

TECHNE¹⁵

PULA
PROSINAC
2016

ČASOPIS ZA POLITEHNIČKU OBRAZOVNU TEORIJU I PRAKSU



 **Politehnika Pula**
Visoka tehničko-poslovna škola

 **TECHNE**
UDRUŽENJE INŽENJERA

KRATKI STRUČNI
STUDIJ **POLITEHNIKE**



Efikasnim upravljanjem procesima do
konkurentske prednosti

Cilj obrazovanja na kratkom stručnom studiju je stjecanje novih znanja, vještina i kompetencija, kao i usvajanje novih stavova iz sustava vrijednosti u društvu i gospodarstvu, temeljenom na znanju, osobnom razvoju i društvenoj odgovornosti.

Završetkom studiranja dobiva se novi, praksi potreban profil stručnjaka sa skupom novostečenih kompetencija potrebnih na operativnoj razini.

Novostečene kompetencije omogućavaju završenom studentu sposobnost učinkovitog samostalnog i timskog djelovanja i izvršavanja radnih i rukovodnih zadataka u poslovnim procesima na operativnoj razini.

- Nakon završetka studija student stječe stručni naziv stručni/a pristupnik/pristupnica politehnike
- Studij se izvodi u trajanju od četiri (4) semestara (dvogodišnji studij) sa ukupno 120 ECTS bodova.

NASTAVNI PLAN KRATKOG STRUČNOG STUDIJA POLITEHNIKE

2 godine (4 semestra) • 120 ECTS • Izvanredni studij

NAZIV KOLEGIJA (PREDMETA)	ECTS
1. SEMESTAR	
Primijenjena matematika	5
Primijenjena fizika	4
Tehnike dokumentacije i prezentacije	4
Metode i tehnike inženjerskog učenja i rada	5
Primjena elektroničkih računala	4
Timski rad i praktikum 1	3
Engleski jezik 1	3
Tjelesna i zdravstvena kultura 1	2
3. SEMESTAR	
Upravljanje kvalitetom	4
Analogna elektronika	4
Materijali i njihova primjena	4
Tehnologija i proizvodna tehnika	4
CAE/CAD/CAM	3
Timski rad i praktikum 3	3
Elektrotehnika 2	4
Izborni predmet 1	3
Tjelesna i zdravstvena kultura 3	2
IZBORNI PREDMETI	
Električni strojevi	3
Poslovni informacijski sustavi	3
Računalne mreže	3

NAZIV KOLEGIJA (PREDMETA)	ECTS
2. SEMESTAR	
Elektrotehnika 1	5
Digitalna elektronika	5
Proizvodno inženjerstvo	4
Poslovna organizacija i ekonomika	4
Upravljačko računovodstvo	4
Timski rad i praktikum 2	3
Tjelesna i zdravstvena kultura 2	2
Engleski jezik 2	3
4. SEMESTAR	
Procesna efikasnost i efektivnost	4
Energija i energijske tehnologije	4
Timski rad i praktikum 4 i Stručna praksa	8
Industrijski sustavi automatizacije	4
Tjelesna i zdravstvena kultura 4	1
Izborni predmet 2	3
Završni rad	6
IZBORNI PREDMETI	
Elektroenergetske mreže i postrojenja	3
Upravljanje elektromotornim pogonima	3
Geoinformacijski sustavi	3

Sadržaj

Uspostava digitalnog institucijskog repozitorija Politehnike Pula
(str. 3)

Sanja Grbac Babić, mag. računarstva

Distribucija električne energije u Istri (str. 7)
mr. sc. Davor Mišković, dipl. ing.

Računalna podrška u procesu izbora u zvanje (str. 9)
Kristina Blašković, mag. edu. fizike i informatike

Za sve narode, za sva vremena – internacionalni sustav mjernih
jedinica (SI) (str. 13)
Luciano Kuhar, prof., viši predavač

Primjena online marketinga u promociji web stranice (str. 18)
Miško Macolić Tomičić, spec. ing

Postupci procjene parametara (str. 27)
*Sandi Buletić, dipl.ing., pred.
Kristijan Batelić*

Osnove proračuna kritičnih brzina vrtnje rotacionih strojeva (str. 34)
Milenko Jokić, mag. ing. mech.

Izrada mikroprocesorskih modula na primjeru upravljanja
svjetlosnom signalizacijom automobila putem CAN Bus protokola
(str. 39)
*Milan Ljuba, bacc. ing. politehn.
Sanja Grbac Babić, mag. računarstva*

Projekt smanjenja obradnog škarta u procesu strojne obrade kućišta
turbo kompresora 792695-1-se šest sigma metodom (str. 44)
Igor Poldrugovac

Upravljačko računovodstvo kao temelj upravljanja razvojem
poduzeća (str. 47)
Erol Čurt, dipl. oec.

Za nakladnika | For Publisher

Mr. sc. Davor Mišković

Uredništvo | Editorial Board

Mr. sc Davor Mišković

Dr. sc. Branimir Ružojčić

Dr. sc. Klaudio Tominović

Mr. sc. Radovan Jokić

Dr. sc. Goran Žgrablić.

Boris Marjanović

Barbara Marušnik

Sanja Grbac Babić

Tamara Žufić-Košara

Glavni urednik | Editor

Luciano Kuhar

Likovni urednik | Art Editor

Boris Marjanović

Grafički urednik | Graphic Editor

Boris Marjanović

Naslovnica | Cover

Igor Zirojević

Tisak | Press

Tiskara Nova, Galižana

Naklada | Copies

300 primjeraka

Časopis izlazi dva puta godišnje

UDK 371

ISSN 1333-2643

USPOSTAVA DIGITALNOG INSTITUCIJSKOG REPOZITORIJA POLITEHNIKE PULA

Establishment of a Digital Institutional Repository of Polytechnic Pula

Autor **Sanja Grbac Babić**, mag. računarstva

SAŽETAK

Svjedočeći brzom razvoju svih područja znanosti i tehnologije posebno u zadnjih dvadesetak godine stvorena je potreba za što bržim prijenosom informacija i objavljivanjem novih dostignuća. Jedan od mogućih oblika predstavljaju institucijski repozitoriji, koji su danas u digitalnom obliku, a moguće im je pristupiti putem globalne mreže.

Postupak digitalizacije dokumenata iziskuje materijalna sredstva, stoga je jedinstveni sustav Dabar racionalno rješenje za sve ustanove iz sustava visokog školstva putem kojeg je moguće besplatno realizirati digitalni institucijski repozitorij u skladu sa načelima otvorenog pristupa znanstvenim radovima. Politehnika Pula je nakon zatraženog zahtjeva u sustavu Dabar uspostavila institucijski repozitorij na svoj domeni. uspostavljaju se institucijski digitalni repozitoriji. Stvorena je nova vrijednost ustanove na osnovu objavljenih radova kojima je moguće javno pristupiti.

KLJUČNE RIJEČI: institucijski repozitorij, ocjenski radovi, otvoreni pristup, Dabar, metapodaci

ABSTRACT

Witnessing the rapid development of all areas of science and technology, especially in the last twenty years, has created a need for faster transmission of information and the publication of new development. One of the possible forms are institutional repositories, which are now in digital form, and can be accessed through the global network.

The process of digitizing documents requires material resources, so a unique system Dabar is a rational solution for all institutions of higher education system through which it is possible to realize a free digital institutional repository in accordance with the principles of open access of scientific papers. After requesting the establishment by system Dabar Polytechnic Pula has established institutional digital repository at own domain. A new value of the institution has been created on the basis of published papers which can be publicly accessed.

KEYWORDS: institutional repository, thesis, open access, Dabar, metadata

1. UVOD

Repozitorij, u najširem smislu predstavlja strukturu podataka pohranjenu na poslužitelju, a čija je namjena trajno prikupljanje, pretraživanje i dohvaćanje podataka.

U sustavu visokog školstva danas gotovo sve institucije posjeduju digitalni repozitorij putem kojeg najčešće objavljuju digitalni nastavni materijal, koji omogućuje sustavno upravljanje procesima objavljivanja, pristupa i pohrane obrazovnog sadržaja^{1,2}. Budući da takav repozitorij proizlazi kao rezultat rada kojeg su stvorili nastavnici, znanstvenici i studenti neke institucije i koji su dostupni krajnjim korisnicima u instituciji i izvan nje, naziva se institucijski repozitorij.

Postupak digitalizacije dokumenata uključuje i problem materijalnih sredstava i način odabira sadržaja za pohranu.

Digitalizacija pisane građe je proces koji iziskuje značajna materijalna sredstva i pravne procedure, ali čiji je konačni rezultat digitalna imovina koja predstavlja temeljnu vrijednost u sustavu znanosti i visokog obrazovanja, a važna je zbog zaštite hrvatske znanstvene baštine.

Prema odredbama Zakona o izmjenama i dopunama Zakona o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju³ veleučilišta i visoke škole dužne su završne i diplomske radove kopirati u javnu internetsku bazu završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice⁴. Nacionalna i sveučilišna knjižnica u Zagrebu (NSK) u suradnji sa Sveučilišnim računskim centrom Sveučilišta u Zagrebu (Srce)⁵ izradila je infrastrukturu za prihvata, pohranu i objavu digitalnih inačica ocjenskih radova⁶.

¹ Lasić-Lazić, J., Repozitoriji digitalnog obrazovnog materijala kao sastavnica kvalitete suvremenih koncepta obrazovanja, Edupoint - časopis o primjeni informacijskih tehnologija u obrazovanju (2005).

² Vrana, R., Digitalni repozitoriji i budućnost očuvanja i primjene znanstvenog znanja, Informatologija (Vol 44, No 1, Ožujak 2011.), str 55-62.

³ Narodne novine, „Zakon o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju“, br. 94/13, čl.40., 2013

⁴ <http://www.nsk.hr/>

⁵ <http://www.srce.unizg.hr/>

⁶ Ocjenski radovi su završni radovi, diplomski radovi, magistarski radovi, završni specijalistički radovi i doktorske disertacije

Kako bi sve ustanove iz sustava visokog školstva imale ista prava i mogućnosti osnovan je sustav Dabar⁷ - digitalni akademski arhiv i repozitorij koji omogućava svim ustanovama i drugim dionicima iz sustava znanosti i visokog obrazovanja istovremeno jednostavnu uspostavu i održavanje većeg broja digitalnih repozitorija.

1.1. Hipoteza rada

Korištenje digitalnog institucijskog repozitorija za upravljanje digitalnim radovima olakšava razmjenu podataka sa sustavom nacionalnog repozitorija završnih radova u NSK, pridonosi ukupnoj kvaliteti sustava za dostavu i pohranu ocjenjskih radova u sustavu visokog obrazovanja Republike Hrvatske, te povećava kvalitetu rada i ugled veleučilišta/visoke škole.

