stupci strategijama drugog igrača.

U simetričnim 2×2 igrama, tj. u igrama u kojima igrači raspolažu istim skupom strategija i dobivaju iste isplate za iste strategije, matrica isplata može imati vrijednosti T, S, R i P [3]. Vrijednost S označava isplatu igraču koji surađuje, dok drugi igrač ne surađuje. Vrijednost T označava isplatu igraču koji ne surađuje, dok drugi igrač surađuje. Ako oba igrača surađuju, onda

svaki igrač dobiva isplatu R . Ako oba igrača ne surađuju, onda svaki igrač dobiva isplatu P . Matrica isplata za igru Zatvorenikova dilema prikazana je u tabeli 1.

Tabela 1. Matrica isplata za igru Zatvorenikova dilema

		Drugi zatvorenik	
		Ne priznaje zločin	Priznaje zločin
Prvi zatvorenik	Ne priznaje zločin	(R, R)	(S, T)
	Priznaje zločin	(T, S)	(P, P)

Prva vrijednost unutar zagrade odgovara isplati prvom igraču, a druga vrijednost odgovara isplati drugom igraču. Npr., ako oba zatvorenika priznaju zločin, svaki zatvorenik dobiva isplatu P . Ako prvi zatvorenik ne prizna zločin, a drugi prizna, onda prvi zatvorenik dobiva isplatu S , a drugi isplatu T .

Igra Zatvorenikova dilema definirana je sljedećom relacijom:

$$S < P < R < T \quad (1)$$

U želji da igrač koji surađuje, a drugi igrač ne surađuje, dobije isplatu veću od vrijednosti S , dakle isplatu P , potreban mu je prelazak na strategiju nesuradnje. Ako igrač koji dobiva isplatu R , dakle isplatu za suradnju kada i drugi igrač surađuje želi dobiti više treba prijeći na strategiju nesuradnje da bi dobio veću isplatu, isplatu T . Igrač koji ne surađuje i dobiva isplatu P može dobiti veću isplatu, isplatu R , samo ako drugi igrač koji također ne surađuje prijeđe zajedno s njime na strategiju suradnje. Pod pretpostavkom da drugi igrač ne surađuje, prvom igraču je također isplativije ne surađivati, što slijedi iz nejednakosti $S < P$ relacije (1). Pod pretpostavkom da drugi igrač surađuje, prvom igraču

je još uvijek isplativije da ne surađuje, što slijedi iz nejednakosti $R < T$ relacije (1).

Osim relacije (1) u igri Zatvorenikova dilema zahtijeva se i sljedeća nejednakost:

$$S + T < 2R \quad (2)$$

Nejednakost (2) se pretpostavlja kako bi uzajamna suradnja bila učinkovitija od naizmjenične suradnje i nesuradnje.

Tipičan primjer igre Zatvorenikova dilema je sljedeći: Policija privodi dvojicu osumnjičenika koje se tereti za isti zločin, nezavisno ih ispituje te od njih traži priznanje. Ako obojica zatvorenika priznaju, svaki će zatvorenik dobiti tromjesečnu kaznu. Ako ni jedan zatvorenik ne prizna, svaki će biti osuđen na mjesec dana zatvora. Ako jedan prizna zločin, a drugi ne, onda onaj zatvorenik koji prizna odlazi slobodan dok drugi dobiva jednogodišnju kaznu. Svaki zatvorenik je suočen s dvojnom priznati li ili ne priznati zločin. U ovoj igri isplate zatvorenicima, u ovom slučaju kazne, dane su matricom isplata koja je prikazana u tabeli 2.

Tabela 2. Matrica isplata za igru Zatvorenikova dilema iz primjera

		Drugi zatvorenik	
		Ne priznaje zločin	Priznaje zločin
Prvi zatvorenik	Ne priznaje zločin	$(-1, -1)$	$(-12, 0)$
	Priznaje zločin	$(0, -12)$	$(-3, -3)$

Postavlja se pitanje koju strategiju bi svaki zatvorenik trebao izabrati, ponašajući se racionalno, ako oba zatvorenika žele provesti u zatvoru vrlo kratko. Pod pretpostavkom da prvi zatvorenik prizna zločin, drugi zatvorenik dobiva 12 mjeseci zatvora ako ne prizna zločin, odnosno tri mjeseca ako prizna zločin. U tom je slučaju za drugog zatvorenika bolje priznati zločin. Pod pretpostavkom da prvi zatvorenik ne prizna zločin, drugi zatvorenik dobiva jednomjesečnu kaznu ako ne prizna zločin, a ako prizna onda odlazi slobodan. I u ovom slučaju najbolje je da drugi zatvorenik prizna zločin. Gledajući s perspektive drugog zatvorenika vrijedi ista situacija. Stoga oba zatvorenika priznaju zločin i odlaze u zatvor na tri mjeseca. Rješenje igre, a koje se naziva još i ravnotežna točka je točka $(-3, -3)$. No, to rješenje nije najbolje rješenje za oba zatvorenika. Kada zatvorenici ne bi razmišljali i postupali racionalno, tj. kada ni jedan od njih ne bi priznao zločin, svaki od njih bi išao u zatvor samo mjesec dana.

2. ZATVORENIKOVA DILEMA S n IGRAČA

Igra Zatvorenikova dilema u koju je uključeno n igrača, $n > 2$, analizira situaciju u kojoj svaki od n igrača može ili ne mora surađivati s ostalim igračima. Kao rezultat izbora, svaki igrač dobiva isplatu koja ovisi o njegovom izboru, ali i o izborima svih ostalih igrača.

Zatvorenikova dilema s n igrača definira se na sljedeći način [4]:

(i) Svaki igrač ima na raspolaganju dvije strategije: strategiju suradnje i strategiju nesuradnje. Svaki igrač mora izabrati jednu od njih.

(ii) Bez obzira na izbor drugih igrača, igrač dobiva veću isplatu za nesuradnju nego za suradnju.

(iii) Igrači dobivaju manju isplatu kada svi ne surađuju, nego u slučaju kada svi igrači surađuju.

Spomenuta tri svojstva nisu dovoljna da bi se kreirala opća shema za igru Zatvorenikova dilema s proizvoljnim brojem igrača. U kreiranju igre s n igrača otvaraju se razna pitanja. Tako se npr. postavlja pitanje formiranja koalicije među igračima. Ako igrač ne zna druge igrače, ne može formirati koaliciju s njima. Ako i pozna sve igrače, nije nužno da može komunicirati s njima, a kamoli koalirati. Ključno pitanje za igrače je pitanje njihovih ciljeva. Je li cilj maksimalizirati isplatu, pobijediti konkurenciju, ponašati se kao većina ili neki drugi cilj? Igra se mijenja ako su ciljevi igrača različiti i u stvarnim situacijama igrači imaju različite ciljeve. Što se tiče jednopotezne ili ponavljajuće igre, interesantnija je ponavljajuća igra u kojoj igrači djeluju u više navrata na temelju svojih sposobnosti, na temelju položaja svojih susjeda i na temelju isplata dobivenih za svoje prethodne akcije. Ako u ponavljajućoj igri igrač odbije sudjelovati u nekim ponavljanjima, igra se znatno mijenja. Osobnost igrača je također jedna od važnijih karakteristika igre. Igrači različito reagiraju na iste poticaje iz svoje okoline. Osobnost se također pod utjecajem drugih igrača može promijeniti tijekom vremena. Više o problematici koja se javlja prilikom formiranja igre Zatvorenikova dilema s proizvoljnim brojem igrača vidjeti u [5].

2.1. Funkcije isplata

U igrama s n igrača isplate igrača se ne prikazuju pomoću matrice isplata već se prikazuju funkcijama isplata. U igrama u kojima sudjeluje n igrača i u kojima je uključena nedoumica u izboru preferencija javljaju se zanimljiva pitanja kada i zašto igrači surađuju, kako manipulirati igračima da surađuju i kako suradnja utječe na isplate. Primjer takve igre je upravo igra Zatvorenikova dilema. U nastavku su definirane funkcije isplata za igru Zatvorenikova dilema s n igrača.

Neka u igri Zatvorenikova dilema, u koju je uključeno n igrača, surađuje njih y , očito je $0 \leq y \leq n$. Neka je

$$x = \frac{y}{n} \quad (3)$$

omjer broja igrača koji surađuju i ukupnog broja igrača. Ako y igrača surađuje, onda $n - y$ igrača ne surađuje pa je omjer broja igrača koji ne surađuju i ukupnog broja igrača jednak:

$$\frac{n-y}{n} = 1 - \frac{y}{n} = 1 - x \quad (4)$$

Neka je s funkcija isplata za igrače koji surađuju, a d funkcija isplata za igrače koji ne surađuju. Označimo sa $s(x)$ isplatu igraču koji surađuje, a s $d(x)$ isplatu igraču koji ne surađuje. S obzirom na spomenute oznake svojstvo (ii) igre Zatvorenikova dilema s n igrača može se zapisati kao

$$d(x) > s(x). \quad (5)$$

Ako svi igrači surađuju, ($y = n$), onda je $x = \frac{n}{n} = 1$, a kada ni jedan igrač ne surađuje, ($y = 0$), onda je $x = \frac{0}{n} = 0$ pa se svojstvo (iii) može zapisati kao

$$s(1) > d(0). \quad (6)$$

Isplata svakog igrača ovisi o njegovom izboru, ali i o raspodjeli ostalih igrača između onih koji surađuju i onih koji ne surađuju. Funkcije isplata su dakle funkcije koje ovise o omjeru broja igrača koji surađuju i ukupnog broja igrača. Da bi se smanjio broj parametara, pretpostavlja se da su funkcije isplata linearne funkcije. Vrijednosti isplata T, S, R i P iz uvodnog dijela koriste se i u igri s n igrača. Tako vrijednost S označava isplatu igraču koji surađuje, dok svi drugi igrači ne surađuju, a vrijednost T isplatu igraču koji ne surađuje kad svi drugi igrači surađuju. Kada svi igrači surađuju, svaki igrač dobiva isplatu R , a kada ni jedan igrač ne surađuje, tada svaki igrač dobiva isplatu P . Prema vrijednostima isplata i omjeru x je

$$s(1) = R \quad (7)$$

i

$$d(0) = P. \quad (8)$$

Očito je da vrijednosti $s(0)$ i $d(1)$ nema smisla definirati. Međutim, da bi se što jednostavnije definirale funkcije isplata s i d te da bi se definirale za svaki $0 \leq x \leq 1$ stavlja se

$$s(0) = S \quad (9)$$

i

$$d(1) = T. \quad (10)$$

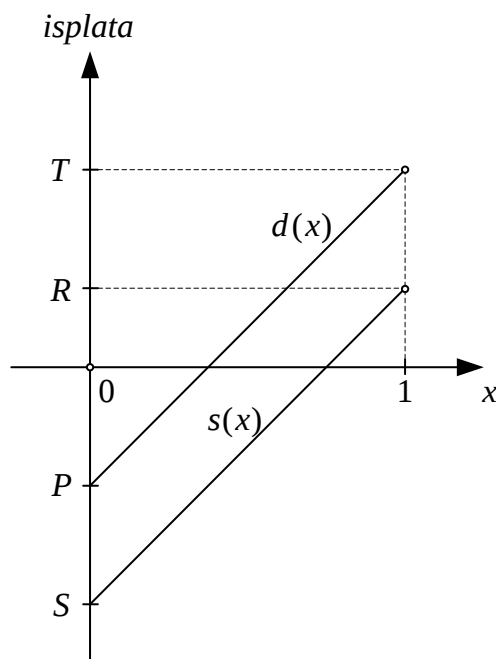
Prema (7) i (9), te pretpostavci o linearnosti funkcije isplata, funkcija isplata s glasi:

$$s(x) = (R - S)x + S \quad (11)$$

Nadalje, prema (8) i (10), te pretpostavci da je funkcija isplata linearna, funkcija d ima oblik:

$$d(x) = (T - P)x + P \quad (12)$$

Funkcije isplata s i d prikazane su na slici 1. Os x predstavlja omjer broja igrača koji surađuju i ukupnog broja igrača, a os y predstavlja isplate.



Slika 1. Funkcije isplata s i d

Ravnoteža u igri Zatvorenikova dilema u kojoj sudjeluje n igrača i u kojoj je x omjer igrača koji surađuju, a $1-x$ omjer igrača koji u isto vrijeme ne surađuju, javlja se kada igrači koji surađuju prime istu ukupnu isplatu kao i igrači koji ne surađuju [4], tj. kada vrijedi jednakost:

$$x \cdot s(x) = (1 - x) \cdot d(x) \quad (13)$$

Ako su s i d linearne funkcije oblika (11) i (12), tada jednakost (13) prelazi u kvadratnu jednadžbu

$$(R - S + T - P)x^2 + (S - T + 2P)x - P = 0 \quad (14)$$

a rješenja x_1 i x_2 kvadratne jednadžbe (14) takva da je $0 < x_1 < x_2 < 1$ su ravnotežna rješenja igre Zatvorenikova dilema s n igrača.

3. ZAKLJUČAK

Igra Zatvorenikova dilema s dva igrača može se, uz određene promjene, proširiti na proizvoljno mnogo igrača. Svaki igrač u igri Zatvorenikova dilema s proizvoljno mnogo igrača može surađivati ili ne surađivati s drugim igračima, a kao rezultat izbora dobiva isplatu iskazanu preko funkcija isplata. U ovom su radu funkcije isplata za igru Zatvorenikova dilema s n igrača definirane kao funkcije koje ovise o omjeru broja igrača koji surađuju i ukupnog broja igrača.

4. LITERATURA

- [1] Shoham, Y.; Leyton-Brown, K.: Multiagent Systems: Algorithmic, Game-Theoretic, and Logical Foundations, Cambridge University Press, 2009.
- [2] Robinson, D.; Goforth, D.: The Topology of the 2×2 games. A new periodic table, Routledge Advances in Game Theory, Routledge/Taylor&Francis Group, New York, 2005.
- [3] Rapoport, A.; Chammah A. M.: Prisoner's Dilemma, The University of Michigan Press, Ann Arbor, 2009
- [4] Szidarovszky F.; Szilagyi M. N.: An Analytical Study of the N -Person Prisoners' Dilemma, Electronic Journal: Southwest Journal of Pure and Applied Mathematics, No. 2 (2002) 22-31
- [5] Szilagyi M. N.: An Investigation of N -person Prisoners' Dilemmas, Complex Systems, Vol. 14, No. 2 (2003) 155-174

Kontakt autora:

Damira Keček, dipl. ing.
Veleučilište u Varaždinu
J. Križanića 33/6
42 000 Varaždin
damira.kecek@velv.hr

ZLATNI REZ

GOLDEN RATIO

Sanja Zlatić

Stručni članak

Sažetak: Matematika i arhitektura su uvijek bile bliske ne samo zbog toga što arhitektura ovisi o razvoju matematike i njenim otkrićima, već i zbog njihove zajedničke težnje redu i ljepoti, formi nekih građevina u prirodi, odnosno formi u konstrukciji. Matematika je neophodna za shvaćanje strukturalnog koncepta građevina. Također je potrebna kod vizualnog uređivanja elemenata ili kao 'alat' za postizanje harmonije u prirodi, ali i sa svemirom. Sa zlatnim rezom susrećemo se svakodnevno, a da toga nismo ni svjesni. Prisutan je u rastu biljaka od dana klicanja pa sve do cvatnje, u obliku tijela životinja i u građi ljudskog tijela. Korištenje zlatnog reza proteže se kroz antiku, renesansu i modernizam, sve do današnjih dana. Koristi se u arhitekturi, graditeljstvu, kiparstvu, slikarstvu, glazbi, fotografiji i dizajnu. Zlatni rez ili božanska proporcija najsavršeniji je rez u prirodi, potpuno savršen ljudskom oku, harmonija između izrazite preciznosti i kaotične nesavršenosti.

Ključne riječi: graditeljstvo, zlatni rez, zlatni pravokutnik, zlatna spirala

Professional paper

Abstract: Mathematics and architecture have always been close, not only because architecture depends on the development of mathematics and its discoveries, but also because of their common aspirations towards order and beauty, the form of some countryside buildings, or the form of construction. Mathematics is essential for understanding the structural concept of buildings. It is also crucial in visual editing of elements, but can sometimes act as a 'tool' to achieve harmony in nature and the universe. We can see the golden ratio every day without being aware of it. It can be found in the growth of plants from a sprout to the flower, also in the different shapes of animal bodies and human built. The usage of the golden ratio extends all through the antique period, the Renaissance, modernism and up to the present day. It is commonly used in architecture, construction engineering, sculpture, art, painting, music, photography and design. The golden ratio or the divine proportion is the most perfect ratio in nature, simply perfect to the human eye. It is a harmony between extreme precision and chaotic imperfection.

Key words: construction, golden ratio, golden rectangle, golden spiral

1. UVOD

prema ukupnom, tj. ako vrijedi:

$$\frac{m}{M} = \frac{M}{m+M} = \lambda \quad (1)$$

Uvrstimo li $m = M\lambda$ u lijevi dio jednadžbe, dobivamo:

$$\frac{M\lambda}{M} = \frac{M}{M\lambda+M} \Rightarrow \lambda = \frac{1}{\lambda+1} \quad (2)$$

Sređivanjem dolazimo do kvadratne jednadžbe

$$\lambda^2 + \lambda - 1 = 0 \quad (3)$$

čije pozitivno rješenje iznosi:

$$\lambda = \frac{-1+\sqrt{5}}{2} \approx 0.6180339887 \dots \quad (4)$$

Ovaj broj označavamo malim grčkim slovom φ , $\varphi = 0.6180339887$.

Zlatni rez prisutan je u svim aspektima ljudskog života. Gdje god opazimo iznimnu ljepotu i sklad, najčešće ćemo otkriti prisutnost zlatnog reza. To je pojam koji povezuje matematiku, prirodu, tehniku i umjetnost na vrlo neobičan i zanimljiv način.

Postoji li nešto zajedničko između crkve Notre Dame u Parizu, ljudskog tijela, dizajna Twittera i kreditne kartice, te običnog puža? Odgovor je da. Jedan, jedini broj – 1.6180339887. Matematička konstanta koju označavamo grčkim slovom Φ (fi) i nazivamo ju zlatnim rezom. Čarolija zlatnog reza ili božanske proporcije nalazi se u porama matematike, arhitekture, glazbe i mnogih drugih znanstvenih disciplina. Zlatni rez čini matematiku univerzalnom znanošću, otkrivajući njegovu prisutnost u različitim životnim područjima i razdobljima ljudskog postojanja. Taj broj inspirirao je mnoge mislioce raznih znanstvenih disciplina kao ni jedan drugi koji se ikad pojavio u povijesti matematike. [1, 2]

Kažemo da su dvije veličine u zlatnom rezu ako se manji dio odnosi prema većem kao što se veći dio odnosi

Zapišemo li jednadžbu (1) u obliku

$$\frac{M}{m} = \frac{m+M}{M} = \lambda, \quad (5)$$

dobivamo kvadratnu jednadžbu

$$\lambda^2 - \lambda - 1 = 0 \quad (6)$$

čije pozitivno rješenje iznosi:

$$\lambda = \frac{1+\sqrt{5}}{2} \approx 1.6180339887 \dots \quad (7)$$

Dobiveni broj označavamo velikim grčkim slovom Φ , $\Phi = 1.6180339887$.

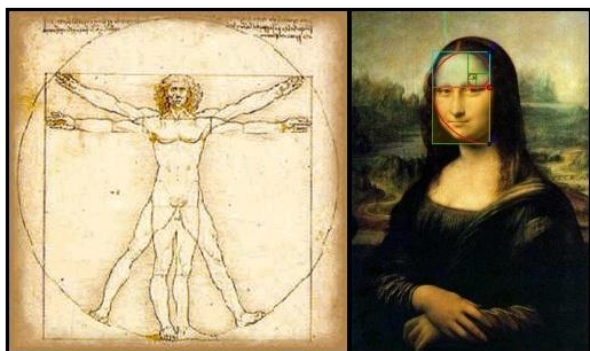
2. ZLATNI REZ KROZ POVIJEST

Zlatni rez može se pronaći još u pričama Starog zavjeta. U Knjizi izlaska 25,10 Bog kaže Mojsiju: „Od bagremova drva neka naprave Kovčeg: dva i po lakta dug, lakat i po širok i lakat i po visok“. Ove mjere čine oblik koji je savršeno proporcionalan prema pravilu zlatnog reza. [5]

Teorija zlatnog reza započeta je u antici, a svoj procvat imala je u renesansi kada su umjetnici, matematičari, fizičari i astrolozi tražili savršenstvo u kompozicijama poznatih struktura. Grčki kipar Fidije u 5. st. pr. Kr. primijenio je zlatni rez u dizajnu svojih skulptura i gradnji Partenona. Platon (grčki filozof, 5. i 4. st. pr. Kr.) u „Timoteju“ opisuje pet pravilnih geometrijskih tijela kao temelj harmonične strukture svijeta. Zlatni rez igra ključnu ulogu u dimenzijama i oblikovanju nekih od ovih tijela. [4, 5]

Grčki matematičar Euklid prvi je ovaj broj uočio i matematički izrazio. Oko 300 godina prije Krista napisao je knjigu „Elementi“ u kojoj navodi prvu zabilježenu definiciju zlatnog reza. [1, 5]

Stoljeće prije Krista sva znanja starih Grka objedinio je rimski arhitekt Marcus Vitruvius Polio u svom kapitalnom djelu „De architectura libri decem“ ili „Deset knjiga o arhitekturi“, posvećenom imperatoru Augustu. Pisao je o simetriji hramova, a njihove proporcije uspoređuje s razmjerima čovječjeg tijela. Vitruvije je ucertao ljudsko tijelo u kružnicu, što je mnogo stoljeća kasnije ponovno interpretirao Leonardo Da Vinci.



Slika 1. Leonardo da Vinci - Vitruvijevo čovjek [6] i Mona Lisa [7]

Mnogi renesansni umjetnici koristili su zlatni rez na svojim slikama i skulpturama da bi postigli ravnotežu i ljepotu. Prema nekoliko izvora, Leonardo da Vinci upotrijebio ga je za određivanje osnovnih proporcija „Posljednje večere“ i „Mona Lise“ (slika 1.). [5]

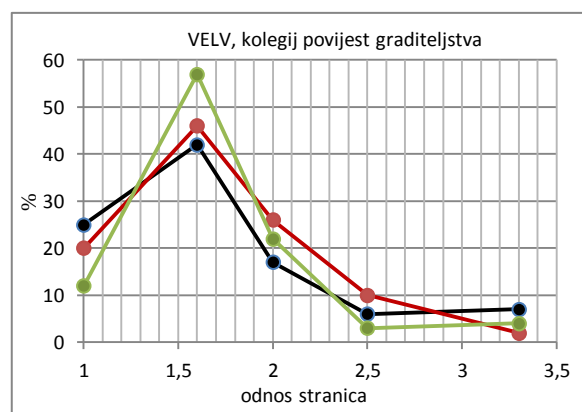
U godini 1202., razdoblju cvata gotike, Leonardo iz Pise, zvan Filius Bonaccio (Fibonacci), proučavao je razmnožavanje zečeva te je tako došao do zaključka da oni u održanju vrste slijede zakon zlatnog reza. Počeo je brojati i zapisivati sume novorođenih zečeva. Počevši od prva dva zeca, broj novih zečeva je rastao progresijom: 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89... Svaki sljedeći broj jednak je zbroju prethodna dva. Omjer dvaju uzastopnih članova jednak je 1.618, tj. omjeru zlatnog reza. Ovaj niz poznat nam je pod nazivom Fibonaccijev niz. [8]

Luca Pacioli (talijanski svećenik, 15. i 16. st.) u „De divina proportionem“ objašnjava zašto se zlatni rez može smatrati božanskom proporcijom. Kepler (njemački astronom, 16. i 17. st.) kaže da je zlatni rez „skupocjeni dragulj“. Charles Bonnet, švicarski prirodnjak i filozof, u 18. st. proučava filotaksiju biljaka (način rasta). U rastu biljaka uočava redovitu pojavu dvaju susjednih Fibonaccijevih brojeva i proporcije zlatnog reza. [9]

3. ZLATNI REZ – NAJUGODNIJI LJUDSKOM OKU

Pravokutnik kod kojeg je omjer dulje stranice prema kraćoj jednak Φ nazivamo zlatnim pravokutnikom.