1.2. Struktura rada

Rad je strukturiran u šest poglavlja. U prvom poglavlju je iznesen je uvod u tematiku repozitorija i postavljena je hipoteza rada. U drugom poglavlju opisan je pojam institucijskog repozitorija, kako bi se u trećem poglavlju objasnio pojam otvorenog pristupa. Sustav Dabar i njegove funkcionalnosti objašnjene su u četvrtom poglavlju. Peto poglavlje opisuje uspostavu institucijskog repozitorija Politehnike Pula, a u zadnjem, šestom poglavlju iznesen je zaključak rada.

2. INSTITUCIJSKI REPOZITORIJ

Najznačajnije karakteristike repozitorija proizlaze iz definicije pojma, a to su pohrana, zaštita i korištenje različitih vrsta resursa i materijala. Često je naglasak na obrazovnoj i intelektualnoj dimenziji i dostupnost putem globalne mreže.

Kad govorimo o institucijskom repozitoriju sve se karakteristike vezuju za instituciju koja objavljuje repozitorij. Iako repozitorij nalikuje bazi podataka, od nje se razlikuje jer omogućuje mehanizme pronalaženja, razmjene i ponovnog korištenja sadržaja⁸.

S obzirom na svoju strukturu repozitoriji nude strukturiran i organiziran pristup informacijama zasnovan na ciljanom pronalaženju i korištenju građe⁹, a to je omogućeno zahvaljujući opisivanju i indeksiranju uz primjenu suvremenih standarda metapodataka. Izbor metapodataka ovisi o vrsti dokumenta koja se opisuje, što znači da je nužno odabrati one koji mogu kvalitetno i potpuno opisati neki informacijski izvor.

Proces organiziranja repozitorija je dugotrajan, složen i teži k stalnim promjenama, počevši od prikupljanja (samoarhiviranje ili uz dozvolu nositelja autorskih prava) i pohrane podataka, do reguliranja pristupa. Kako bi pronalaženje radova bilo što jednostavnije potrebno je pri objavi rada kvalitetno opisati metapodacima. Metapodaci su skup elemenata koji opisuju neki informacijski izvor¹⁰. Pri odabiru metapodataka treba izabrati one koji kvalitetno i potpuno opisuju određeni informacijski izvor. Dakle, odabir metapodataka uvjetovan je vrstom dokumenata koja se opisuje. Potrebno je označiti rad identifikatorima kako bi se mogli ispravno citirati, treba raz-

motriti mogućnost dodavanje besplatnog pristupa, te pohraniti u odgovarajućem digitalnom formatu.

Sadržaj repozitorija može biti raznolik, te ovisi o potrebama, interesima i strategiji matične institucije, autorskim pravima i materijalnim sredstvima¹¹. Ipak, najčešće repozitoriji sadrže neregizirane (eng. *pre-print*) i recenzirane (eng. *post-print*) verzije radova u časopisima, radove s konferencija, ocjenjske radove, obrazovne materijale i multimedijalne sadržaje.

Krajnji cilj digitalnih repozitorija je jednostavan pristup digitalnim dokumentima, pohrana digitalnih sadržaja, povećanje vidljivosti znanstvenog i stručnog rada. Stoga digitalni institucijski repozitoriji predstavljaju značajnu digitalnu infrastrukturu u korist autora, institucije, znanstvene zajednice i svih korisnika.

3. OTVORENI PRISTUP

Napretkom informacijsko komunikacijskih tehnologija i računarstva razvile su se nove vrste informacijskih proizvoda i usluga koje omogućuju uspostavljanje digitalnih institucijskih repozitorija. Posebno su zadnja dva desetljeća fokusirana na to područje, te se zadnjih godina nameću pojmovi digitalna knjižnica (e-knjižnica) i otvoreni pristup.

Budući da znanstvenici svjedoče krizi znanstvenog izdavaštva¹², ulažu velike napore kako bi imali pristup znanstvenim informacijama, a jedan od načina je i inzistiranje na otvorenom pristupu (engl. Open Access). Pod tim se pojmom označava slobodan, besplatan i neograničen pristup digitalnim znanstvenim sadržajima, prvenstveno u znanstvene svrhe, te predstavlja temelj znanstvene izmjene informacija, sa ciljem još bržeg razvoja znanosti i gospodarstva. Hrvatska znanstvena zajednica podržava ideju otvorenog pristupa znanstvenim informacijama što je vidljivo na Portalu znanstvenih časopisa Hrčak¹³ na kojem su objavljeni hrvatski znanstveni i stručni časopisi sa otvorenim pristupom.

Postizanje otvorenog pristupa znanstvenim radovima je zahtjevan proces, pe se predlažu različite strategije. Jedna od strategija je strategija samoarhiviranja koja obuhvaća proces pri kojemu autori samostalno i samoinicijativno unose radove u repozitorij, te se izgrađuje mreža institucionalnih ili disciplinarnih repozitorija znanstvenih radova. Na toj se strategiji zasniva ideja o digitalnim institucijskim repozitorijima veleučilišta/visokih škola, a kroz sustav Dabar - digitalni akademski arhiv i repozitorij omogućeno je umrežavanje i otvoreni pristup repozitorijima. S obzirom na potrebu za otvorenim pristupom znanstvenih radova nameće se pojam otvorenog pristupa digitalnog repozitorija kao jedan od ciljeva sustava Dabar.

4. DABAR

Uspostavom i puštanjem u produkciju sustava Dabar – digitalni akademski arhiv i repozitorij učinjen je veliki iskorak u razvoju nacionalne e-infrastrukture, te je iskazana podrška inicijativi otvorenog pristupa znanstvenim informacijama.

Ovim sustavom sve institucije dobivaju besplatno i u potpunosti prilagođeno programsko rješenje te ne trebaju brinuti oko teh-

⁷ <https://dabar.srce.hr>

⁸ Lasić-Lazić, J., Repozitoriji digitalnog obrazovnog materijala kao sastavnica kvalitete suvremenih koncepta obrazovanja, Edupoint - časopis o primjeni informacijskih tehnologija u obrazovanju (2005).

⁹ Hebrang-Grgić, I., Otvoreno dostupni digitalni repozitoriji : imaju li budućnost u Hrvatskoj?, 11. dani specijalnih i visokoškolskih knjižnica : knjižnice : kamo i kako dalje / uredile Tamara Krajna i Alisa Martek. Zagreb : Hrvatsko knjižničarsko društvo, 2010. Str. 111-118.

¹⁰ Krajna, T., Što su to Dublin Core metapodaci. Polimeri 28(2007)1, 63-64.

¹¹ Crow, R., The Case of Institutional Repositories: a SPARC position paper, 2002.

¹² Hebrang-Grgić, I., Kriza izdavaštva znanstvenih časopisa // Vjesnik bibliotekara Hrvatske. 47, 1-2 (2003). Str 90-91.

¹³ <http://hrcak.srce.hr/>

ničkih aspekata njegova održavanja i/ili nadogradnje, već se mogu usredotočiti na prikupljanje i uređivanje samih zapisa u repozitoriju.

Dabar je sustav koji svim ustanovama iz sustava znanosti i visokog obrazovanja u RH omogućava jednostavnu uspostavu i održavanje institucijskog digitalnog repozitorija na vlastitoj internetskoj domeni pomoću kojeg mogu rezultate znanstveno-istraživačkog i intelektualnog rada vlastite institucije pohraniti, opisati, dugoročno i pouzdano čuvati, pretraživati i distribuirati. Dabar razvija i održava Sveučilišni računski centar u suradnji s partnerskim ustanovama iz akademske i istraživačke zajednice.

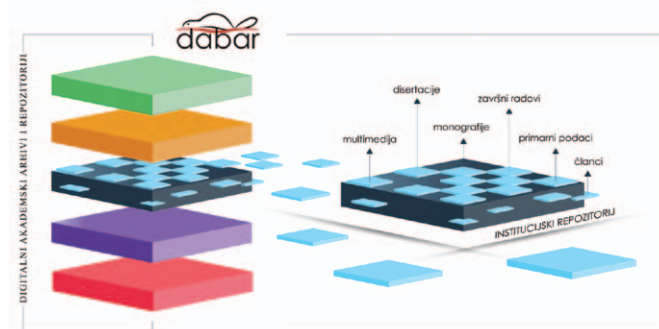
Putem Dabra moguće je objaviti sadržaje u otvorenom pristupu te se na taj način povećava vidljivost objavljenih sadržaja, aktivnosti djelatnika i studenata te same matične ustanove. Dabru se pristupa putem AAI@EduHr¹⁴ elektroničkog identiteta koji je dodijeljen svim sudionicima sustava znanosti i visokog obrazovanja u Republici Hrvatskoj.

4.1. Što se može pohraniti u Dabru?

Predviđeno je da se putem sustava Dabar u institucijskim repozitorijima mogu objavljivati razni digitalni materijali koji su rezultat znanstveno-istraživačkog, intelektualnog i kreativnog rada osoba povezanih s matičnom ustanovom koja pohranjuje sadržaj (slika 1). To su najčešće: pre-print radovi, recenzirani članci, radovi i zbornici s konferencija, istraživački podaci, završni i diplomski radovi studenata, disertacije, knjige, nastavni materijali, prezentacije, slike, video i audio zapisi, te ostala digitalizirana građa.

Za sada digitalni repozitoriji na Dabru sadrže završne radove, diplomske radove i doktorske disertacije, no u skorijoj će budućnosti biti omogućeno pohranjivanje i ostalih vrsta publikacija, ali i drugih vrsta objekata.

Slika 1. Elementi Dabra dostupni svakom od repozitorija u sustavu



Izvor: <https://dabar.srce.hr/dabar>

S obzirom na to da je važno osigurati mogućnost kasnijeg pronalaženja objekata, svaki se objekt prilikom pohrane mora opisati odgovarajućim skupom metapodataka, te su stvoreni protokoli za pobiranje podataka koje nazivamo metapodaci kako bi pretraživanje informacija i sadržaja bilo olakšano i preciznije.

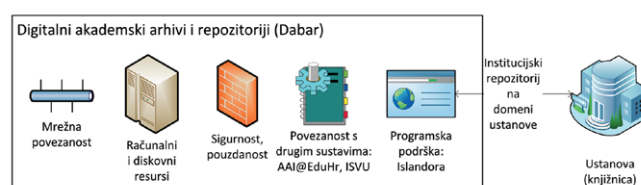
Iako bi radove trebali objavljivati sami autori, koji do sada nisu tome skloni prema preporuci zapise u institucijske repozitorije na Dabru trenutačno najčešće pohranjuju knjižničari ili druge ovlaštene osobe za uspostavu i održavanje digitalnog repozitorija pri matičnoj ustanovi.

Da bi se postigao krajnji cilj Dabra, a to je objavljivanje što više različitih digitalnih sadržaja uskoro će biti omogućeno i samoarhiviranje zapisa. Stoga se trenutno provodi testiranje samoarhiviranja ocjenskih radova. Na taj će način sami autori moći objavljivati svoje radove, dok će odgovorne osobe na ustanovi biti zadužene za provjeru metapodatkovnih opisa i pohranjenih datoteka.

4.2. Funkcija Dabra

Zahvaljujući sustavu Dabar koji osigurava računalne resurse, memorijske kapacitete, potpunu infrastrukturnu podršku, mrežno se povezuju sve institucije koje se odluče za Dabar (slika 2). Osim same uspostave repozitorija Dabar sustavno brine o sigurnosti, stabilnosti i visokoj dostupnosti sustava digitalnih repozitorija kroz korištenje naprednih računalnih tehnologija, izradu sigurnosnih kopija, redovitu nadogradnju programske podrške te kontinuirani nadzor rada sustava.

Slika 2. Struktura Dabra



Izvor: <https://dabar.srce.hr/dabar>

Sustav Dabar se neprestano usavršava i nadograđuje poveziivanje sa postojećim informacijskim sustavom kao što je ISVU (Informacijskog sustava visokih učilišta) kako bi se što veći broj podataka preuzimao automatski. Svojom nadogradnjom Dabar kontinuirano održava i proširuje funkcionalnosti aplikativnog rješenja u skladu s globalnim trendovima iz područja digitalnih repozitorija i nacionalnim standardima. Komunikacija između Dabra i matične ustanove je dvosmjerna tako da sve ustanove koriste iste standarde za razmjenu podataka (OAI-PMH), te implementira podršku za pohranu i opisivanje digitalnih objekata u skladu s iskazanim potrebama akademske i istraživačke zajednice.

Od samog početka DABAR osigurava podršku i obrazovanje korisnika te radi na promociji dijeljenja informacija.

5. INSTITUCIJSKI REPOZITORIJ POLITEHNIKE PULA

Sustav DABAR pušten je u produkciju u kolovozu 2015., te je od samog početka odziv ustanova iz sustava znanosti i visokog obrazovanja bio velik. Danas sustav broji 107 repozitorija, te ima prijavljeno 14458 objekata.

Politehnika Pula je sukladno Zakonu¹⁵ počela sam prikupljanje završnih i diplomskih radova u akademskoj godini 2014./2015., a zahtjev za otvaranjem digitalnog repozitorija u sustavu Dabar podnesen je u ak. god. 2015./2016. Nakon što su se ostvarili preduvjeti i izvršene sve potrebne radnje, 20. rujna 2016. uspostavljen je repozitorij na adresi repozitorij.politehnika-pula.hr. Trenutno je u fazi objavljivanje svih postojećih objekata (završnih i diplomskih radova), te kontinuirano unošenje novih objekata.

¹⁵ Narodne novine, „Zakon o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju“, br. 94/13, čl.40., 2013.

¹⁴ <http://www.aaiedu.hr/>

Osim objave samog objekta potrebno je unijeti i opis rada koji je određen prema rješenju za pohranu završnih radova studenata i doktorskih disertacija opisanih metapodatkovnim opisom koji propisuje Nacionalna i sveučilišna knjižnica u Zagrebu, na temelju odredbi Zakona o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju¹⁶. Neki od obaveznih metapodataka su: autor rada, naslov rada, voditelj, povjerenstvo za obranu, ustanova, znanstveno područje, polje, grana kojemu rad pripada, vrsta studija, naziv studijskog programa, stupanj, vrsta rada, jezik teksta završnog rada, datum obrane rada, itd. Neki se podaci automatski upisuju iz sustav ISVU, a neke je potrebno upisati prilikom objave rada.

Prilikom unosa radova u institucijske repozitorije može se pojaviti problem definiranja autorskih prava na rad. Kod ocjen-skih radova, nedoumice nema, jer autorsko pravo pripada isključivo autoru rada, odnosno studentu. Kako bi se taj rad mogao objaviti u institucijskom repozitoriju dovoljno je da autor dopusti objavljivanje svog rada u institucijskom repozitoriju. Takva je praksa uvedena i na Politehnici Pula, te svi studenti prilikom predaje ocjenskog rada u pisanom i digitalnom obliku potpisuju izjavu kojom izjavljuju da su suglasni da se njihov rad trajno pohrani i objavi u institucijskom repozitoriju.

6. ZAKLJUČAK

Motivirani željom za pozitivnim doprinosom znanstvenoj zajednici došlo je do ideje uspostave digitalnih repozitorija obrazovnih ustanova, te je stvorena unificirana infrastruktura za sve ustanove iz sustava znanosti i visokog obrazovanja Republike Hrvatske.

Uspostavom sustava Dabar postignut je sinergijski efekt između institucijskih digitalnih repozitorija, koji se očituje smanjenjem troškova, kvalitetnijom infrastrukturom, povećavanjem vidljivosti ustanova te većom dostupnošću radova u otvorenom pristupu. Na taj se način doprinosi bržem razvoju znanosti i gospodarstva, a Dabar predstavlja poveznicu hrvatske znanstvene zajednice sa suvremenim svjetskim načelima otvorene znanosti.

Izradu institucijskog repozitorija osim što je zakonom o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju obavezna od

2013. godine, treba promatrati sa stajališta da to može biti i dobra prilika za promociju svojih nastavnih programa putem objavljenih radova. Za sada se putem dabra objavljuju samo ocjenski radovi, te se provodi testiranje samoarhiviranja radova.

U skladu sa time Politehnika Pula je otvorila digitalni institucijski repozitorij u sustavu Dabar, a dostupan je na repozitorij. politehnika-pula.hr. Time je stvorena nova vrijednost ustanove, jer se radovi javno objavljeni češće pregledavaju i citiraju, a ime Visoko tehničko poslovne škole Politehnike Pula dobiva veći renome.

LITERATURA

- [1] Crow, R., The Case of Institutional Repositories: a SPARC position paper, 2002. URL: <http://www.arl.org/sparc/bm~doc/ir final release 102.pdf> (16.5.2016.)
- [2] Hebrang-Grgić, I., Kriza izdavaštva znanstvenih časopisa // Vjesnik bibliotekara Hrvatske. 47, 1-2 (2003). str 90-91., URL: [www.hkdrustvo.hr/datoteke/89/vbh/God.47\(2004\),br.1-2](http://www.hkdrustvo.hr/datoteke/89/vbh/God.47(2004),br.1-2) (20.5.2016.)
- [3] Hebrang-Grgić, I., Otvoreno dostupni digitalni repozitoriji: imaju li budućnost u Hrvatskoj?, 11. dani specijalnih i visokoškolskih knjižnica : knjižnice : kamo i kako dalje / uredile Tamara Krajna i Alisa Martek. Zagreb : Hrvatsko knjižničarsko društvo, 2010. str. 111-118.
- [4] Krajna, T., Što su to Dublin Core metapodaci. Polimeri 28(2007)1, 63-64.
- [5] Lasić-Lazić, J., Repozitoriji digitalnog obrazovnog materijala kao sastavnica kvalitete suvremenih koncepta obrazovanja, Edupoint - časopis o primjeni informacijskih tehnologija u obrazovanju (2005).
Dostupan na: URL: <http://edupoint.carnet.hr/casopis/33/clanci/1.html> (15.4.2016.)
- [6] Narodne novine, „Zakon o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju“, br. 94/13, čl.40., 2013.
- [7] Vrana, R., Digitalni repozitoriji i budućnost očuvanja i primjene znanstvenog znanja, Informatologija (Vol 44, No 1, Ožujak 2011.), str. 55-62.

¹⁶ <https://dabar.srce.hr/files/zavrzni-radovi-metapodaci-20150724.pdf>

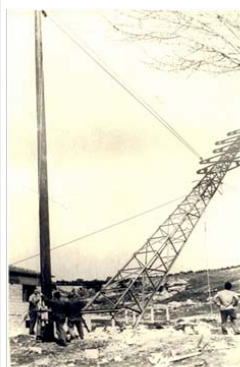
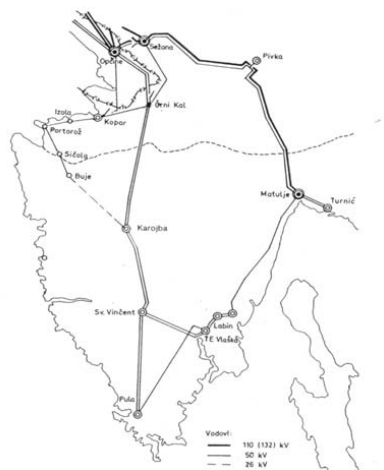
DISTRIBUCIJA ELEKTRIČNE ENERGIJE U ISTRI

Autor mr. sc. Davor Mišković, dipl. ing.

Djelatnost distribucije električne energije na području Istarske županije u sastavu HEP Operatora distribucijskog sustava d.o.o. obavlja Elektroistra Pula, organizirana kroz službe u sjedištu u Puli i šest pogona- Rovinj, Poreč, Pazin, Buzet, Labin i Buje. Na dan 31.12.2015. godine Elektroistra je opskrbljivala električnom energijom 155.704 kupaca, ostvarila je godišnju

prodaju od 1.132 GWh energije uz minimalne gubitke u mreži od 5,91% što je rezultat konstantnog ulaganja u mrežu i primjenu naprednih tehnologija. Maksimalno i rekordno opterećenje mreže u povijesti Elektroistre ostvareno je 07.08.2015. godine i iznosilo je 252 MW. U nastavku je povijesni pregled razvoja distribucije električne energije u Istri.

Godina	Događaj	Organizacija
1883.	Podiže se električna centrala Marchesi & Company u Vodnjanu koja je prva u Istri uvela korištenje električne energije za rasvjetu. Centrala je proizvodila i distribuirala električnu energiju sve do 1930. godine.	Marchesi, Pietro, vodnjanski tvorničar i umjetnik (Vodnjan, 28.X.1862 – Vodnjan, 21.VII.1929).
1900.-1904.	Hotel "Imperial" u Puli, Kavana "Miramare", Hotel "Rivijera", Mornarički dom "Casino", Kazalište "Ciscutti", Vojna bolnica Pula, Civilna bolnica Pula, Vodovod "Tivoli", Vodovod "Karolina", Vodovod "Fojbon", Otočje Brijuni.	lokalni izvori za proizvodnju električne energije
1900.	Položen je kamen temeljac za izgradnju elektrane u Puli.	
29.01.1904.	Elektrana je zaprimljena te je odlučeno da će osim električnog tramvaja električnom energijom podmirivati potrebe grada Pule.	
24. 04.1904.	Krenuo je prvi električni tramvaj.	
26. 04.1904.	Uvedena je električna rasvjeta iz javne mreže.	u konsignaciji vlasnika Pascalettia
1921.	Formira se Società Elettrica Istriana (SEI) kao privatna industrija sa sjedištem u Puli	
1921.	SEI naručuje kod Società Elettrica Venezia e Giulia (SELVEG) projektiranje dvostrukog 50 kV dalekovoda ukupne dužine 102,580 km, s rasklopištima i transformacijom u Karojbi, Savičenti i Puli.	Società Elettrica Istriana (SEI) 1921.- 1935
1925.	TS Pula (Gregovica)	
1926.	TS Savičenta	
1928.	TS Karojba	
14. 03.1935.	SEI se spaja u organizaciju sa SELVEG-om.	SELVEG 1935. – 1944.
1944.	Uprava za elektrifikaciju Istre i Hrvatskog primorja sa sjedištem u Crikvenici	
1946.	ELPOH (Električno poduzeće Hrvatske) je osnovao svoj pogon za Istru u Podlabinu koji je električnom energijom opskrbljivao samo područje Labinštine i Raše, dok je zapadno područje Istre tada dobivalo energiju od SELVEG-a.	
	Ostali dijelovi Istre pod tadašnjom upravom zona B bez Slobodnog teritorija Trsta napajali su se električnom energijom od "ELPRIS-a" (Električno poduzeće za Istru i Rijeku).	