Na nastavi povijesti graditeljstva (Veleučilište u Varaždinu, studij graditeljstva) učinjen je pokus. Studentima je ponuđeno 5 pravokutnika različitih omjera stranica. Trebali su odabrati pravokutnik koji je najugodniji njihovom oku. Studenti su svake godine najviše odabirali pravokutnik čiji je omjer stranica jednak Φ , tj. odabrali su zlatni pravokutnik (slika 2.).



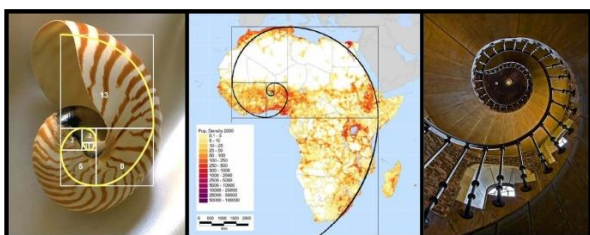
Slika 2. Zlatni pravokutnik – najugodniji ljudskom oku [10]

Zlatni rez prisutan je svuda oko nas. Svjesno ili nesvjesno ljudi ga koriste u svim životnim područjima i smatraju ga najugodnijim ljudskom oku.

4. ZLATNI REZ – SVUDA OKO NAS

U svijetu oko nas postoji pregršt primjera zlatnog reza. Prisutan je u rastu biljaka, u građi tijela životinja kao i u građi ljudskog tijela. Spirala, ključno oruđe po ukusu prirode, dugo je smatrana i jednim od najvažnijih. Zlatna ili logaritamaska spirala je spirala utemeljena na zlatnom rezu. Njen rast je savršeno jednak, kao i ostali aspekti zlatnog reza, jer su u tu spiralu ugrađeni svi divni misteriji sklada i ravnoteže broja Φ . Konstruirajući zlatnu spiralu dobivamo kvadrate čije su površine Fibonaccijevi brojevi. [5]

Zlatna spirala nalazi se svuda oko nas. Negdje više, a negdje manje uočljiva. Jedan od najljepših primjera zlatne spirale u prirodi je puž Nautilus (indijska ladica) koji kao da je izrastao po zakonu zlatnog reza (slika 3.). Kada bismo izračunali odnos svakog spiralnog promjera prema sljedećem, dobili bismo broj Φ .



Slika 3. Zlatna spirala svuda oko nas [8, 12, 13]

Pogledamo li građu češera, možemo uočiti 8 spiralnih redova sjemenki u smjeru kazaljke na satu i 13 spiralnih redova u smjeru suprotnom od kazaljke na satu. Brojevi 8 i 13 su susjedni brojevi Fibonaccijevog niza i njihov je omjer 1.62. Kod suncokretovih sjemenki također primjećujemo zlatne spirale u dva smjera. U jednom smjeru sjemenke se nalaze u 34 spiralnih redova, dok se u drugom smjeru nalaze u 55 redova. Broj sjemenki u jednom je redu tih spirala 21, a u drugom redu 34. Brojevi 21, 34 i 55 susjedni su brojevi Fibonaccijevog niza. Ovakve spirale možemo uočiti i u rastu brokule, ananasa te kod raznih kaktusa i cvjetova. Također, latice ruže iz sredine prema vanjskom dijelu cvijeta pupaju u obliku zlatne spirale [1, 9].



Slika 4. Biljke rastu prema pravilu zlatnog reza [12, 14, 15, 16, 17]

Jeste li ikada brojali latice na nekom cvijetu? Broj latica većine cvjetova je Fibonaccijev broj. Osim broja latica, i u samom rastu biljke pojavljuje se broj Φ . Zakretanjem za određeni kut kod oblikovanja novih grana, listova i cvjetova biljka osigurava optimalan

raspored grana, listova i cvjetova. Optimalan je raspored u smislu količine sunca koju će svaki od novih izdanaka primati, i pri tome što manje zaklanjati sunce onima koji se nalaze ispod njega. Optimalan je i u pogledu izlaganja svoje površine kiši, koja će se kasnije slijevati niz stabljiku biljke sve do korijena. Svaka nova grana, list ili cvijet koji se počne razvijati u središnjem dijelu biljke raste u novom smjeru i uvijek je pod istim kutom zakrenut u odnosu na onaj prethodni. Optimalan raspored dobiva se jedino ako taj kut iznosi 137.5° , a to je zlatni kut. [17, 18]

Prerežemo li jabuku na pola, uočiti ćemo da se sjemenke jabuke nalaze u obliku pentagrama čiji su odsječci u odnosu Φ [5]. U pčelinjoj zajednici, košnici, uvijek je manji broj mužjaka. Podijelimo li broj ženki sa brojem mužjaka pčela u košnici, dobit ćemo broj Φ . Osim broja potomaka, pčele izgrađuju domove proporcionalnima svetoj geometriji – saće. [11]

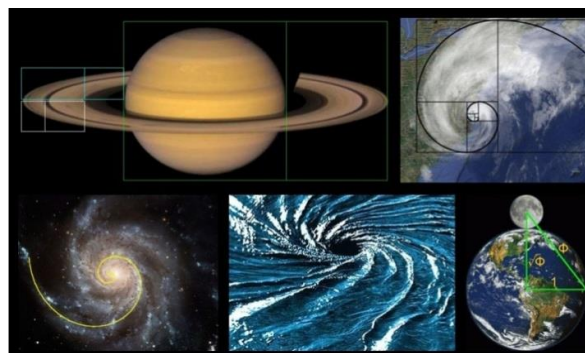
Građa tijela mnogih životinja u omjeru je zlatnog reza, npr. leptiri, puževi, dupini, ptice, pingvini, mravi i mnoge druge životinje. I naša su tijela ispunjena zlatnim spiralama. Možemo je uočiti u našem uhu, u stisnutoj šaci, pramenu kose, otisku prsta, pa čak i u strukturi DNK. Savršeno ljudsko tijelo u omjeru je 1:1.618.



Slika 5. Zlatni rez u prirodi [12, 14, 19, 20]

Pogledamo li u nebo, vodu ili vjetar uočiti ćemo u njemu oblik zlatne spirale. Velike oluje kao što su uragan i tornado upravo spiralnog su oblika [1].

Svemir je prepun spiralnih galaksija. Jedna od njih je Mliječni put, odnosno Mliječna staza, dakle galaksija u kojoj se nalazi naš Sunčev sustav. Zlatnu spiralu možemo uočiti i u satelitskoj snimci oluje „Irena“ te u vrtlogu vode. Planet Saturn također je u omjeru zlatnog reza. Promotrimo li udaljenost Zemlje od mjeseca, uočiti ćemo da se i ovdje pojavljuje broj Φ . [1, 21]



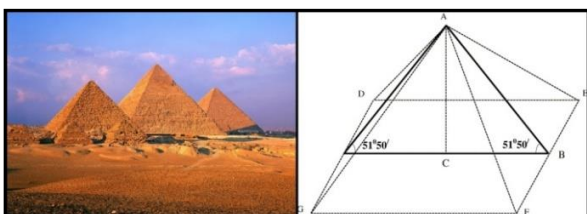
Slika 6. Zlatni rez u svemiru [13, 20, 21, 22]

Zlatni rez nalazimo i u glazbi. Smatra se da ljepota zvuka violine dolazi iz njenog dizajna u omjeru zlatnog reza. Središte zakrivljenosti luka je u 'zlatnoj poziciji' s obzirom na ukupnu dužinu violine. Tipkovnica klavira slijedi Fibonacciev niz. Tipke su podijeljene u grupe. U svakoj grupi ima ih 13 i to podijeljenih na 8 bijelih i 5 crnih.

5. ZLATNI REZ U GRADITELJSTVU

Velika piramida u Gizi ili Keopsova piramida najstarije je od sedam svjetskih čuda Staroga svijeta i jedino koje je očuvano. Izgrađena je oko 2500 godina prije Krista kao grobnica faraona Keopsa.

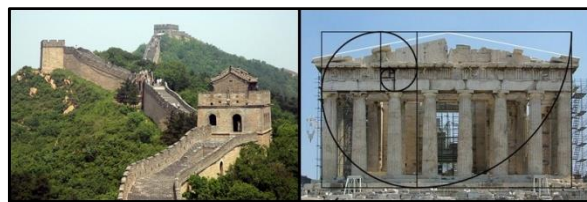
Kao geometrijsko tijelo sastavljena je od četiri jednakostranična trokuta smještena na kvadratičnu osnovu. Stranice tlocrtnog kvadrata iznose oko 230.40m, a prvobitna visina piramide bila je 146.60 m. [23]



Slika 7. Keopsova piramida u Gizi [24]

S obzirom na to da je ABC pravokutan trokut (slika 7.), prema Pitagorinom poučku vrijedi $|AB|^2 = |AC|^2 + |BC|^2$. Dakle, duljina hipotenuze AB iznosi 186.45 m. Podijelimo li duljinu hipotenuze s duljinom manje katete dobivamo: $186.45 : 115.2 = 1.618 = \Phi$. Odnos hipotenuze prema visini piramide iznosi: $186.45 : 146.60 = 1.272 = \sqrt{\Phi}$. Označimo li manju katetu s 1, duljina visine iznosi $\sqrt{\Phi}$, a duljina hipotenuze Φ . Ovaj trokut naziva se egipatskim, a pravokutnik izveden iz njega nazvan je Keopsovim pravokutnikom. Taj je važan lik zastupljen u cijeloj likovnoj umjetnosti Egipta: u mnogim građevinama, u kompoziciji oslikanih površina, oblicima sarkofaga te u „ukrasnim“ predmetima različitih vrsta i namjena. [23]

Kineski zid (slika 8.), sagrađen oko 3000 g. pr. Kr., izgrađen je na osnovama zlatnog reza [2]. U grčkoj arhitekturi kao mjerilo za planiranje služio je zlatni rez. Smatra se da su ga starogrčki arhitekti koristili u konstrukciji Partenona (slika 8.) i mnogih drugih grčkih građevina, skulptura te kompozicija slika. Partenon, antički hram posvećen božici Ateni, izgrađen je u 5. st. prije Krista na atenskoj akropoli. Simbol je antičke Grčke i jedan od najpoznatijih svjetskih spomenika kulture. Dominira atenskom Akropolom i najskladnija je građevina svih vremena. Zlatni pravokutnik pojavljuje se na nekoliko mjesta u dizajnu Partenona. Možemo ga uočiti u pročelju i tlocrtu hrama. Omjeri veličina pojedinih dijelova hrama, sve do najsitnijih, predstavljaju omjer zlatnog reza. Grčki su umjetnici ovaj princip razumijevali ne samo kao odnos dužina, nego i kao odnos površina, zavladaвши na taj način beskrajem lijepih oblika.