Slika 1: Shema napajanja Istre električnom energijom 30-ih godina XX. stoljeća

HEP - Operator distribucijskog sustava d.o.o.
ELEKTROISTRA PULA

Godina	Događaj	Organizacija
rujan 1947.	Angloamerička vojna uprava napušta teritorij zapadne Istre.	
prosinac 1947.	Imovinu i poslovanje SELVEG-a preuzima "Elektroprimorje" Rijeka.	
20.12.1950.	Formirano je poduzeće "Elektroistra" Pula za čitavo područje Istre bez Slobodnog teritorija Trsta.	"Elektroistra" Pula 1950. – 2016.
1954.	Osnovana je Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske (ZEPH – kasnije ZEOH).	
1955.	Osnovana je Zajednica jugoslavenske elektroprivrede (kasnije JUGEL).	
1950.-1970.	Vrijeme elektrifikacije, a smatra se da je Istra, uz veliko učešće građana, u potpunosti elektrificirana 1970. Godine.	
11.07.1963.	U sastav Elektroistre ulazi i područje Bujštine – do tada samostalna "Elektra" Buje.	
1970.-1980.	Izgrađen je veliki broj trafostanica sa ciljem poboljšanja naponskih prilika (druga elektrifikacija) kao i puno značajnih kapitalnih objekata, čime je praćen snažan razvoj turizma u tom razdoblju.	
1975.	Prihvaća se studija Instituta za elektroprivredu o prelasku na transformaciju 110/20 kV umjesto 110/35/10 kV.	
1980.-1990.	Pogon se osuvremenjuje novim tehničkim dostignućima: daljinsko upravljanje, MTU, prvi optički kabel, primjena informatike.	
1989.	Prvo područje (Buzet – I faza) prelazi na 20 kV.	
1990.-2000.	U ratnim godinama opadaju tereti, smanjuje se broj radnika, sudjeluje se u obnovi na cijelom području Hrvatske.	Hrvatska elektroprivreda d.d. "Elektroistra" Pula
1997.	Otvora se Muzej u Karolji – „Izložba elektrodistribucije u Istri“.	Hrvatska elektroprivreda d.d. "Elektroistra" Pula
2000. – 2015.	Izgradnja značajnih napojnih objekata (TS Katoro, Vinčent, Buzet, Funtana, Tupljak, Medulin, DV Plomin – Guran, Plomin – Pazin) / zajednički distribucija i prijenos.	
01.07.2002.	Elektroistra postaje distribucijsko područje novoosnovane tvrtke HEP DISTRIBUCIJA d.o.o.	HEP DISTRIBUCIJA d.o.o. DP "Elektroistra" Pula
2005.-2015.	Otvaranje tržišta električne energije, izdvajanje HEP Opskrbe, pojava novih opskrbljivača.	
01.07.2006.	Promjena naziva tvrtke u HEP Operator distribucijskog sustava d.o.o.	HEP ODS d.o.o. "Elektroistra" Pula
2010.-2015.	Prva sunčana elektrana snage 10 kW priključena je 1.11.2010., a do kraja 2015. priključeno ih je 82, ukupne instalirane snage 3774 kW.	
2015. / 2016.	Restrukturiranje HEP Operatora distribucijskog sustava d.o.o. u cilju nove teritorijalne organizacije s izdvajanjem javne opskrbe u posebnu tvrtku.	

RAČUNALNA PODRŠKA U PROCESU IZBORA U ZVANJE

Computer Supported Elections into Teaching Titles

Autor **Kristina Blašković**, mag. edu. fizike i informatike¹

SAŽETAK

Procedura provođenja izbora u zvanje provodi se na svim ustanovama u sustavu visokog obrazovanja. Razvojem informatičke podrške u vođenju evidencije relevantnih podataka doprinjela bi povećanju produktivnosti, smanjila mogućnost pogreške te lakšem i bržem pristupu podacima.

KLJUČNE RIJEČI: Izbori u zvanje, baza podataka, Python GUI

ABSTRACT

Every institution in the system of HEI's (higher education Institutions) is obligated to implement procedure for the election into teaching titles. By development of the computer support in tracking the relevant data, the procedure would increase productivity, reduce the mistake possibilities, as well as insure easier and faster approach to desired data.

KEYWORDS: Elections into the title, DB, Python GUI

1. UVOD

U doba kada je teško pratiti korak sa razvojem tehnologije još uvijek se susrećemo sa segmentima poslovanja koji se vode u MS excel tablicama. Poznato je da vođenjem podataka na ovaj način može doći do kreiranja više verzija dokumenta i u konačnici rezultirati pogrešnim i nepotpunim podacima. Još jedan važan nedostatak je pristupačnost podataka budući da pristup podacima ima jedino osoba koja je kreirala dokument.

Pretpostavka ovog rada je da vođenje dokumentacije treba modernizirati te migrirati na platformu koja će ponuditi jednaku funkcionalnost uz veću fleksibilnost i lakši pristup podacima od strane svih autoriziranih korisnika. U tu svrhu osvrnuti ćemo se na razvoj informatičke podrške u postupku izbora u zvanje.

Prednost kreiranja informatičkog rješenja je da podatke spremamo na jedno mjesto u bazu podataka, čime smo osigurali olakšan pristup podacima. Za prikaz podataka u željenom obliku i kreiranje potrebnih izvještaja pobrinuti će se GUI toolkit pomoću kojeg možemo samostalno dizajnirati sučelje.

2. ŠTO JE IZBOR U ZVANJE?

Ustanove u sustavu znanosti i visokog obrazovanja imaju zakonsku obvezu voditi računa o akademskom razvoju nastav-

nika. U tu svrhu se provode izbori u zvanje prema uvjetima propisanim Zakonom o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju te Odlukom o uvjetima za ocjenu nastavne i stručne djelatnosti u postupku izbora u nastavna zvanja.

2.1. Procedura provođenja izbora u zvanje

Procedura se provodi na način da su svi podaci za pojedinog nastavnika relevantni za njegov izbor u zvanje upisani u excel tablicu na lokalnom file sistemu. Svaki put kada određenom nastavniku istekne izbor u zvanje potrebno je:

- i. pronaći zadnju verziju datoteke koja se nalazi ili na računalu ili na jednom od prenosnih medija
- ii. provjeriti kojim nastavnicima ističe izbor u zvanje. Pritom bi trebalo paziti da se natječaj pokrene mjesec dana prije isteka roka kako bi se svi poslovi koji su vezani za proceduru provođenja izbora stigli završiti u roku.
- iii. Ručno u MS Word dokument napisati tekst natječaja koji treba sadržavati podatke relevantne za nastavnike a to je popis zvanja (predavač, viši predavač, ...) nastavnika za koje se pokreće natječaj grupiranih po znanstvenim poljima za znanstveno područje
- iv. Taj natječaj je onda potrebno objaviti u javnim medijima. Budući da se tekst natječaja šalje mailom potrebno je da on bude u .doc formatu kako bi se tekst mogao obrađivati u oglasnom odjelu novina.

¹ Politehnika Pula – Visoka tehničko-poslovna škola

2.2. Ideja

Procedura je dosta jednostavna, ali je podložna greškama jer zahtjeva ručni unos podataka na više zasebnih mjesta te bi informatičko rješenje ponudilo veću sigurnost.

Ovaj rad prikazuje kako dizajnirati pregledno sučelje gdje će se svi potrebni podaci prikazivati u obliku tablice. Osim osnovnih funkcionalnosti dodavanja, ažuriranja i brisanja podataka korisno bi bilo istaknuti nastavnike kojima ističe izbor kako bi se moglo na vrijeme reagirati i pokrenuti novi natječaj te omogućiti generiranje datoteke za natječaj točno za označene nastavnike.

2.3. Realizacija

Kako namjera nije previše odstupati od dosadašnjeg načina rada, aplikacija je klijentska te kao programski jezik odabran je Python. Python je objektno orijentiran skriptni jezik koji ima sljedeće prednosti:

- brzo i relativno jednostavno učenje sintakse
- brz razvoj aplikacija. Python je skriptni programski jezik što znači da ne zahtjeva kompajliranje programa (kao npr. C ili C++ programski jezici) već se program izvodi direktno pokretanjem datoteke u komandnoj liniji (Python shell). Na taj način razvoj se ubrzava.
- mogućnost pokretanja aplikacije na bilo kojem operativnom sustavu koji podržava Python uz nikakve ili minimalne izmjene. Kao što je već rečeno program se može pokrenuti iz komandne linije ili ukoliko ne želimo da kod programa bude vidljiv korisnicima našeg programa pomoću python ekstenzije py2exe koja pretvara .py datoteku u izvršnu .exe datoteku

Grafičko sučelje realizirano je pomoću Python paketa, wxPython, koji je implementiran kao extension module. Takav modul, za razliku od Pythona, omogućava implementaciju novih built-in tipova i pozive prema C i sistemskim funkcijama. WxPython je interface prema wxWidget C++ library-u. Radi se o popularnom library-u koji omogućava nativni look and feel GUI aplikacija.

Za pisanje programskog koda korišten je PyCharm editor, pametan Python IDE. Editor nudi korisne mogućnosti te pogled na strukturu projekta, jednostavan pristup konzoli i jednostavno pokretanje aplikacije samo pritiskom gumba.

Budući je naglasak ovog rada na pristupačnosti podacima ovaj problem je riješen smještanjem podataka u bazu. Odabir programskog jezika jednim dijelom diktira i odabir baze te je odabrana MongoDB-as-a-Service (DbaaS). Radi se o servisu baziranom na cloud pristupu spremanja i upravljanja podatkovnm strukturama. Prednosti ovakvog tipa baze su da dobivamo funkcionalnost sličnu relacijskim bazama podataka (npr. MySQL, Oracle,...). Struktura podataka sa kojom ova baza manipulira je JSON.

Za konekciju korišten je nativni pythonov driver za interakciju sa MongoDB PyMongo koji ima alate za interakciju sa Mongo bazom podataka.

3. FUNKCIONALNOSTI APLIKACIJE

Glavni prozor aplikacije nudi pregled svih unesenih nastavnika zajedno sa podacima o njihovom izboru u zvanje. Podaci se prikazuju u formatu sličnom excelu. Svaki nastavnik ima svoj jedinstveni redni broj prema kojem se prati te zbog toga polje

“RBR” nije moguće mijenjati. Ostale podatke za postojeće nastavnike možemo ažurirati i brisati upravo kroz glavni ekran.

Slika 1: Pregled podataka

RBR	Ime	Prezime	Zvanje	Zanimanje	Datum od	Datum do	Područje	Polje	Napomena	Sljedeći izbor
1	Ivan	Ivanović		mag. računarstva			lahodke znanosti	računarstvo		predviđ.

3.1. Ažuriranje

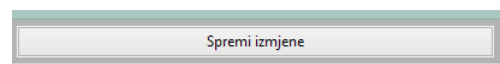
Dvostrukim klikom na ćeliju omogućava se izmjena njene vrijednosti u ćeliji.

Slika 2: Ažuriranje podataka

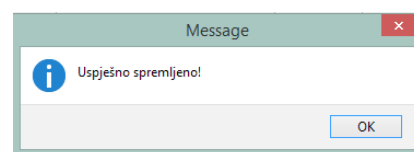
Zanimanje	Datu
mag. računarstva	

Budući da se radi o podacima koji se nalaze u bazi svaku izmjenu je potrebno sinkronizirati jer u protivnom ona neće ostati zapamćena. Aplikacija prati ažuriranje više slogova odjednom (masovno ažuriranje) te nakon što je korisnik napravio sva ažuriranja pritiskom na tipku “Spremi izmjene” sve izmjene se spremaju i aplikacija vraća poruku o uspješnom spremanju podataka.

Slika 3: Tipka za spremanje promjena



Slika 4: Poruka o uspješnom spremanju



3.2. Brisanje

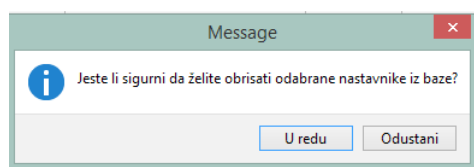
U zadnjoj koloni može se primijetiti da je dodan checkbox.

Slika 5: Mogućnost označavanja redova



On nudi mogućnost odabira više slogova odjednom u svrhu brisanja kada je potrebno pritisnuti tipku “Obriši nastavnika”. U ovom slučaju se zbog dodatne kontrole (kako korisnik ne bi zabunom obrisao neželjene podatke) podiže poruka upozorenja.

Slika 6: Poruka upozorenja

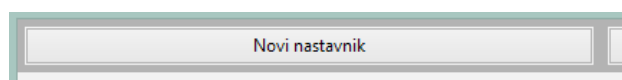


Ako sada korisnik pritisne tipku "U redu" odabrani slogovi će se obrisati, a u suprotnom slogovi ostaju nepromijenjeni.

3.3. Unos

Kako je već spomenuto novog nastavnika nije moguće unijeti putem glavnog ekrana. U ovom slučaju odabrano je elegantnije rješenje. Pritiskom na tipku "Novi nastavnik"

Slika 7: Tipka za dodavanje novog nastavnika

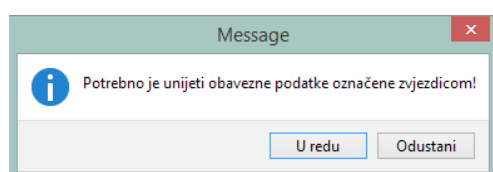


otvara se pomoćni ekran. Kako je unos novih podataka u web aplikacijama najčešće riješen na način da se popunjava obrazac i ova aplikacija se vodi tom idejom.

Slika 8: Ekran za unos podataka za nove nastavnike

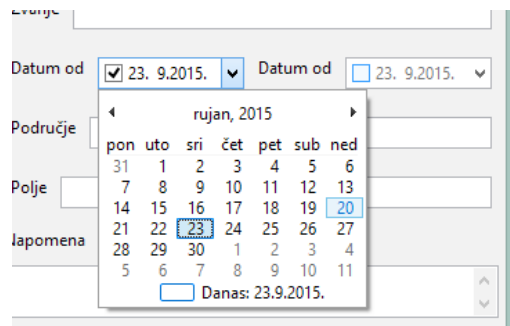
Na ekranu su postavljena sva polja koja je korisnik u mogućnosti popuniti. Pritom su određena polja opcionalna dok su druga obavezna. Labele obaveznih polja označena su zvjezdicom. Dodatno ukoliko korisnik pokuša unijeti slog kojemu nisu popunjena sva obavezna polja aplikacija podiže upozorenje.

Slika 9: Poruka upozorenja o nedostatku obaveznih podataka



Radi kontrole unosa ispravnog formata datuma (korisnik može unijeti nevažeći datum), bez dizanja još jednog upozorenja, na datumska polja postavljen je kalendar u kojem je moguće klikom miša odabrati traženi datum.

Slika 10: Mogućnost odabira iz kalendara na datuskom polju



3.4. Priprema za natječaj

Korisnik ove aplikacije ima zadatak održavati podatke za sve nastavnike. Pri tom on prati datume isteka izbora u zvanje svih nastavnika koji ne smije proći. Kada se bliži datum isteka potrebno je za odabrane nastavnike ponovno pokrenuti proceduru izbora ili reizbora u zvanje. Prvi korak je kreiranje novog natječaja. Aplikacija ima funkcionalnost koja jednim dijelom pomaže u tom koraku na način da kreira datoteku sa dijelom natječaja koji se odnosi na podatke nastavnika.

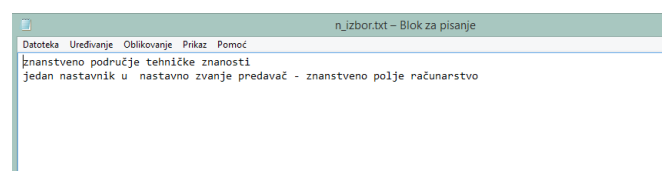
U tu svrhu na glavnom ekranu dodana su dva pomoćna polja "Napomena" i "Slijedeći izbor". U polje napomena predviđeno je napisati u kakvom je radnom odnosu nastavnik odnosno da li se radi o punom radnom odnosu ili vanjskoj suradnji. Polje "Slijedeći izbor" namjenjen je da se upiše zvanje nastavnika za koje se pokreće procedura.

Slika 11: Zvanje za koje se nastavnik natječe

na	Slijedeći izbor
	predavač

Kada su na ovaj način popunjeni podaci za sve nastavnike najprije spremamo izmjene a nakon toga checkbox-om označavamo sve nastavnike za koje se pokreće natječaj. Pritiskom na tipku "Kreiraj datoteku za natječaj" kreira se tekstualna datoteka sa tekstom koji se može kopirati u natječaj.

Slika 12: Izlazna datoteka sa dijelom teksta natječaja



3.5. Refresh

U aplikaciju je dodana još i funkcionalnost ručnog refresha podataka putem tipkovnice (pritiskom na tipku F5) kako bi korisnik u svakom trenutku mogao dobiti svježije podatke iz baze.

4. ZAKLJUČAK

Razvojem informatičkog rješenja doprinjelo bi se lakšem i bržem pristupu podacima od strane više korisnika. Vođenje evidencije kroz aplikaciju nije zahtjevno za savladavanje te ne odstupa u velikoj mjeri od dosadašnjeg vođenja evidencije.

Ovom podlogom omogućena je nadogradnja aplikacije koja bi doprinjela povećanju produktivnosti i olakšala praćenje podataka je funkcionalnost obavještanja o isteku izbora u zvanje.

LITERATURA

- [1] Guido Von Rossum and Python development team (2015), The Python Language Reference Release 2.7.10,
- [2] Noel Rapin, Robin Dunn, (2006) wxPython in action
- [3] Kristina Blašković, (2012) Računalom podržano ekološko gospodarenje otpadom, SORTA 2012, Zbornik radova, ISBN 978-953-7738-20-4

ZA SVE NARODE, ZA SVA VREMENA

Internacionalni sustav mjernih jedinica (SI)

Autor **Luciano Kuhar**, prof., viši predavač

Promatranje, eksperiment, mjerenje

Zamislimo osobu kojoj smo neprozirnom maskom zatvorili oči i pustili da se kreće u nepoznatom prostoru. Njezino kretanje će najprije biti pravocrtno dok ne naiđe na prvu prepreku. Tada će pod nekim kutom promijeniti pravac kretanja dok ne naiđe na slijedeću prepreku. To će ponoviti i na narednoj prepreci. Ako ta osoba mora ponoviti prijedeni put tada će se sjetiti nakon koliko koraka je naišla na prvu prepreku i pod kojim kutom mora skrenuti prema drugoj prepreci i tako dalje.

Osobe koje su slijepe od rođenja percipiraju vanjski svijet upravo na taj način. Njihova se percepcija svijeta sastoji samo od pravaca, kutova i udaljenosti. Trodimenzionalnost prostora za takve osobe ne postoji. Nemoguće bi bilo čovjeku opisati svijet koji ga okružuje bez osjetila vida kojim od prvih mjeseci svoga života uoči procjenjivati udaljenosti i dimenzije predmeta koji ga okružuju. Životinje kod kojih taj osjet funkcionira različito nego u čovjeka, kao na primjer muha, percipiraju svijet na sasvim drugačiji način.

Većinu informacija čovjek je stekao intuitivnim promatranjima okoline, ali na dimenzijskoj skali koja je jednaka njegovim perceptivnim dimenzijama.

Poznata otkrića iz prošlosti kao na primjer Euklidov teorem o zbroju unutarnjih kutova u trokutu ili Pitagorin poučak vrijede samo na dimenzijskoj skali čovjeka a ne i na dimenzijskim skalama makrosvijeta i mikrosvijeta.

Ljudsko biće ima na raspolaganju pet osjetila kojim percipira bližu okolinu: vid, njuh, opip, okus, sluh i miris.

Zamislimo sada ovu situaciju: kažemo prijatelju da zatvori oči (osjet vida je isključen), te da ispruži ruku. Na pitanje: "kao ti je okrenut dlan" prijatelj odgovara: "dlan mi je okrenut prema dolje". E sada, dlan nije vidio jer, rekli smo, da su oči zatvorene, a odgovorio je točno. Gdje je kvaka? Kvaka je u tome da posjedujemo pet osjetila koji nam služe za kontakt sa okolinom, i još jedno, unutarnje, takozvani "mišićni osjet". Jednostavno mišići su "pročitali" položaj dlana i tu informaciju transferirali mozgu.

Budući da je fizika fundamentalna znanost, čiji su interesi proučavanja zakonitosti sveopće prirode, neizostavno će se služiti ponovljivim metodama istraživanja uz odgovarajuća mjerenja i uz odgovarajući matematički mehanizam.

Poznata je izreka irskog fizičara Williama Thomsona lorda Kelvina (1824 – 1907): *"Quando potete misurare ed esprimere numericamente cio' di cui state parlando, solo allora sapete davvero qualcosa"*.¹

ili u slobodnom prijevodu: pojave se poznaju onoliko koliko se mogu izraziti brojevima.

Povijest fizike je prepuna slučajeva kada teorijska otkrića, koja su opisana matematičkim izrazima, nisu bila u stanju potpuno definirati neku pojavu, sve dok se dotična pojava nije eksperimentalno dokazala.