Slika 8. Kineski zid [25]; Partenon u Grčkoj, 5. st. [6]

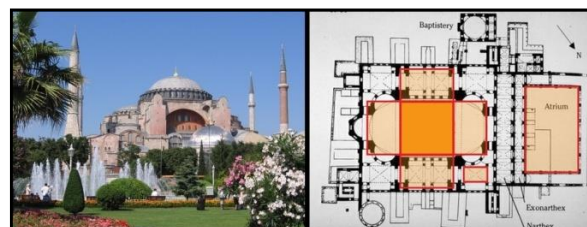
Panteon ili hram svih bogova (slika 9.) rijedak je antički spomenik sačuvan do naših dana. Cjelovit je, iako građen u različitim fazama. Na tlocrtu Panteona linija zlatnog reza nalazi se upravo na mjestu gdje se spajaju ulaz i kupola. [23]

Konstantinov slavluk (slika 9.), podignut u neposrednoj blizini Koloseuma, najveći je i najsloženiji slavluk iz Rimskog Carstva. Dimenzije njegovih glavnih elemenata očito su u omjeru zlatnog reza, omiljenog kod rimskih arhitekata. [27, 28]



Slika 9. Panteon, Rim [29]; Konstantinov slavluk, Rim [28]

Aja Sofija ili Crkva svete mudrosti u Istanbulu (slika 10.) predstavlja remek-djelo bizantske arhitekture i umjetnosti. Njena unutrašnjost u svom dizajnu ima nekoliko zlatnih pravokutnika. [30, 28]



Slika 10. Aja Sofija, Istanbul, 6.st [30, 28]

Crkva sv. Marka u Veneciji (slika 11.), primjer bizantske arhitekture, poznata je zbog svoje jedinstvenosti u smislu bogate i veličanstvene unutrašnjosti. Zbog raskošnog dizajna, pozlaćenih bizantskih mozaika i svog statusa kao simbola mletačkog bogatstva i moći, od 11. stoljeća građevina se naziva Chiesa d'Oro (Crkva od zlata). U njenom tlocrtu možemo uočiti nekoliko zlatnih pravokutnika. [31, 28]



Slika 11. Crkva svetog Marka, Venecija, 12.st [31, 28]

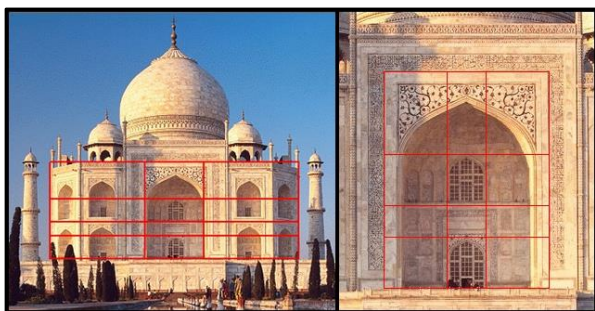
Graditelji srednjovjekovnih crkvi i katedrala projektiranju su prilazili na prilično isti način kao i Grci. Njihov je cilj bio harmonična struktura i ljepota. Ove veličanstvene crkve i katedrale držale su se projektiranja savršenih omjera, na isti način kao i Partenon. Iznutra i izvana ove su građevine imale zamršenu konstrukciju utemeljenu na zlatnom rezu i ostalim pravilima proporcija. [5]

Zapadno pročelje najpoznatije gotičke katedrale, Notre Dame (slika 12.), obiluje odnosima definiranim zlatnim rezom [5]. Katedrala u Chartresu (slika 12.) sagrađena je između 1194. i 1260. godine. Luk njene srednje lađe bio je najveći u svoje doba. Nitko ne zna kako su graditelji izračunali luk, nitko ne zna zašto su vjerovali da će biti dobar, ali uređenje unutrašnjosti utemeljeno je precizno na petokrakoj zvijezdi i oličenje je zlatnog reza. [5]



Slika 12. Crkva Notre Dame, Pariz [32]; Katedrala u Chartresu, Francuska [33]

U gradnji Taj Mahala (slika 13.) također je korišten zlatni rez. To je razlog zbog kojeg izgleda tako savršeno. Pravokutnici koji su korišteni za vanjske okvire glavne zgrade zlatni su pravokutnici. Okvir glavnih vrata također je u obliku zlatnog pravokutnika. [34]



Slika 13. Taj Mahal, Indija, 1653. [35]

Arhitekt Le Corbusier, jedan od začetnika moderne arhitekture, bavio se proporcijama i odnosima građevina s prirodom. Razvio je Modulor, arhitektonski mjerni sustav koji koristi zlatni rez. Njegova Villa Stein (slika 14.), sagrađena 1927. godine u Garchesu, primjer je korištenja zlatnog reza u modernoj arhitekturi. Njen pravokutni tlocrt, visina i unutarnja struktura aproksimiraju zlatnom rezu. Le Corbusier je smjestio sistem harmonije i proporcija u centar svoje filozofije dizajna, smatrao je da je matematički poredak svemira

blisko vezan uz zlatni rez i Fibonaccijev niz. Villa Stein je sagrađena na izoliranom prostoru, okružena vrtovima, s odajama za poslugu uz željezna pristupna vrata. Kockasti dojam je razbijen samo ovalnim oblicima, inspiriranih prozorima velikih prekoatlantskih luksuznih brodova. Međutim, i dalje prevladava klasični princip u oba oblika. Vertikalno uređenje prostora je prilično čisto i logično. Upravo to što se Le Corbusier strogo držao određenih proporcija, a pročelja i tlocrti su u zlatnom rezu, vilu čini ugodnu oku. [36] Le Corbusier koristi Modulor za sve svoje građevine. Njegova Villa Savoye (slika 14.), smještena u predgrađu Pariza, jedna je od najpoznatijih kuća moderne arhitekture. Kuća se nalazi na pilotima s ciljem da se podigne od zemlje i da se što bolje iskoristi prostor. Neobičan dizajn i prijelazi između katova (spiralna stubišta i rampe) omogućuju ljudima da, krećući se kroz prostor, dožive sklad između arhitektonskih oblika i igre svjetla. Kao i crkva Notre Dame u Ronchampu, Villa Savoye izgleda drugačije iz svakog kuta. [37, 38]



Slika 14. Villa Stein, Garches, Francuska [36]; Villa Savoye, Poissy, Francuska [39]

Najrevolucionarnija zgrada Le Corbusiera je njegova crkva Notre Dame u Ronchampu u Francuskoj (slika 15.). Crkva je iracionalnog dizajna, masivnih zidova koji se uvijaju i izvijaju kao da su od papira, krova koji izgleda kao ogromni šešir ili prepolovljeni brod, i sitnih periodičnih otvora koji smisao dobivaju tek iznutra tvoreći predivnu (božansku) igru svjetla. [40]

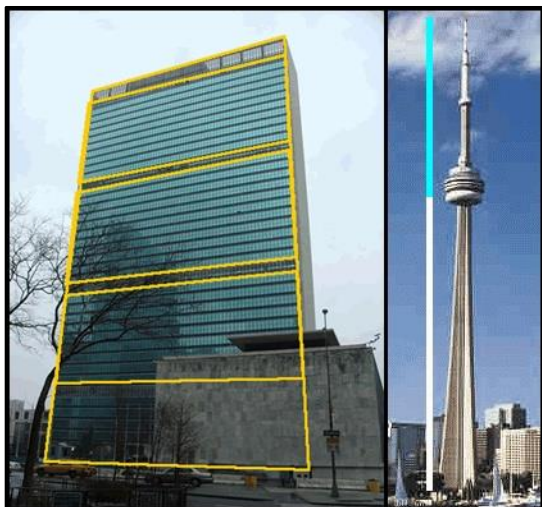
Švicarski arhitekt Mario Botta u dizajnu kuće u Origliu (slika 15.) koristio je zlatni rez kao omjer između središnjeg i bočnog dijela kuće. [41]



Slika 15. Le Corbusiera, Notre Dame, Ronchamp, Francuska [42]; Mario Botta, Origlio [41]

Prilikom gradnje zgrade Ujedinjenih naroda (slika 16.), sagrađene u istočnom dijelu Manhattana, tim arhitekata koristio je omjer zlatnog reza na nekoliko različitih načina. Pogledamo li omjer visine i širine prozora zgrade možemo primijetiti da su mnogi prozori dizajnirani u omjeru zlatnog reza. Omjer širine cijele zgrade i visine svakih 10 katova također je jednak zlatnom rezu. [43]

CN toranj u Torontu (slika 16.) sadrži zlatni omjer u svom dizajnu. Visina na kojoj je vidikovac iznosi 342 metra, što u odnosu na visinu cijelog tornja od 533.33 metra čini točno 1.618, tj. zlatni broj. [35]



Slika 16. UN zgrada, New York [43]; CN toranj, Toronto [35]

6. ZLATNI REZ U HRVATSKOM GRADITELJSTVU

Analiza starohrvatskih crkvice pokazuje da su se u njihovoj gradnji poštovala neke astronomske značajke, ali i geometrijski razmjeri i zakonitosti koje su se uglavnom temeljili na Vitruvijevu djelu o arhitekturi. Cijela trogirsk katedrala (slika 17.) građena je prema matematičkim načelima. Pročelje sa zvonikom ima svoju matematičku strukturu u kojoj dominira zlatni rez. Luneta na portalu i tlocrt katedrale također sadrže zlatni rez. [44]

Vila Spitzer (1931., Zagreb) reprezentabilni je primjer građevine planski građene u zlatnom rezu. Već na prvi pogled zgrada plijeni pažnju svojim dimenzijama. Omjer njene duljine i visine u omjeru je zlatnog reza. Promatrajući pročelja zgrade, možemo uočiti da su neki prozori i sam ulaz u vilu u obliku zlatnog pravokutnika. Također, na nekoliko mjesta u tlocrtu i presjeku zgrade vidljiv je utjecaj zlatnog reza. [7]



Slika 17. Katedrala u Trogiru, Vila Spitzer (Zagreb, 1931.) [7]

Na pročelju vile Katino (slika 18.), građene početkom 20. st. na otoku Šipanu, pronađeno je nekoliko zlatnih pravokutnika. Širina srednjeg dijela pročelja iznosi 12.17m, dok je visina od tla do krova 7.64m. Podijelimo li širinu s visinom vidimo da omjer aproksimira broj Φ .

Lako je uočiti da su lijevi i desni dio također u obliku zlatnog pravokutnika. Visina od tla do vrha ograde iznosi 4.74m, a širina tog dijela 7.66m. Omjer stranica dobivenog pravokutnika jednak je 1.616. Zlatni rez možemo uočiti i u tlocrtu. Središnji krov u obliku je pravokutnika čije su dimenzije $12.72m \times 7.83m$. Omjer stranica tog pravokutnika je 1.62, što znači da je riječ o zlatnom pravokutniku.



Slika 18. Vila Katino, otok Šipan [45]

7. ZLATNI REZ U MODERNOJ TEHNOLOGIJI

Od Pitagore i Euklida, preko renesanse do današnjih dana matematičku konstantu zlatni rez ljudi su pronalazili u svemu – od umjetnosti i arhitekture do prirode. Najnovija primjena zlatnog reza može se vidjeti u novom dizajnu Twittera (slika 19.). Zlatni rez možemo uočiti i u dizajnu mnogih drugih web stranica. [46]

Dimenzije standardne kreditne kartice, osobne iskaznice i raznih drugih kartica iznose $86\text{ mm} \times 54\text{ mm}$. Omjer stranica tog pravokutnika je 1.6, što znači da je dizajn kreditne i ostalih kartica u omjeru zlatnog reza.



Slika 19. Dizajn Twittera i kreditne kartice u omjeru zlatnog reza [46]

Zlatni rez možemo uočiti i u dizajnu iPod-a (slika 20.). Omjer dužine i širine iPod-a Shuffle iznosi 1.59, dok omjer iPod-a Classic iznosi 1.67.

Ljepota nije u oku promatrača već se može empirijski izmjeriti korištenjem matematike i božanskim omjerom. To je nešto u što nas pokušava uvjeriti američka računalna tvrtka Apple koja koristi zlatni rez za dizajn svojih mobitela, loga (slika 20.) i aplikacija. Njihov popularni logo u obliku jabuke i iPhone'5 u omjeru su zlatnog reza. Aplikacija za iPhone zvana 'Fit or Fugly' testira naše lice pa korištenjem zlatnog reza procjenjuje jesmo li ili nismo privlačni. [47, 48]

Osim tvrtke Apple, i mnoge druge koriste zlatni rez za dizajn svog loga: National geographic, Pepsi, Toyota i mnoge druge. [49]



Slika 20. Zlatni rez u dizajnu iPod [6], iPhone5 i loga tvrtke Apple [47]

8. ZAKLJUČAK

Život i svijet oko nas je uistinu nevjerojatan, kao i spoznaja da se sva ljepota svijeta i svemira može sažeti u jednom broju kojeg naše oko percipira u svemu što je estetski lijepo i privlačno. Pravilno razumijevanje zlatnog reza od neprocjenjive je vrijednosti za sve načine dizajniranja – od arhitekture, graditeljstva, slikarstva, kiparstva pa sve do web dizajna. Pored uvažavanja činjenice da je suvremeno graditeljstvo, projektiranje i građenje, kao i razvoj znanosti i tehnike u cjelini poprimilo epitet revolucionarnog i u mnogo čemu originalnog, stoji činjenica da dostignuto stanje nije moguće razumjeti bez poznavanja povijesne pozadine.