Eksperiment je osnova svake objektivne spoznaje, a mjerenje je eksperimentalno određivanje brojčanih vrijednosti na temelju uspoređivanja nepoznatih veličina s poznatim standardnim veličinama prethodno određenih na mjernom instrumentu ili uređaju. Eksperimentom se određuju parametri neke fizikalne pojave. Oni se nazivaju fizikalne veličine. Slovo označavanje pojedinih fizikalnih veličina dogovoreni su na međunarodnoj razini putem ISO (International Standard Organization) i IUPAP (International Union for Pure and Applied Physics) standarda.

Eksperiment je u fizikalna istraživanja prvi primijenio Galileo Galilei. Eksperiment se definira kao simulacija prirodne pojave u ograničenom prostoru, laboratoriju, upotrebom primjerenih pomagala s ciljem da se pojava razumije, definira, opiše i, po mogućnosti, primjeni u korisnu svrhu.

Budući da je u vrijeme Galilea prevladavala filozofija *"natura non facit saltus"* – priroda ne čini skokove ili stvari su onakve kakve ih vidimo u nekoj vrsti neprekidnosti, i eksperimenti su nužno morali biti takvi.

Razlika između Aristotelove filozofije prirode i Galilejeve filozofije prirode je upravo u primjeni ponovljivih metoda istraživanja kao što je eksperiment.

Eksperimenti u modernoj fizici imaju sasvim drugačiju metodologiju.

Zakoni emisije i apsorpcije energije od strane atoma, primjena energije atomskih jezgara, evolucija i nestajanje zvijezda, proizvodnja i primjena koherentne svjetlosti, primjena ultrazvuka, optički vodovi, nanotehnologija i mnoga druga otkrića nastala

¹ Caianiello, E. Fisica, volume primo, Redazione scientifica Garzanti, Torino, 1988., pag. 2

su u interdisciplinarnim laboratorijima u kojima rade neki novi *filozofi prirode*, fizičari, kemičari,

inženjeri, matematičari, informatičari. Nekadašnje poimanje vremena i prostora dobiva sasvim drugo značenje.

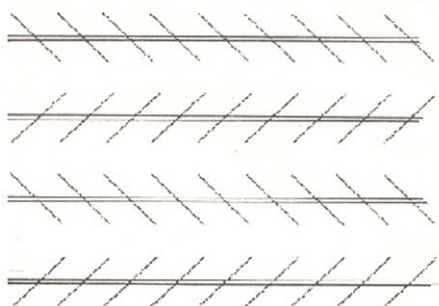
Nije priroda postala kontradiktorna već se tijekom stoljeća promijenio naš pogled na svijet.

Svaki je eksperiment popraćen mjerenjima. Mjeriti znači usporediti nepoznatu veličinu sa poznatom veličinom, upotrebom mjernog instrumenta i odrediti određenu kvantitativnu numeričku vrijednost koja je rezultat mjerenja.

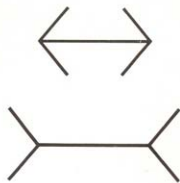
Uloga čovjeka u operaciji mjerenja je neizbježna, ali se mora svesti na najmanju moguću mjeru jer je, budući da ima nesavršena osjetila, čovjek sklon greškama pri mjerenju. Pri prvim eksperimentima u doba Galileja česte su bile greške promatranja koje su bile uzrokovane tzv. optičkim iluzijama.

Primjeri nekih optičkih iluzija:

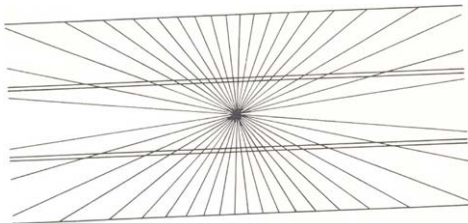
1. vodoravne crte su strogo paralelne, ali gledajući ih ispod kosih crta izgledaju da su konvergentne i divergentne:



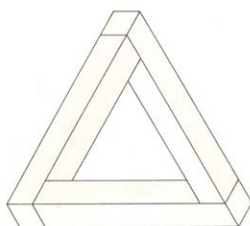
2. segment linije sa krilcima okrenutim prema van izgleda duži nego segment sa krilcima okrenutim unutra, mada su potpuno jednaki:



3. ova dva para paralelnih linija su paralelni, ali ovako izgledaju savinuti:



4. ovu se figuru može nacrtati, ali je fizički besmislena. To je rezultat kada čovjek konstruira trodimenzionalnu percepciju temeljenu na informacijama koje su dvodimenzionalne:



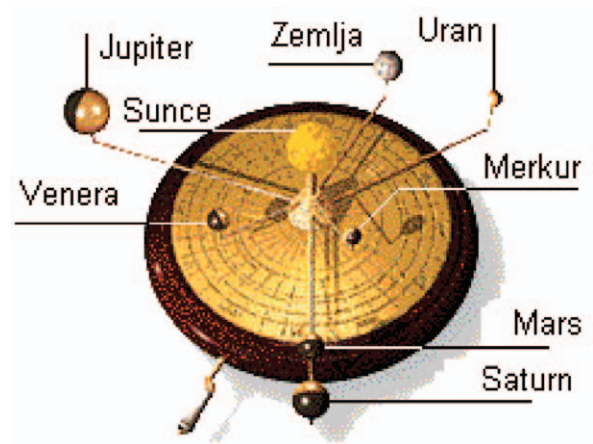
I savršeni instrument kao što je ljudsko oko može biti izvorom različitih grešaka. Svaki proces mjerenja je neizostavno praćen pogreškama. Budući da se u znanstvenim istraživanjima u fizici primjenjuju različita mjerenja fizikalnih veličina, potrebno je pronaći načine koji će pogreške smanjiti.

Eksperimentalna metoda istraživanja u fizici zahtjeva upotrebu adekvatnog instrumentarija. Instrumenti imaju tri osnovne funkcije:

1. instrument će promatranje i mjerenje učiniti *objektivnim*, znači nezavisnim od subjektivnih utjecaja i osobina onoga koji mjeri (čovjek);
2. instrument će promatranje učiniti *kvantitativnim* odnosno *mjeriti* fizikalnu veličinu i prikazati mjerni broj;
3. instrument će promatranje i mjerenje izvršiti i izvan polja ljudske prirodne percepcije, na primjer u području ultrazvuka, infracrvene svjetlosti, malih intervala vremena, velikih udaljenosti, vrlo brzih ili vrlo sporih sekvenci itd.

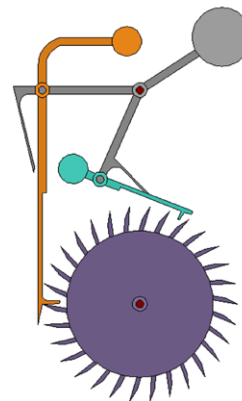
Svi mjerni instrumenti, da bi uspješno ispunili te osnovne funkcije moraju niti u prvom redu pouzdani. Pouzdanost instrumenta se mijenjala kroz povijest eksperimenta u skladu sa razvojem tehničkih inovacija i obrade materijala.

Model Sunčevog sustava iz vremena Keplerova heliocentrizma²



Vrijeme se obično definira kao sekvenca trajanja nekog događaja, te je time podložno mjerenju.

Nekadašnja mjerenja vremenskih sekvenci³



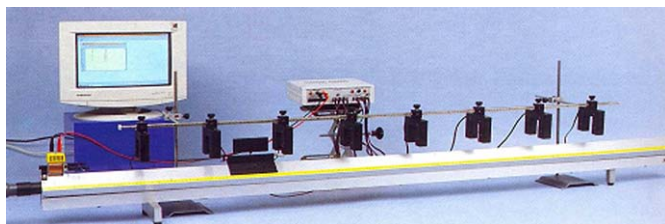
² Izvor: internet

³ Izvor: internet

Prema narudžbi Kraljevskog geografskog društva engleski urar John Harrison je 1735. godine napravio prvi mehanički sat na oprugu kojega je koristila Kraljevska mornarica za određivanje koordinata na moru. Slijedeće 1736. godine za pet mjeseci neprekidne plovidbe taj je sat kasnio samo 15 sekundi.⁴



Suvremenim mjernim instrumentima mogu se mjeriti veličine i izvan polja skale ljudske percepcije⁵



On-line metode s pomoću kompjutera smanjuju subjektivnost čovjeka kao čimbenika u procesu mjerenja i eksperimenta⁶

Fizikalne veličine podijeljene su na osnovne i izvedene. Osnovne fizikalne veličine su empirijski definirane i ne mogu se reducirati. U Internacionalnom mjernom sustavu ima ih sedam (duljina, masa, vrijeme, termodinamička temperatura, jakost električne struje, jakost svjetlosti, količina ili množina tvari). Fizikalne veličine se javljaju kao intenzivne i ekstenzivne. Intenzivne fizikalne veličine ne ovise o količini tvari koja se mjeri. Ako se, na primjer, iz neke količine vode izuzme jedan dio, tada taj dio ima jednaku mjerenu karakteristiku (gustoća, temperatura, salinitet, kemijsko ili biološko onečišćenje) kao ukupna količina. Kod ekstenzivnih veličina mjerene karakteristike ovise o volumenu ili masi tvari.

Mjerne jedinice

Razvojem trgovine i podjelama obradivih zemljišta, te velikim seobama naroda nastala je, tijekom 17. i 18. stoljeća, velika zbrka u nazivima i korištenju mjernih jedinica. Svaka struka, svaka državnica, ponekad i svaki grad imali su svoje mjerne jedinice, koje su se mijenjale s promjenama vladara.

Većina od tih jedinica bile su antropološke (dimenzije dijelova ljudskog tijela), druge su koristile neke dimenzija u prirodi, a neke su bile potpuno izmišljene.

Na primjer jedinica angloameričkog mjernog sustava YARD svojedobno je bila određena udaljenošću između nosa i palca ispružene lijeve ruke engleskog kralja Henryja II, a INCH ukupnom duljinom triju zrna ječma koje je iz sredine ječmenog klasa izvadio kralj Edward II. Antička mjera LITRA ili LIBRA bila je mjera za volumen i uteg (lat. *pondus*), odatle su nastale jedinice eng. *pound*, njem. *pfund*. Budući da su služile i za

mjerjenje težine plemenitih metala postale su i nazivi novca: *lira*, *pound sterling* (funta sterlinga).

U našim krajevima su se najčešće koristile antropološke jedinice: VLAS, PALAC, PEDALJ, LAKAT, KORAK, SEŽANJ, HVAT, ŠAKA, PREGRŠT, NARAMAK, BREME.

Neke su se i danas zadržale u primjeni kao na primjer za površine zemljišta: RAL ili JUTRO 5754,64 m²), LANAC (7193,3 m²), DULUM (1000 m²), DAN ORANJA – žrnada (4000 m²),

Posebno je zanimljiva povijest nastanka jedinice za duljinu – kopnene milje.

Današnja kopnena milja je precizno definirana i unificirana 1959. godine dogovorom Australije, Kanade, Novog Zelanda, Republike Južna Afrika, Velike Britanije i Sjedinjenih Američkih Država. Kopnena milja iznosi 1609,344 m.

Milja se prvi put javlja u starom Rimu i određuje udaljenost od 1000 dvokoraka, odnosno 2000 koraka (lat. *milia passuum*). Rimska milja je iznosila oko 1480 metara.

Jedinica je služila vladarima u rimskom carstvu za pravednu raspodjelu obradive zemlje rimskim vojnicima – legionarima, bezemljašima, kao svojevrstu plaću ili doprinos u uspješnim ratnim pohodima.

Nautička ili morska milja je mjerna jedinica izvan SI sustava, ali je dopuštena za upotrebu u pomorstvu, zrakoplovstvu te u pravnim dokumentima koji se odnose na određivanje međunarodnih granica na moru. Morska milja iznosi 1852 metra. Sukladno tome imamo jedinicu za brzinu – čvor ili knot (kt). To je brzina od jedne morske milje na sat (1,852 km/h).

Ideje o internacionalnom sustavu mjernih jedinica

Jedna od tekovina francuske revolucije bila je i zamisao o stvaranju jedinstvenog mjernog sustava pod parolom A' TOUS LES TEMPS, A' TOUS LES PEUPLES – ZA SVA VREMENA, ZA SVE NARODE. Zadatak bio povjeren Francuskoj Akademiji 1791. godine. Za jedinicu duljine inženjer Pierre Mechain predložio je geografsku konstantu: 40-milijuntni dio duljine zemljinog meridijana. Nazvali su je metar (grč. *metron* – mjera). Tisuću puta veću nazvali su kilometar (grč. *kilioi* – tisuća).

Godine 1799. načinjene su materijalne pramjere (etaloni, prototipovi) i pohranjeni u Arhivu Francuske Republike u Sevresu kraj Pariza.

Godine 1875. sedamnaest je država, potpisnica ugovora o upotrebi metarskog sustava, osnovalo Međunarodni ured za mjere i utege sa sjedištem u Sevresu kraj Pariza.

Danas se u tom Uredu nalaze standardni prototipovi (etaloni) različitih primarnih i sekundarnih mjera. Ured ima zadatak da koordinira, na međunarodnom planu, definicije mjernih jedinica i tehnike mjerenja u svim granama nauke i tehnike.

Današnji sustav usvojen je zakonom na temelju zaključaka XI zasjedanja CGPM (Conference Generale des Poids et Mesures) u listopada 1960. godine, a stupio na snagu 1. siječnja 1981. godine. Od vremena donošenja do početka prelaska na metrički sustav, u tih dvadeset godina, predviđeno je da se u zemljama potpisnicama prilagode zakonski okviri i norme kao i vrijeme za edukaciju stanovništva, naročito u anglosaksonskim zemljama u kojima je metrički sustav mjera bila potpuna nepoznanica.

Simboli pojedinih fizikalnih veličina nisu proizvoljni već dogovoreni na međunarodnoj razini na temelju ISO standarda (International Standard Organization) i na temelju IUPAP

⁴ Izvor: internet

⁵ Izvor: Internet

⁶ Izvor: Phywe, katalog opreme za laboratorij, Paravia, Torino, 1998.

standarda (International Union for Pure and Applied Physics – Međunarodna udruga za izučavanje bazične i primijenjene fizike).

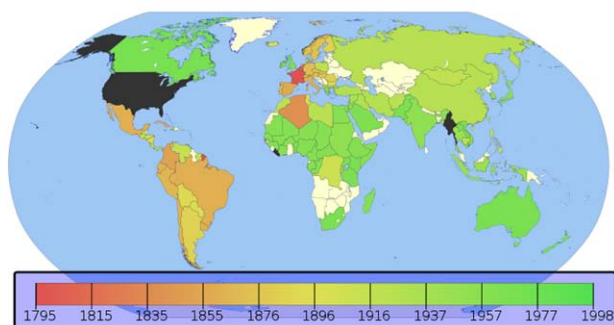
Na Prvom međunarodnom elektrotehničkom kongresu u Parizu, 1881. godine, na prijedlog Britanskog društva za unapređivanje znanosti usvojen je sustav nazvan "jedinstveni sustav jedinica sveukupne znanosti". Sustav se temeljio na trima jedinicama osnovnih veličina, duljina, mase i vremena, centimetar – gram – sekunda, odatle i skraćenica CGS – sustav. Na istom kongresu usvojene tri izvedbene jedinice: za silu din, za energiju ili rad erg, za snagu erg po sekundi. Ubrzo se pokazalo da jedinice tog sustava nisu praktične za tehničku primjenu zbog svoje nekoherentnosti, bile su ili prevelike ili premalene. U zemljama engleskog govornog područja još se i danas koristi posebni sustav mjernih jedinica nazvani US-sustav (United States) odnosno UK-sustav (United Kingdom). Oba sustava su nastala tijekom povijesti na razne načine i za razne potrebe. Silom tradicije su zadržane do danas. Snalaženje u tim sustavima zbog njihove nekoherentnosti vrlo je teško, naročito za osobu koja dolazi iz okruženja metričkog sustava. Neke mjerne jedinice su različite čak i između US-sustava i UK-sustava, pa imamo, na primjer, jedinicu za volumen UK gallon i US gallon. UK gallon odgovara 4,546 litara, dok drugi ima 3,785 litara.

Međunarodni sustav jedinica, skraćeno SI je najrašireniji među jedinicama mjernih sustava. Zajedno sa CGS sustavom ili fizikalnim sustavom (centimetar – gram – sekunda) često se naziva i metrički sustav.

MKS ili Giorgijev sustav (metar-kilogram-sekunda) predložio je 1901. godine talijanski fizičar Giavanni Giorgi.

Velike prednosti tog sustava pred dosadašnjim, prije svega njegova koherentnost, pridonijele su tome da je od 1960. godine preporučen za primjenu u svim granama znanosti, tehnike i tehnologije pod nazivom Međunarodni sustav mjernih jedinica (SI)

Ovaj međunarodni dokument (System International ili na francuskom Système International d' Unités) u Hrvatskoj je definiran Zakonom o mjernim jedinicama i mjerilima objavljen je u NN br. 58 od 18.lipnja 1993.godine).



Kronologija usvajanja Međunarodnog sustava mjernih jedinica u pojedinim zemljama svijeta. Bijelom bojom su označene države koje koriste SI sustav samo u međunarodnoj razmjeni.

Crnom bojom su označene države koje ne koriste kao glavni i jedini SI sustav mjernih jedinica (SAD, Liberija, Mijanmar – nekadašnja Burma)⁷

Sustav se sastoji iz četiri grupe mjernih jedinica:

osnovne mjerne jedinice:

metar za dužinu	(m),
kilogram za masu	(kg),
sekunda za vrijeme	(sec),
kelvin za temperaturu	(K),
amper za jakost struje	(A),
candela za jakost svjetlosti	(cad) i
mol za količinu tvari	(mol)

izvedene mjerne jedinice:

izvedene iz osnovnih na temelju tzv. definicijskih formula.

Na primjer jedinica za silu njutn (N) je izveden iz definicijske formule $F = m \cdot a$, dimenzioniramo li taj izraz dobivamo $[N] = [kg] \cdot [ms^{-2}]$.

Izvedenih mjernih jedinica ima mnogo: m/s, m/s², N, Pascal, Volt, Joul, Ω (Ohm), Watt dr.

iznimno dopuštene mjerne jedinice:

milja (morska)	=	1852 m
milja (zemaljska)	=	1609 m
čvor ili kt, milja na sat, Mph	=	0,5144 m/s
godina svjetlosti	=	$9,5 \times 10^{15}$ m
astronomska jedinica	=	15×10^{10} m
parsec	=	3,263 godina svjetlosti (paralaksa u sekundi)
bar	=	100 000 Pa
litra	=	0,001 m ³
i dr.		

uvjetno zabranjene mjerne jedinice:

konjska snaga (KS)	=	0,7353 kW
vagon	=	0,0 61487 m ³
kalorija	=	4,1868 J
atmosfera	=	101 325 Pa
torr	=	133,322 Pa
kvantal	=	100 kg
doza ionizirajućeg zračenja	(rad = 0,01 Gy)	
ekvivalentna doza	(rem = 0,01 Sv)	
i dr.		

Vrlo brzi razvoj informatičkih tehnologija, unatrag 30-tak godina, ukazao je na potrebu uvođenja u SI sustav prefikse mjernih jedinica koji omogućuju multipliciranje jedinica radi dobivanja decimalnih višekratnika ili decimalnih dijelova. Prefiksi ili predmetci omogućavaju lakše izražavanje ekstremno malih ili ekstremno velikih jediničnih vrijednosti.

⁷ Izvor: Amaldi:Fisica, volume primo, Redazione Zanichelli, Milano, 1996, pag. 12

Zakonom dozvoljeni prefiksi za množenje:

Yotta	Y	10^{24}
Zetta	Z	10^{21}
Exa	E	10^{18}
Peta	P	10^{15}
Tera	T	10^{12}
Giga	G	10^9
Mega	M	10^6
kilo	K	10^3
hekto	h	10^2
deka	da	10^1

Zakonom dozvoljeni prefiksi za dijeljenje:

deci	d	10^{-1}
centi	c	10^{-2}
mili	m	10^{-3}
mikro	μ	10^{-6}
nano	n	10^{-9}
piko	p	10^{-12}
femto	f	10^{-15}
zepto	z	10^{-18}
yocto	y	10^{-21}

PRIMJENA ONLINE MARKETINGA U PROMOCIJI WEB STRANICE

Online Marketing Applied on a Webpage

Autor **Miško Macolić Tomičić**, spec. ing

Mentor dr. sc. **Saša Petar**, profesor visoke škole

Separat završnog rada na Politehnici Pula – Visokoj tehničko-poslovnoj školi od lipnja 2016.

SAŽETAK

Online marketing provodi se kroz interaktivne online računalne sustave uz koje su prodavači s potrošačima elektronski povezani. Online marketing je forma izravnog, odnosno direktnog marketinga provedenog kroz interaktivne online računalne servise. Pomoću online marketinga prodavači i korisnici su povezani dvosmjerno. Cilj ovog rada je kreirati zadovoljavajuće rješenje koje će pozicionirati web stranicu te samim time povećati prodaju odnosno prihode stranice. U radu je prikazano korištenje različitih metoda te online alata u svrhu promocije web stranice. Marketing je neophodan svakoj organizaciji, tvrtki ili web stranici. Bez marketinga gotovo je nemoguće pristupiti tržištu te se pozicionirati na istom.

KLJUČNE RIJEČI: online marketing, SEO, web optimizacija, web stranica, društveni mediji.

SUMMARY

Online marketing is conducted through computer systems which connects sellers and customers. Online marketing is part of direct marketing guided through online computer services. Through online marketing sellers and customers are bi-directional connected. Goal of this master thesis is to find an optimal solution how to reach a better position on search engine result page and with this increase sales of the webpage. Marketing is crucial for each organisation, company or web page. Without marketing it is almost impossible approach to the market and reach optimal position.