9. LITERATURA

- [1] http://www.youtube.com/watch?v=yAlguC_z7B0 (Dostupno: listopad, 2012.)
- [2] <http://www.math.uniri.hr/~ajurasic/radionica.pdf> (Dostupno: listopad, 2012.)
- [3] http://en.wikipedia.org/wiki/Golden_ratio
- [4] <http://web.studenti.math.pmf.unizg.hr/~acehajic/pocetna.html> (Dostupno: listopad, 2012.)
- [5] Hemenway, P.: Tajni kod, V.B.Z., Zagreb, 2009.
- [6] <http://rouleauc.blogspot.com/2009/04/more-you-know-golden-ratio.html> (Dostupno: listopad, 2012.)
- [7] <http://sr.scribd.com/doc/65381141/Zlatni-Rez-u-Zagrebu> (Dostupno: listopad, 2012.)
- [8] <http://zlatni-rez.blogspot.com/> (listopad, 2012.)
- [9] <http://fotoklub-cakovec.hr/wp/2012/02/geometricnost-fotografije-ii> (listopad, 2012.)
- [10] I. Muhovec, B.; Soldo, M.; Orešković : Podaci iz predmetne nastave povijesti graditeljstva, VELV, 2012.
- [11] <http://zmajevbrlog.blogspot.com/> (listopad, 2012.)
- [12] <http://www.kibardindesign.com/en/special-projects/research/golden-ratio.aspx> (listopad, 2012.)
- [13] <http://inspirationgreen.com/fibonacci-sequence-in-nature.html> (Dostupno: listopad, 2012.)
- [14] <http://pinterest.com/dollymama63/spiral/>
- [15] <http://ufos1.blogspot.com/> (listopad, 2012.)
- [16] <https://pinterest.com/pin/18436679695779836/>
- [17] <http://web.zpr.fer.hr/ergonomija/2005/elassadi/priroda.html> (Dostupno: listopad, 2012.)
- [18] <http://daniel91.blogger.hr/post/priroda-otisak-savrsenstva/1232301.aspx> (listopad, 2012.)
- [19] http://www.mathematicianspictures.com/PHI_GOLDEN_RATIO_GOLDEN_MEAN/Phi_Golden_Ratio_Golden_Mean.htm (Dostupno: listopad, 2012.)
- [20] <http://journalofcosmology.com/Cosmology8.html>
- [21] <http://www.phiday.org/phi-golden-ratio/>
- [22] <http://www.jessicacrabtree.com/journal1/tag/leonardo-da-vinci> (Dostupno: Listopad, 2012.)
- [23] Pejaković, M.: Zlatni rez, Art studio Azinović, Zagreb, 2001.
- [24] <http://www.alexanthorn.com/arhiva/strane/misterije/ms22.htm> (Dostupno: listopad, 2012.)
- [25] <http://laceymend.blogspot.com/2010/10/great-wall-of-china.html> (Dostupno: listopad, 2012.)
- [26] <http://hr.wikipedia.org/wiki/Partenon> (rujan, 2012.)
- [27] <http://hr.wikipedia.org/wiki/Slavoluk> (rujan, 2012.)
- [28] http://kaplanpicturemaker.com/archives/at_golden_rectangle (Dostupno: listopad, 2012.)
- [29] <http://maravillasdelmundo-cvd.blogspot.com/2012/02/panteon-de-agripa.html> (listopad, 2012.)
- [30] http://hunterblatherer.wordpress.com/2009/05/30/visas-permits/img_0843/ (Dostupno: listopad, 2012.)
- [31] <http://famouswonders.com/st-marks-basilica-in-venice/> (Dostupno: listopad, 2012.)
- [32] <http://www.davidfriddle.com/gm/Arch.3/>
- [33] http://en.wikipedia.org/wiki/Chartres_Cathedral
- [34] <https://sites.google.com/site/funwithfibonacci/architecture/the-taj-mahal> (Dostupno: listopad, 2012.)
- [35] <http://www.goldennumber.net/architecture/>
- [36] <http://bs.scribd.com/doc/69054356/SEMINARSKI-PROJEKTOVANJE-1-ZAVRSENO> (rujan, 2012.)
- [37] http://www.bc.edu/bc_org/avp/cas/fnart/Corbu.html (Dostupno: listopad, 2012.)
- [38] <http://www.ultimatehouse.tv/article.php?id=2>
- [39] <http://philobiodesign.blogspot.com/2011/04/corbusier-villa-savoye.html> (Dostupno: listopad, 2012.)
- [40] http://hr.wikipedia.org/wiki/Arhitektura_20._stolje%C4%87a (Dostupno: listopad, 2012.)
- [41] <http://canukeepup.wordpress.com/tag/golden-ratio/>
- [42] <http://puppyoutofbreath.blogspot.com/2012/03/found-on-beach-on-long-island-1946.html> (rujan, 2012.)
- [43] http://jwilson.coe.uga.edu/emat6680fa06/hobgood/kate_files/golden%20ratio/gr%20arch.html
- [44] http://e.math.hr/math_e_article/br15/bilic_vlajsovic_muh_srednjivijek (Dostupno: listopad, 2012.)
- [45] Conex d.o.o., Zagreb: Vila Katino, otok Šipan, Sanacija postojeće konstrukcije objekta, 2012.
- [46] <http://tehnoklik.net.hr/dizajn-twittera-u-zlatnom-rezu> (Dostupno: listopad, 2012.)
- [47] <http://iosaffairs.com/tag/collage/> (listopad, 2012.)
- [48] <http://www.jutarnji.hr/template/article/article-print.jsp?id=358118> (Dostupno: listopad, 2012.)
- [49] <http://www.quora.com/Logos/What-are-some-good-techniques-for-making-company-logos>

Kontakt:

Sanja Zlatić, dipl. ing. mat., vanjski suradnik
 Veleučilište u Varaždinu
 J. Križanića 33
 42000 Varaždin
 e-mail: sanja.zlatic@velv.hr

PREGLED TEHNOLOGIJA ELEKTRONIČKOG PAPIRA I PRETPOSTAVKE BUDUĆEG RAZVOJA E-PAPIRA

OVERVIEW OF THE ELECTRONIC PAPER TECHNOLOGIES AND PRESUMPTIONS OF FUTURE DEVELOPMENT OF E-PAPER

Darijo Čerepinko, Vesna Džimbeg-Malčić

Pregledni rad

Sažetak: Rad daje pregled postojećih tehnoloških rješenja elektroničkog papira i pregled njegove komercijalne upotrebe. Pregled najčešćih tehnoloških rješenja daje uvid u osnovne principe koje koristi svaka od spomenutih tehnologija. U zaključku rada daje se nekoliko mogućih smjerova daljnjeg razvoja tehnologije elektroničkog papira, ovisno o do sada istraženim mogućnostima i zahtjevima te o razvoju tržišta.

Ključne riječi: elektronički papir, tehnologija e-papira, perspektiva e-papira

Review article

Abstract: In this paper, a short overview of the present technological solutions of electronic paper and its commercial use is given. The authors are discussing technological solutions most widely used and the basic principles of each of the discussed technologies. In conclusion the authors discuss several possible development directions of the e-paper technology, depending on contemporary research and market demands.

Key words: electronic paper, e-paper technologies, e-paper perspectives

1. UVODNE NAPOMENE

1.1. Definicija elektroničkog papira

Elektronički papir, kao i sama tehnologija elektroničkog papira, još uvijek nije jasno definirana s obzirom na to da postoji mnogo metoda i tehnoloških rješenja elektroničkog papira. Heikenfeld i suradnici nude definiciju koja određuje minimalna zajednička svojstva koje bi proizvod trebao imati da bismo ga mogli nazvati elektroničkim papirom. Prema njima [1], elektronički papir je svaki onaj proizvod koji karakterizira tzv. 'tehnologija reflektirajućeg zaslona' bez unutrašnjeg izvora svjetlosti, a čiji je 'otisak' na zaslonu neosjetljiv na uvjete osvjetljenja ili kut gledanja, lagan je i zahtijeva relativno malo energije. Elektronički papir, prema istim autorima, oponaša optičke karakteristike konvencionalnog papira. Upravo nedostatak unutrašnjeg svjetla čini ga bitno različitim od zaslona koji kombiniraju LED, LCD, plazma ili neku drugu tehnologiju, pogotovo sa stajališta čitljivosti i preglednosti 'otiska' na zaslonu.

1.2. Tehnologije elektroničkog papira

Elektronički papiri po tehnici izrade dijele se na dva osnovna dijela. To su tzv. 'prednja i zadnja ploča' [2]. Zadnja ploča je zapravo tehnološko rješenje na koje se

postavlja prednja ploča koja sama po sebi sadrži elektronički papir, a koja služi tome da se osigura pristup energiji potrebnoj za funkcioniranje prednje ploče. Na istu zadnju ploču mogu se zapravo 'lijepiti' različite prednje ploče, a također istu prednju ploču moglo bi se postaviti na različite zadnje ploče. Kombinacije jednih i drugih ovise prije svega o zahtjevima i interesima komercijalnih proizvođača različitih uređaja koje koriste elektronički papir te neće biti predmet ovog rada. Ovaj rad isključivo će se baviti tehnologijom prednje ploče.

Danas je poznato nekoliko različitih tehnologija proizvodnje elektroničkog papira [2], odnosno 'prednjih ploča'. To su: gyrricon, elektroforetska tehnologija (E Ink, SiPix, Bridgestone), elektrovlaženje (Liquivista), tehnologija elektrofuida (Gamma Dynamics), ChLCD – tehnologija kolesteričnih LCD-a (Fujitsu, Hitachi, Kent Display, Kodak, Nemoptic, ZBD Display), elektrokromatske tehnologije (Acreo, Aveso, Ntera, Siemens), tehnologija interferometrijskih modulatora (Qualcomm), tehnologija fotonskih kristala (Opalux), REED tehnologija (Zikon) i tehnologija bistabilnih LCD zaslona. Neke od spomenutih tehnologija već su u komercijalnoj upotrebi i koriste se u uređajima poput elektroničkih čitača, dok su druge još uvijek u fazi eksperimentalne upotrebe ili se tek pripremaju za tržište. U idućem poglavlju bit će predstavljenje osnovne karakteristike i principi na kojima djeluju najvažnije od

njih, s obzirom na to da su tehnologija fotonskih kristala, REED tehnologija i tehnologija bistabilnih LCD zaslona zapravo derivacije nekih od ranije spomenutih. Zato nema potrebe dodatno ih pojašnjavati, budući da se razlikuju uglavnom samo u materijalima iz kojih su izrađene, a ne u principima rada.

Ključni elementi za promatranje spomenutih tehnologija su, prema Neytsu[3], načini tzv. dizajna optike koji se mogu izvršiti na dva načina:

- a) utjecajem na 'koherentnu optiku' u neposrednoj blizini tankog emitivnog sloja filma
- b) utjecajem na svjetlosne valove koji ulaze i lome se kroz dubinske slojeve elektroničkog papira

2. OPTIČKI ZAHTEJEVI E-PAPIRA

Heikenfeld i suradnici definiraju tri osnovna zahtjeva [1] koje moraju zadovoljiti elektronički papiri kada je riječ o njihovim optičkim karakteristikama:

- 1) svjetlo mora u najvećoj mogućoj mjeri biti spregnuto uz piksel
- 2) svjetlo mora biti efikasno reflektirano unutar piksela
- 3) difuzno reflektirano svjetlo unutar piksela (optički gubitak) mora biti uspješno izbačeno

2.1. Smanjenje Fresnelove refleksije

Prvi zahtjev vezan je uz smanjenje tzv. Fresnelove refleksije do koje dolazi prilikom prolaza svjetla kroz slojeve različitog indeksa refrakcije, s obzirom na to da se spomenute refleksije smatraju optičkim gubitkom i to zbog dva razloga: uopće ne doprinose vidljivosti slike i velika je vjerojatnost da neće dosegnuti promatrača. Kako bi se izbjegao taj efekt, razvijeno je nekoliko tehničkih prilagodbi od kojih su neke već u komercijalnoj primjeni. Riječ je o višeslojnim 'oblogama' na različitim bazama, od tankog sloja antirefleksivnog filma do obloga od različitog materijala s niskim refraktivnim indeksom.

Heikenfeld i suradnici kao jednu od najboljih zaštita u ovom segmentu navode tzv. 'Moth Eye' sloj koji se sastoji od mnogo naizmjeničnih mikroslojeva koji imaju suprotne, odnosno kontrastne refraktivne indekse. Time dolazi do međusobnog interferencijskog poništavanja reflektiranog Fresnelovog svjetla. Osim njih, u upotrebi su još i slojevi od 'nanocijevi' i 'nanomreža' te različiti polimerni slojevi kojima je zajedničko svojstvo propuštanje najveće moguće količine svjetla do samog piksela. Polimerni slojevi korišteni u slučaju 'elektroničke kože', odnosno kolesteričnih LCD-a koje proizvodi Kent Displays, prema Heikenfeldu dosižu i do 97-postotnu propusnost.

2.2. Ravnanje konusa kuta gledanja

Heikenfeld ističe kako je za postizanje iskustva čitanja što sličnijeg čitanju s konvencionalnog papira potrebno osigurati polu-difuznu refleksiju svjetla, što se može osigurati 'izravnavanjem' konusa kuta gledanja unutar samog piksela. Kod ovog uvjeta površinska refleksija mora biti zrcalna i na vrlo uglačanim površinama jer kut refleksije mora biti jednak ulaznom kutu zraka svjetla. Eventualno može biti i difuzna, za grublje površine, ali u tom slučaju mora imati jako širok raspon različitih ulaznih kutova.

2.3. Eliminacija optičkih gubitaka i unutrašnje refleksije

Zbog refleksije unutar slojeva, određeni višak svjetla ostaje 'zarobljen' između slojeva pa je treći zahtjev za kvalitetu elektroničkog papira uspješno odstranjivanje viška tako reflektiranog svjetla kroz njegovu ponovnu difuznu refleksiju izvan piksela ili slojeva. To ponovno dovodi do gubitka određene količine svjetla (povećava se ovisno o svojstvu slojeva i o konstrukciji piksela), ali je neophodno za dobru čitljivost i kontrast. Heikenfeld i suradnici tvrde kako anti-refleksijski sloj i pojedini difuzni slojevi mogu poboljšati izbacivanje viška svjetla, ali kao najbolju opciju predlažu dodavanje još jednog sloja – pojačivača refleksije. Ističu kako mnogo toga ovisi o nizu faktora – od vrste osvjetljenja do položaja promatrača. Sloj za pojačavanje refleksije već je u upotrebi kod LCD zaslona, a sada se počinje koristiti i kod elektroničkih papira. Njegova glavna karakteristika je ta da se omjer zrcalne i difuzne refleksije, kao i distribucija reflektiranog svjetla, može regulirati površinskom hrapavošću, odnosno mikrošuplinama u samom sloju. Neyts[3] definira tri takve mogućnosti: jednodimenzionalne šupljinske strukture, hrapavost emitivnog sloja i hrapavost površina na dodiru slojeva sa supstratom, odnosno zrakom. O tome će više riječi biti u nastavku.

3. PREGLED TEHNOLOGIJA 'PREDNJIH PLOČA'

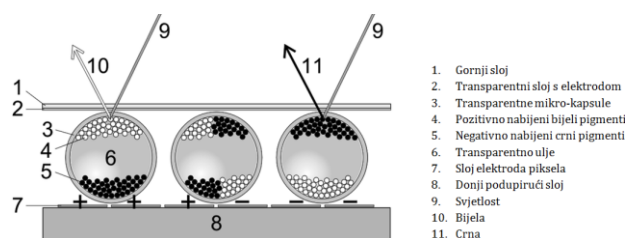
3.1. Gyricon

Prvi korak [4] u razvoj elektroničkog papira ostvario je još 70-ih godina 20. stoljeća Nick Sheridan iz Xeroxovog PARC-a (Palo Alto Research Center) koji je svoj proizvod nazvao Gyricon. On se sastojao od polietilenskih sfera širokih između 75 i 106 mikrometara, zapravo od tzv. janus čestica koje su s jedne strane bile negativno (oboјane crno), a s druge pozitivno nabijene (bijele). Svaka sfera nalazila se u mjehuriću ulja da bi mogla slobodno rotirati, a sve sfere smještene su na transparentnu silikonsku podlogu. Promjenom napona, odnosno polariteta, mijenjao bi se i položaj sfere pa se tako mogla dobiti bijela, odnosno crna pozicija, što je u krajnjem slučaju određivalo boju pixela, tj. stvaralo je sliku na zaslonu. Taj pristup imao je dva nedostatka:

'papir' nije bio savitljiv, a 'otisak' nije bio ujednačene kvalitete jer Sheridan nikako nije mogao dobiti jednoličan izgled sfera. Zbog tehnoloških problema napuštena je spomenuta tehnologija, dok princip nije napušten, iako je 2008. japanska kompanija Soken Chemical & Engineering prikazala niz zidnih tapeta od elektroničkog papira baziranog na spomenutoj tehnologiji.

3.2. Elektroforezna tehnologija

Treba je proći gotovo dva desetljeća da se elektronički papir baziran na sličnom principu razvije za komercijalnu upotrebu. Joseph Jacobs iz M.I.T Media Laba počinje koristiti tzv. elektroničku tintu (e-ink) koja funkcionira na principu elektroforeze [5].



Slika 1. Shematski prikaz elektroforezne tehnologije

To je proces u kojemu otopljena tvar ili čestica određenog naboja putuje kroz viskozno sredstvo pod djelovanjem električnog polja prema jednoj od elektroda ovisno o prirodi njenog naboja, kada se kroz spomenuto sredstvo propusti istosmjerna električna struja. U slučaju elektroničke tinte, Joseph Jacobs i njegov tim uzeli su mikrokapsule veličine 100 mikrona pune stotinama bijelih pigmenta i plavom tintom. Kod elektroforeze promjena naboja utjecala bi na položaj čestica pigmenta. Ako bi naboj na transparentnoj elektrodi bio suprotan njihovom, čestice pigmenta u mikrokapsuli krenule bi prema elektrodi formirajući tako polja bijele boje. U suprotnom slučaju bijeli pigmenti tonuli bi na dno te bi se tako formirala polja plave, odnosno tamne boje. Korištenje mikrokapsula omogućilo je ispravljanje oba problema koja su mučila Sheridona: mikrokapsule su omogućavale kvalitetu i ujednačenost otiska, a ujedno su omogućile i stvaranje materijala koji su bili fleksibilni i savitljivi [6].

3.3. Elektrovlaženje

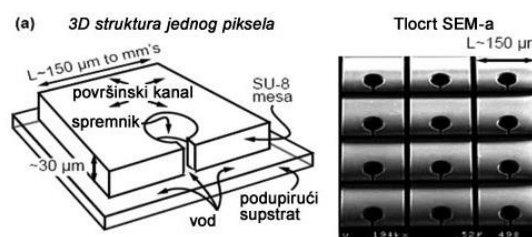
Sljedeći korak u razvoju elektroničkog papira dogodio se sredinom prvog desetljeća 21. stoljeća, točnije EWD zaslonima tvrtke Liquavista BV predstavljenima 2006. godine. Riječ je o zaslonima na bazi tzv. električnog vlaženja (electrowetting) odnosno o tehnologiji baziranoj na elektrokemijskim svojstvima boje i vode i principima kakvi se koriste kod plošnog tiska kod kojeg su tiskovne površine oleofilne, odnosno oleofobne [7]. Tehnologija se bazira na tzv. 'optičkom slogu' koji se sastoji od pet ključnih elemenata – bijelog supstrata, transparentne elektrode, hidrofnog izolacijskog sloja, bojila i vode – stiješnjenih između

dvije staklene ili površine od različitih polimernih supstrata. Kod ove tehnologije veličina piksela iznosi oko 200 μm , a površinska napetost sloja bojila je i do tisuću puta veća od gravitacijske sile, što jamči postojanost sloja boje. U nepobuđenoj fazi sloj boje ravnomjerno je raspoređen na cijeloj površini hidrofnog izolacijskog sloja. Promjenom polariteta transparentne elektrode moguće je ne promijeniti elektrokemijska svojstva hidrofnog izolacijskog sloja pa on postaje hidrofilan. To dovodi do transparentnosti, odnosno do vidljivosti bijelog supstrata u temeljnom sloju sloja.

Ova tehnologija omogućava transmisivne, reflektivne i transrefleksivne zaslone, što je čini jedinom tehnologijom elektroničkog papira sličnom LCD tehnologiji. Također omogućava upotrebu boje, što je bio problem kod e-ink tehnologije, ali i brzu izmjenu slike, što otvara put za prikazivanje video-sadržaja koji je još jedan od nedostataka tehnologija temeljenih na elektroforezi [8]. Arhitektura zaslona bazirana je na jednom ili na tri sloja. Kod jednoslojne arhitekture sloga svaki piksel podijeljen je u tri 'podpiksela' s RGB filterom, dok kod troslojne imamo CMY slojeve [7]. U usporedbi s LCD tehnologijom, elektrovlaženje daje i do dva puta bolje rezultate kod konverzije boja, može se promatrati pod gotovo svim kutovima (za razliku od LCD-a) i odlično reagira na različite uvjete osvjetljenja [7]. Iako se očekivalo da se EWD zasloni nađu u komercijalnoj upotrebi tijekom 2011. godine (Samsung Electronics kupio je tvrtku Liquavista 2010.), to se još uvijek nije dogodilo.

3.4. Tehnologija elektrofluida

Elektronički papir zasnovan na tehnologiji elektrofluida razvili su znanstvenici s Novel Devices Laboratorija Sveučilišta u Cincinnatiju [1]. Princip rada zasniva se na sličnim principima kao i elektrovlaženje, s tom razlikom da su pigmenti bojila disperzirani u vodenoj otopini smješteni u malenim spremnicima unutar područja svakog pojedinog piksela koja zauzimaju tek 5-10 posto površine piksela i praktički su nevidljivi golom oku. Bez upotrebe bilo kakve pobude, pod utjecajem 'Laplaceovog pritiska', pigment ostaje zadržan u spremniku. Pigmenti se pod naponom elektromehanički 'izvlače' iz spremnika i pokrivaju tzv. površinski kanal smješten između elektrode i hidrofnog dielektrika, a odspajanjem napona pigment se u izrazito kratkom vremenu (1-10 ms) vraća natrag u spremnik.

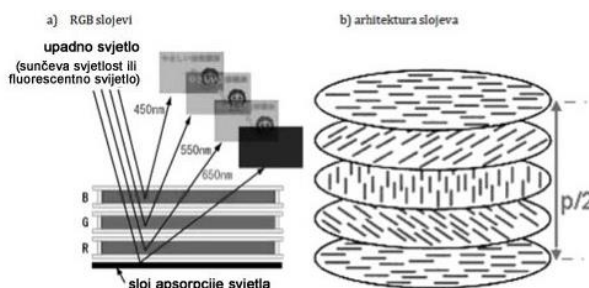


Slika 2. Elektrofluidni pikseli (prema NDL Research Lab, 2012.)

Ovom tehnologijom poboljšava se pokrivenost piksela bojom čak dva do tri puta u odnosu na elektrovlaženje pa dostiže između 80 i 95 posto pokrivenosti piksela. Također je u određenim varijantama moguće postizanje stabilne sive skale. Prednost je korištenje pigmenata disperziranih u bojilu na bazi vode, a mikrotehnološka rješenja pogodna su za različite oblike savitljivih elektroničkih papira. Ova tehnologija pogodna je i za višeslojne substraktivne sinteze te, baš kao i papiri temeljeni na elektrovlaženju, za prikaz video-sadržaja.

3.5. Tehnologija kolesteričnih LCD-a

Tehnologija kolesteričnih LCD-a počiva na primjeni tzv. kiralnih molekula koje su asimetrično građene, a razlika u odnosu na 'obične' molekule vidljiva je u optičkoj aktivnosti: jedan izomer zakreće ravninu polariziranog svjetla u lijevo, a drugi u desno [9]. Tekući kristali ovdje su formirani u slojeve unutar kojih nemaju određenu poziciju, ali imaju zajednički, generalni smjer, odnosno os u odnosu na koju su poravnati, a spomenuta os varira od sloja do sloja [10]. Na taj se smjer može utjecati promjenom termičkih uvjeta, tj. propuštanjem električne struje kroz pojedine slojeve, što uzrokuje zakretanje kristala.



Slika 3. Kolesterični LCD zaslon
(preuzeto od a) Fujitsu, b) Wikipedia)

Spomenuta tehnologija još je u pokusnoj fazi, ali pojedini proizvođači predstavili su rješenja koja se mogu primijeniti na različitim podlogama (Kent Displays nazvali su svoju verziju 'Electronic skin' [11]) i relativno su tanka, ali još uvijek su u najvećoj mjeri u pokusnoj fazi. Najveći problemi spomenute tehnologije su relativno malen kontrast i relativno sporo 'brisanje' starog i stvaranje novog 'otiska', što je čini neiskoristivom za složenije multimedijske sadržaje poput animacija ili videa. Posljednja istraživanja [12] pokazuju kako bi se i to u skorijoj budućnosti moglo promijeniti.

3.6. Elektrokromatske tehnologije

Ova tehnologija zasniva se [13] na provodljivim polimerima koji su u svojoj provodljivoj fazi optički transparentni i izrazito su stabilni. Karakterizira ih mogućnost promjene boje, ovisno o stanju oksidacije, odnosno redukcije materijala. Elektronički papiri temeljeni na ovoj tehnologiji sastoje se od najmanje dva sloja vodiča, zatim od elektrokromatskog sloja i sloja

elektrolita smještenog na sloju nosaču (ili bez sloja u slučaju transparentnih elektrokromatskih zaslona), najčešće bijelom, kako bi se omogućio kontrast između podloge i obojenog sloja. Karakteristika slojeva napravljenih spomenutom tehnologijom je relativno visok kontrast i bogata paleta boja, pogotovo kada se koristi nasuprot bijele podloge zbog apsorpcije dijela svjetlosnog spektra (slično kao kod pigmenata koji se koriste kod standardnog tiska). Tehnologija izrade elektrokromatskog sloja varira od fleksografskih materijala (Acreo) do nanočestica na bazi metalnih oksida (Ntera) ili bipiridinskih soli (Siemens). Slojeve elektrokromatskog elektroničkog papira moguće je proizvesti u veličini od samo 100 mikrona, što ih čini izrazito pogodnima za različite forme roll-up elektroničkih papira i za primjenu na različitim podlogama.

3.7. Tehnologija interferometrijskih modulatora

Tehnologija interferometrijskih modulatora (IMOD)[14] bazirana je na principima Fabry-Perotovog etalona kod kojeg interferencija zraka svjetlosti na etalonu može proizvesti različite optičke efekte. Kod IMOD elektroničkih papira, Fabry-Perotov princip koristi se za dobivanje obojenja. Uređaj se sastoji od samostojeće promjenjive membrane i tankog sloja filma položenih na transparentni sloj nosač. Membrana i film u ovom slučaju funkcioniraju kao etalon, odnosno kao zrcala optički rezonantne šupljine uzrokujući optički efekt. Promjena boje reflektirajuće zrake svjetlosti postiže se promjenom dubine rezonantne šupljine tako da se tanki sloj filma – koji je u ovom slučaju vodič – stavi pod napon. To uzrokuje promjenu u veličini membrane pod utjecajem elektrostatskih sila, a što potom uzrokuje refleksiju različitih valnih duljina. Sama tehnologija je bistabilna, a počiva na svojstvu primijenjenih materijala da zadrže pobuđeno stanje do neke nove pobude. To omogućuje stabilnost otiska, a s druge strane brzina promjene dubine optički rezonantne šupljine/membrane događa se u desetini mikrosekunde, što je dovoljno brzo za reprodukciju dinamičkih elemenata, odnosno za video-materijal ili animaciju.

4. PERSPEKTIVE RAZVOJA E-ČITAČA; PRIMJENA E-PAPIRA

Posljednje dvije godine na tržištu su se pojavili uređaji pod nazivom e-čitači (Kindle Fire, Nook Color). Oni ne koriste tehnologiju elektroničkog papira već, kao i druga konkurencija (iPad, Samsung Galaxy, Motorola Xoom...), zaslone bazirane na LCD tehnologiji. Pogodni su za reprodukciju različitih multimedijskih sadržaja te je velika vjerojatnost da će u budućnosti rasti njihov tržišni udio, u odnosu na konvencionalne tiskovine i e-čitače bazirane na postojećim tehnologijama elektroničkog papira. Stoga Heikenfeld [1] predviđa cijeli niz drugih tehnoloških rješenja u kojima se može koristiti elektronički papir: elektroničke naljepnice i etikete (npr.

za označavanje u trgovinama), različite elektroničke znakove, bilboarde te niz fleksibilnih, odnosno uvijajućih proizvoda za različite namjene. Bez obzira na pretpostavke, ostaje činjenica kako je primjena elektroničkog papira danas još uvijek u najvećoj mjeri vezana uz elektroničke čitače, što pokazuju i njihovi tržišni udjeli.

Perspektivu elektroničkih čitača treba promatrati kroz dvije tehnološke opcije:

- a) monokromatske čitače
- b) čitače u boji

Spomenute uređaje treba promatrati i kroz funkcionalnu perspektivu kao monofunkcionalne i multifunkcionalne (multimedijske) uređaje.

Predviđajući budućnost monokromatskih uređaja (prvi monokromatski e-čitač sa značajnim komercijalnim uspjehom bio je Amazonov Kindle), Heikenfeld i suradnici njihov najveći nedostatak vide u relativno teškom dostizanju SNAP (Specifications for Newsprint Advertising Production) [15] i SWOP (Specifications for Web Offset Publications) [16] standarda, koje uspijevaju dostići tek pojedini proizvodi bazirani na elektroforetskim i elektrokromatskim tehnologijama [1], i to do 60, odnosno tek 75 posto. Dodatni problem predstavlja crno-bijeli kontrast koji je kod dijela uređaja još uvijek ispod standarda zahtijevanih od konvencionalnog tiska (IMOD, kolesterični LCD). Ostaje činjenica da su prikazani 'otisak' na svim tipovima monokromatskih e-čitača po SNAP i SWOP karakteristikama još uvijek ispod zaslona baziranih na LCD i sličnim tehnologijama. Heikenfeld ističe kako postoji cijeli niz mogućih unapređenja i kako u njihovo istraživanje i razvoj i dalje treba ulagati [1].

Kod čitača u boji Heikenfeld ističe da je, osim u slučaju čitača baziranih na troslojnoj kolesteričnoj LCD tehnologiji, njihova kvaliteta još prilično neistražena i nedokazana, a najveći nedostaci su joj siromašan gamut boja i, kao i kod monokromatskih uređaja, relativno teško dostizanje SNAP kolor standarda. Kod aditivne sinteze boja (RGB i RGBW) dobivene boje su izrazito smanjenog intenziteta u odnosu na konvencionalni tisak, pa mogućnost dobrog prikaza boje treba više tražiti u tehnologijama koje koriste supstraktivnu sintezu (CMY), u ovom slučaju prije svega troslojnim kolesteričnim LCD te svim tehnologijama baziranim na horizontalnom transponiranju. U praksi ni jedna od spomenutih nije pokazala ni približno slične rezultate kao konkurentne LCD, OLED i druge slične tehnologije.

Kada se govori o namjeni uređaja, tj. o funkcijama koje korisnici od njih traže, za sada je malo vjerojatno da će elektronički čitači uspjeti nadmašiti različite tablete i druge slične mobilne uređaje. Kao uređaj za čitanje knjiga, e-čitač pokazao se kao izvrsna opcija unatoč relativno lošijim karakteristikama u odnosu na konvencionalni papir kada je posrijedi otisak, odnosno

optičke kvalitete [1]. S druge strane pokazao se izvrsnim u pohrani i mogućnostima korištenja samog sadržaja – uveo je niz funkcija koje tiskana izdanja nemaju – što dokazuje i njegov komercijalni uspjeh. Postoji nekoliko različitih istraživanja koja pokazuju kako su elektronički čitači još uvijek prvi izbor kada je riječ o čitanju književnih djela, odnosno fikcije [17], ali ne i kad je riječ o korištenju za akademske ili druge slične svrhe te za prikaz multimedijских sadržaja. Razloge tome prije svega treba tražiti u većoj kvaliteti drugih dostupnih mobilnih uređaja poput tableta ili čak mobilnih pametnih telefona. Dodatni problem je i to što e-čitači bazirani na elektroničkom papiru prilikom reprodukcije multimedijских sadržaja troše puno više energije i izlaze iz definicije tzv. low energy consuming uređaja.

Heikenfeld ističe [1] kako je trenutak u kojem će postojati prenosivi, savitljivi i povezani uređaji od električnog papira bliska budućnost koju je već moguće nazrijeti, ali da postoji još nekoliko važnih problema koje prije toga treba riješiti – prije svega u cijeni tehnologije, a zatim i u kvaliteti 'otisaka', kao i brzini izmjene te potrošnji energije. Smatra i da će se s vremenom smanjivati broj dostupnih tehnologija koje će moći postići i komercijalni uspjeh i/ili primjenu, ali u ovom je trenutku teško reći koje tehnologije bi to mogle biti s obzirom na to da se mnoge još uvijek u eksperimentalnim fazama primjene.

5. LITERATURA

- [1] Heikenfeld, J.; Drzaic, P.; Yeo, J-S.; Koch, T. : 'A critical review of the present and future prospects for electronic paper', Journal of the Society for Information Design, 19/2, 2011., str. 130
- [2] E-paper Technologies Reference Guide; <http://www.epapercentral.com/epaper-technologies-guide/>; pristupljeno u ožujku 2012.
- [3] Neyts, K.: 'Microcavity effects and the outcoupling of light in displays and lighting applications based on thin emitting films'; Applied Surface Science, No. 244, 2005.
- [4] Crowley, Joseph M.; Sheridan, Nicholas K.; Romano, L.: 'Dipole moments of gyron balls', Journal of Electrostatics, Vol. 55, no. 3-4, 2002., str. 247-259
- [5] Jacobson, J.; Comiskey, B.; Turner, C.; Albert, J.; Tsao, P.: 'The Last Book', IBM System Journal Vol. 36, No. 3, 1997., str. 457-463
- [6] Gelinckel G. H. al.: 'A rollable, organic electrophoretic QVGA display with field-shielded pixel architecture', J. Soc. Info. Display, Vol. 14(2), 2006., str. 113-118
- [7] Feenstra, J.; Hayes, R.: Electrowetting Displays, Liguavista BV, 2009. (<http://www.liquavista.com/files/LQV0905291LL5-15.pdf>; pristupljeno u travnju 2012.)
- [8] Zyga, L.: 'Oil-based color pixels could let you watch videos on e-paper', PhysOrg; 2010.,

- (<http://phys.org/news199330889.html>; pristupljeno u travnju 2012.)
- [9] Generalić, E.: 'Kiralne molekule'; Englesko-hrvatski kemijski rječnik & glosar; KTF, Split, 2011., (<http://glossary.periodni.com>; pristupljeno u travnju 2012.)
- [10] Yang, D.-K., West, J. L., Chien, L.-C. i Doane, J. W.: 'Control of reflectivity and bistability in displays using cholesteric liquid crystals', Journal of Applied Physics, Vol. 76, No 2., 1994.
- [11] Nozawa, T.: 'Entire Surface of Handset Becomes LCD Display', Nikkei Electronics, 2009., (http://techon.nikkeibp.co.jp/english/NEWS_EN/20090609/171529/; pristupljeno u travnju 2012.)
- [12] McConneym, M. et. al: 'Liquid Crystals: Thermally Induced, Multicolored Hyper-Reflective Cholesteric Liquid Crystals'; Advanced Materials, Vol. 23, No. 12., 2011.
- [13] E-paper Technologies Reference Guide; <http://www.epapercentral.com/epaper-technologies-guide>; pristupljeno u travnju 2012.
- [14] IMOD Technology Overview (white paper) (2009); Qualcomm MEMS Technologies Inc.
- [15] http://www.snapquality.com/uploads/SNAP_2011_V_3.pdf; pristupljeno u svibnju 2012.
- [16] <http://www.idealliance.org/specifications/swop>; pristupljeno u svibnju 2012.
- [17] Clark, D.T., Goodwin, S.P., Samuelson, T. i Coker, C.: 'A qualitative assessment of the Kindle e-book reader: results from initial focus groups'; Performance Measurement & Metrics; Vol. 9, No. 2; 2008., str. 118–129.

Kontakt:**Darijo Čerepinko**

Veleučilište u Varaždinu
J. Križanića 33, HR – 42000 Varaždin
darijo.cerepinko@velv.hr

Vesna Džimbeg Malčić

Grafički fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Getaldićeva 2, HR – 10000 Zagreb
vesna.dzimbeg.malcic@grf.hr

12pt

12pt

12pt

NASLOV NA HRVATSKOM JEZIKU (Stil: Arial Narrow, 14pt, Bold, Verzal, Center)

12pt

NASLOV NA ENGLESKOM JEZIKU (Stil: Arial Narrow, 14pt, Verzal, Center)

12pt

Ivan Horvat, Thomas Johnson (Stil: Times, 12pt, Bold, Italic, Center)

12pt

Kategorizacija članka

Sažetak: Sažetak članka na hrvatskom jeziku sa najviše 150 riječ pisan jezikom članka (obično hrvatski). Sažetak mora što vjernije odražavati sadržaj članka. U njemu se navode upotrijebljene metode i ističu ostvareni rezultati kao i doprinos članka. Časopis *TEHNIČKI GLASNIK / TECHNICAL JOURNAL* objavljuje znanstvene i stručne radove iz područja strojarstva, elektrotehnike, graditeljstva, multimedije, logistike a također i iz njihovih graničnih područja. Ovaj dokument se koristiti kao predložak za pisanje članka kako bi svi članci imali isti način prijeloma (Stil: Times New Roman, 10 pt, Italic)

10pt

Cljučne riječi: Abecedni popis ključnih riječi na hrvatskom jeziku (5-6 ključnih riječi). Ključne riječi u pravilu su iz naslova članka, a samo eventualno iz sažetka članka. (Stil: Times New Roman, 10 pt, Italic)

10pt

Categorization article

Abstract: Sažetak članka na engleskom jeziku (Stil: Times New Roman, 10 pt, Italic)

10pt

Key words: ključne riječi na engleskom jeziku (Stil: Times New Roman, 10 pt, Italic)

10pt

10pt

1. OBLIKOVANJE ČLANKA (Stil: Arial Narrow, 12pt, Bold, Verzal, Align Center)

10pt

Članak se piše latiničnim pismom, a za oznake se može koristiti i grčko pismo. Opseg članka u pravilu se ograničava na osam stranica A4 formata (sukladno predlošku s uključenim svim slikovnim priložima).

10pt

1.1. Osnovna uputstva (Stil: Arial Narrow, 12pt, Bold, Align Left)

10pt

(Uvlaka prvog reda 5mm) Dokument je formata A4 sa marginama 20 mm sa svake strane. Koristi se prijelom u dvije kolone međusobno udaljene 7 mm. Za tekući tekst se koristi vrsta pisma Times New Roman sa jedostруким proredom, veličina pisma 10 pt, obostrano poravnanje.

Naslov članka mora jasno odražavati problematiku članka (sadrži ne više od 15 riječi).

Tekst članka dijeli se na poglavlja, a po potrebi poglavlja se dijele na potpoglavlja. Poglavlja se označavaju rednim arapskim brojevima. Potpoglavlja, kao dijelovi poglavlja, označavaju se s dva redna arapska broja kao npr. 1.1, 1.2, 1.3, ... Potpoglavlje se može podijeliti na još manje cjeline koje se označavaju sa tri redna arapska broja, npr. 1.1.1, 1.1.2, ... Daljnja podjela nije poželjna.

Nazivi glavnih poglavlja se pišu velikim slovima (verzalom) i poravnavaju se u centar, a nazivi potpoglavlja (kao i manjih cjelina) pišu se malim slovima (kurentom) te se poravnavaju u lijevo. Ako tekst naziva potpoglavlja i manjih cjelina prelazi u više

redaka tada se definira viseća uvlaka (hanging intent) 0,5 mm.

10pt

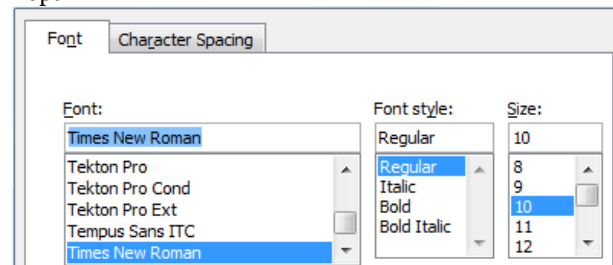
1.2. Oblikovanje slika, tabela i jednadžbi (Stil: Arial Narrow, 12pt, Bold, Align Left)

10pt

Slike (crteži, dijagrami, fotografije) koje čine sadržaj ugrađuju se u članak te poravnavaju se u centar. Kako bi slika uvijek zauzimala isto mjesto u odnosu na tekst prilikom uvoza moraju se definirati postavke Text wrapping / Inline with text.

Slike moraju biti pripremljene za grafičku reprodukciju sa minimalnom rezolucijom od 300dpi. Slike skinute s interneta sa 72dpi u veličini 1:1 nisu primjerene za reproduciranje u tisku zbog loše kvalitete.

10pt



Slika 1. Tekst ispod slike [1]

(Stil: Times New Roman, 10pt, Align Center)

10pt

Tisak knjižnog bloka je u crnoj boji stoga treba prilagoditi slike takvom načinu reproduciranja kako se svijetli tonovi (svijetle boje) ne bi izgubili u tisku ili tekst u slikama bio nečitljiv. Slike moraju ostati u koloru zbog

objavljivanja u elektronskom obliku. Slike se kroz čitavi članak numeriraju u slijedu arpskim brojkama.

10pt

Tabela 1. Naslov tabele poravnat u centar
(Stil: Times New Roman, 10pt, Align Center)

	1	2	3	4	5	6
ABC	ab	ab	ab	ab	ab	ab
DEF	cd	cd	cd	cd	cd	cd
GHI	ef	ef	ef	ef	ef	ef

10 pt

Tekst i ostali podaci u tabelama oblikuju se kao Times New Roman, 8pt, Normal, Align Center.

Prilikom opisivanja slika i tabela fizikalne veličine i njihovi faktori ispisuju se kosim slovima latinične abecede ili grčkog alfabeta, dok se za mjerne jedinice i brojeke upotrebljavaju uspravni znakovi.

Jednadžbe u tekstu numeriraju se arapskim brojevima u okruglim zagradama uz desni rub teksta, a na njih se u tekstu poziva pomoću broja jednadžbe u okruglim zagradama, npr. “.... iz (5) slijedi”

10pt

Jednadžba 1 (1)

10pt

Jednadžba 2 (2)

10pt

10pt

2. UVODNE NAPOMENE

10pt

Ponudeni članak ne smije biti ranije objavljen, bilo u jednakom ili sličnom obliku, niti smije biti istodobno ponuđen drugom časopisu. Za sadržaj članka, autentičnost podataka i tvrdnji u njemu isključivo i u cijelosti odgovara autor ili autori.

Članci prihvaćeni za objavljivanje svrstavaju se u četiri kategorije: izvorni znanstveni članci (original scientific papers), prethodna priopćenja (preliminary communications), pregledni članci (subject reviews) i stručni članci (professional papers).

U **izvorne znanstvene članke** svrstavaju se radovi, koji po ocjeni recenzenata i Uredničkog odbora, sadrže originalne teorijske ili praktične rezultate istraživanja. Ovi članci trebaju biti napisani tako da se na osnovi danih informacija može ponoviti eksperiment i postići opisane rezultate, odnosno autorova opažanja, teorijske izvode ili mjerenja.

Prethodno priopćenje sadrži jedan novi znanstveni podatak ili više njih, ali bez dovoljno pojedinosti koje bi omogućavale provjeru kao kod izvornih znanstvenih članaka. U prethodnom se priopćenju mogu dati rezultati eksperimentalnih istraživanja, rezultati kraćih istraživanja ili istraživanja u tijeku, kojih se objavljivanje procijeni korisnim.

Pregledni članak sadrži cjelovit prikaz stanja i tendencija određenog područja teorije, tehnologije ili primjene. Članci ove kategorije su preglednog karaktera s kritičkim osvrtom i ocjenom. Citirana literatura mora biti dovoljno cjelovita tako da omogućiti dobar uvid i uključivanje u prikazano područje.

Stručni članak može sadržavati prikaz originalnog rješenja nekog uređaja, sklopa ili instrumenta, prikaz važnijih praktičnih izvedbi i slično. Rad ne mora biti vezan uz originalna istraživanja, nego sadrži doprinos

primjeni poznatih znanstvenih rezultata i njihovoj prilagodbi potrebama prakse, pa je doprinos širenju znanja, itd.

Izvan navedene kategorizacije Urednički odbor časopisa pozdravit će i članke zanimljivog sadržaja za rubriku "Zanimljivosti". U ovim člancima daju se opisi praktičnih izvedbi i rješenja iz proizvodnje, iskustva iz primjene uređaja i slično.

10pt

10pt

3. PISANJE ČLANKA

10pt

Članak se piše hrvatskim jezikom te se metrološki i terminološki valja uskladiti sa zakonskim propisima, normama (ISO 80000 serija) i međunarodnim sustavom jedinica (SI). Materija u članku izlaže se u trećem licu jednine.

Uvod sadrži opis problema i prikaz važnijih rezultata radova opisanih u citiranoj literaturi. Navodi se način rješavanja problema, koji se opisuje u članku, kao i prednosti predloženog postupka.

Središnji dio članka može se sastojati od nekoliko dijelova. Treba izbjegavati matematičke izvode koji opterećuju praćenje izlaganja. Neizbježni matematički izvodi mogu se po potrebi, dati kao cjeline u obliku jednog priloga ili više njih. Preporuča se navođenje primjera kad je potrebno ilustrirati proceduru eksperimenta, postupak primjene rezultata rada u konkretnom slučaju ili algoritam predložene metode. Razmatranje treba u pravilu eksperimentalno potvrditi.

Zaključak u kojem se navode ostvareni rezultati i naglašava efikasnost korištenog postupka. Istaknuti treba eventualna ograničenja postupka kao i područja moguće primjene dobivenih rezultata.

10pt

10pt

4. ZAKLJUČNE NAPOMENE

10pt

Gotovi članci pripremljeni u MS Word za Windows i prelomljeni prema ovom predlošku šalju se Uredništvu časopisa Tehnički Glasnik na slijedeću e-mail adresu: zivko.kondic@velv.hr

Urednički odbor zadržava pravo manjeg redakcijskog ispravka članka u okviru priprema za tisak. Članke, koji u bilo kojem pogledu ne zadovoljavaju naputak autorima, Urednički će odbor vratiti autoru. Radi eventualnih nejasnoća u svezi predloženog članka, Urednički se odbor obraća samo prvom autoru, ako ima nekoliko autora, i uvažava samo stavove koje iznese prvi autor.

10pt

10pt

5. LITERATURA

10pt

Literatura se navodi redoslijedom kojim se citira u članku. Pojedine literarne reference iz popisa literature u tekstu pozivaju se odgovarajućim brojem u uglatim zagradama, npr. “.... u [7] je pokazano ...”. U popisu literature svaka se jedinica označava brojem, a navodi se prema sljedećim primjerima (podnaslove iznad referenci izostaviti – dani su kao primjer izvora):

10pt

knjige:

- [1] Franklin, G. F.; Powel, J. D.; Workman, M. L.: Digital Control of Dynamic System, Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, 1990
- [2] Kostrenčić, Z.: Teorija elastičnosti, Školska knjiga, Zagreb, 1982.

članci u časopisima:

- [3] Michel, A. N.; Farrell, J. A.: Associative Memories via Artificial Neural Networks, IEEE Control System Magazine, Vol. 10, No. 3 (1990) 6-17
- [4] Dong, P.; Pan, J.: Elastic-Plastic Analysis of Cracks in Pressure-Sensitive Materials, International Journal of Solids and Structures, Vol. 28, No. 5 (1991) 1113-1127
- [5] Kljajin, M.: Prijedlog poboljšanja proračuna parametara dodira na primjeru evolventnih bokova zubi, Tehnički vjesnik/Technical Gazette, Vol. 1, No. 1,2 (1994) 49-58

članci u zbornicima znanstveno-stručnih skupova:

- [6] Albertsen, N. C.; Balling, P.; Laursen, F.: New Low Gain S-Band Satellite Antenna with Suppressed Back Radiation, Proc. 6th European Microwave Conference, Rome, September 1976, 14-17
- [7] Kljajin, M.; Ergić, T.; Ivandić, Ž.: Izbor robota za zavarivanje uvjetovan konstrukcijom proizvoda, Zbornik radova - 3. međunarodno savjetovanje proizvodnoga strojarstva/3rd International Conference on Production Engineering CIM '95, Zagreb, November 1995, C-35 - C-41

poveznice (linkovi):

- [8] http://www.sciencedaily.com/articles/w/wind_power.htm (Dostupno:19.06.2012.)

10pt

10pt

Kontakt autora:

10pt

Ime Prezime, titula

Institucija, tvrtka

Adresa

Tel./Fax,e-mail