KEYWORDS: online marketing, SEO, web optimisation, web page, social media,

1. UVOD

Društvene promjene nalažu promjene u digitalnom marketingu, umjesto masovnog takozvanog tradicionalnog pristupa potrošaču, počinje se koristiti prilagođeni odnosno individualizirani marketing. Novi marketing usmjeren je pojedinačnom pristupu masi individualaca. Potrebno je pratiti trendove masa i prilagođavati im pristup. "Google" kao najveća tražilica na svijetu sve više prilagođava algoritme kako bi svakom korisniku pružila jedinstven pristup. U 2014. godini "Google" je izbacio 15 ažuriranja algoritama od kojih su najzapaženiji te najutjecajniji na rezultate pretraživanja odnosno SERP (*engl. Search engine result page*)¹ bili Google "Panda" i "Penguin"². Kako bi se držao korak s promjenama u digitalnom marketingu, potrebno je prilagođavati marketinšku strategiju "Google"-ovim algoritmima te pratiti marketinške trendove i razvijati marketinški plan. "Google" snažno utječe na sve oblike online marketinga što je i tema ovog diplomskog rada. Ako se web stranica ne nalazi na prvoj stranici rezultata tražilice vrlo je

mala mogućnost da će ta stranica prodavati svoje proizvode ili usluge. Nije nužno, ali je nepisano pravilo da prva tri rezultata na prvoj stranici rezultata ostvaruju najveću prodaju, dok ostali konkurenti zaostaju za njima.

Sve promjene koje nam donosi online marketing mogu biti prijeteće ili poticajne, ukoliko proaktivno djelujemo na promjenu potaknut ćemo razvoj našeg proizvoda, ako ne reagiramo na promjenu pojaviti će se mogućnost gubitka kupaca. Potrebno je razvijati dugoročne odnose sa kupcima, podržavajući time odnose sa njima odnosno CRM (*engl. Customer relationship management*)³, proširivati svoje znanje o kupcima, unaprijedivati tehnologiju povezanu s njima i nastojati razumijeti ekonomsko stanje kupca. Potrebno je pozvati kupce da sudjeluju u dizajnu proizvoda. Uz prisutstvo sve moderne tehnologije, danas je moguće pružiti kupcu jedinstven pristup sa bilo kojeg mjesta u bilo koje vrijeme. Kupci jednostavnije mogu doći do informacija o proizvodima te samim time pronaći velik broj konkurentskih proizvoda ili usluga, dok poslovni subjekti vrlo lako mogu pronaći nove kupce i istodobno opsluživati postojeće koristeći se bazama podataka. Vrlo je bitno biti

¹ Prva stranica sa rezultatima traženja

² Google algorithm change history Moz https://moz.com/pages/search_results?q= (17.09.2015)

³ Upravljanje odnosom sa kupcima

dostupan kupcu 24 sata dnevno, sedam dana u tjednu i 365 dana u godini putem telefona, video veze ili e-maila.

2. POJMOVNO DEFINIRANJE MARKETINGA

Društvene promjene nalažu promjene u digitalnom marketingu, umjesto masovnog takozvanog tradicionalnog pristupa potrošaču, počinje se koristiti prilagođeni odnosno individualizirani marketing. Novi marketing usmjeren je pojedinačnom pristupu masi individualaca. Potrebno je pratiti trendove masa i prilagođavati im pristup. "Google" kao najveća tražilica na svijetu sve više prilagođava algoritme kako bi svakom korisniku pružila jedinstven pristup. U 2014. godini "Google" je izbacio 15 ažuriranja algoritama od kojih su najzapaženiji te najutjecajniji na rezultate pretraživanja odnosno SERP (*engl. Search engine result page*)⁴ bili Google "Panda" i "Penguin"⁵. Kako bi se držao korak s promjenama u digitalnom marketingu, potrebno je prilagođavati marketinšku strategiju "Google"-ovim algoritmima te pratiti marketinške trendove i razvijati marketinški plan. "Google" snažno utječe na sve oblike online marketinga što je i tema ovog diplomskog rada. Ako se web stranica ne nalazi na prvoj stranici rezultata tražilice vrlo je mala mogućnost da će ta stranica prodavati svoje proizvode ili usluge. Nije nužno, ali je nepisano pravilo da prva tri rezultata na prvoj stranici rezultata ostvaruju najveću prodaju, dok ostali konkurenti zaostaju za njima.

2.1. Definicija marketinga

Riječ marketing je posuđenica anglosaksonskog porijekla - *engl. market* znači tržište; plasirati na tržište, prodavati⁶, dok je nastavak *-ing* glagolski nastavak na osnovu čega se dobije glagolska imenica marketing.

Marketing je neophodan svakoj organizaciji, tvrtki ili web stranici. Bez marketinga gotovo je nemoguće pristupiti tržištu te se pozicionirati na istom. Kako bi se pratio razvoj marketinga, potrebno je izjednačavanje marketinga s prodajom, odvojeno planiranje te prodaja proizvoda umjesto razumijevanja i udovoljavanja stvarnim potrebama kupaca, naglasiti pridobivanje kupaca, a ne brigu o njima, nastojati zaraditi na svakoj transakciji te odrediti cijene temeljene na povećanju troškova.⁷ Postoji više definicija samog marketinga, u ovom radu navedene su neke od njih.

Prema dr. Philipu Kotleru: "Marketing je znanost i umjetnost istraživanja, stvaranja i dostavljanja vrijednosti kako bi se zadovoljile potrebe ciljanog tržišta i postigao profit. Marketing prepoznaje neispunjene potrebe i želje. Definira, mjeri i kvantificira veličinu neovisnog tržišta i potencijala profita."⁸

2.2. Razvijanje marke

Branding⁹, poznati marketinški koncept, postao je prioritetom u marketingu putem interneta nakon što se oko 1998. godine Internet pokazao vitalnim promidžbenim medijem. Tisuće

tvrtki započelo je "rat bannerima" puneći internetske stranice oglasima, dajući sve od sebe kako bi stvorile prepoznatljivu marku i time dobile određen dio tržišta.

Stvaranjem milijuna malih oglasa na Internetu podsvjesno ćemo utjecati na korisnike tako što će povećanjem prepoznatljivosti i podizanjem razine osviještenosti navesti ljude da zapamte proizvod, uslugu ili web stranicu, a time ćemo ih ponukati da posluju sa željenom tvrtkom.

Uspješni se branding temelji na sinergiji promidžbe, odnosa s javnošću, promicanja prodaje, usluga za potrošače, izravnog dopisivanja, slanja informacija, popusta na količinu, programa suradnje, usmene predaje, klijenata, dostupnosti prodaje, popratnih sadržaja i ostalih dostupnih komunikacijskih tehnika. Spoj navedenih tehnika šalje dosljednu poruku o proizvodima i uslugama tvrtke. Izuzetno je važno slati tako dosljednu poruku na internetu gdje se sve događa brzo i marke se mogu izgraditi ili nestati preko noći, barem u očima korisnika Interneta.

3. ONLINE MARKETING

Posljednji i najbrže rastući oblik marketinga uključuje online kanale i elektroničko poslovanje. Online marketing provodi se kroz interaktivne online računalne sustave uz koje su prodavači s potrošačima elektronski povezani. Online marketing je forma izravnog, odnosno direktnog marketinga provedenog kroz interaktivne online računalne servise. Pomoću online marketinga prodavači i korisnici su povezani dvosmjerno. Postoje dvije vrste online marketing kanala: komercijalni online servisi i Internet. Ovaj rad je baziran na Internet kanalu.

Putem Interneta korisnici mogu slati e-mail-ove, kupovati proizvode, pristupiti vijestima, receptima za hranu te informacijama o poslovnim subjektima. Broj Internet stranica svakim je danom u porastu, a pomoću Interneta jednostavno je dostaviti usluge korisnicima izvan granica naše zemlje. Online marketing se sastoji od više komponenti koje su prikazane na Slici 1.

Slika 1: Komponente online marketinga



Izvor: (Digital marketing vs internet marketing <https://www.reliablesoft.net/digital-marketing-vs-internet-marketing-what-is-the-latest-trend/> (02.05.2016.))

Kako je popularizacija televizije naštetila medijskoj sceni prije 60 godina, tako je ekspanzija Interneta potisnula sve ostale medije. Elektronička tržišta su "tržišni prostori" na kojima prodavači nude svoje proizvode i servise u elektroničkom obliku, a kupci traže informacije, identificiraju što žele i naručuju uz pomoć kreditnih kartica ili ostalih oblika elektroničkog plaćanja.¹⁰

⁴ Prva stranica sa rezultatima traženja

⁵ Google algorithm change history Moz [https://moz.com/pages/search_results?q=\(17.09.2015\)](https://moz.com/pages/search_results?q=(17.09.2015))

⁶ Radoš L., Meler M.: Englesko-hrvatski riječnik nazivlja u marketingu, treće izdanje, Sveučilište Josipa Juraja Strossmayera u Osijeku, Ekonomski fakultet u Osijek, Osijek, 2010, str. 59

⁷ Kotler P.: Kotler o marketingu: Kako stvoriti, osvojiti i gospodariti na tržištu, Poslovni dnevnik, MASMEDIA, Zagreb 2006 str. 60

⁸ Kotler P.: Dr. Phill Kotler answers to your questions? (http://www.kotlermarketing.com/phil_questions.shtml#answer3)29.09.2015.

⁹ Razvijanje marke

¹⁰ Kotler P., et al: Principles of Marketing Prentice Hall Inc., Milan, 1999, 947 str.

3.1. Optimizacija web stranice

Kako bi se web stranica što bolje pozicionirala na tražilicama, potrebno je koristiti SEO alate. Rand Fiskin, stručnjak "Moz.com"-a, definirao je SEO (*engl. search engine optimisation*)¹¹ "kao praksu povećavanja količine i kvalitete prometa web stranice koji dolazi kroz organske rezultate web tražilica".¹² Kvalitetan promet jest dolazak odgovarajućih posjetitelja na web stranicu zbog proizvoda koje ta web stranica nudi tj. odgovarajućih proizvoda traženih u tražilici. Količina prometa ovisi o kvaliteti sadržaja jer što veći broj posjetitelja dolazi na web stranicu i zadržava se na njoj, web stranica će biti bolje pozicionirana na tražilicama. Organski rezultati su promet za koji se ne plaća i dolazi izravno sa tražilica.

Cilj optimizacije je povećanje ciljane posjećenosti web stranica sa tražilica čime se i povećava broj kontakata ili direktna prodaja. Svjetske statistike i istraživanja su pokazala da gotovo 90% svih posjetitelja prosječnih web stranica upravo dolazi sa tražilica. Također ukoliko uzmete u obzir da je jedini, najlakši i najbrži način pronaći neku informaciju na Internetu koristeći tražilice, shvatit ćete potencijal prisutnosti na tražilicama. Tražilice su najkvalitetniji izvor ciljane posjećenosti na Internetu, a ciljana posjećenost je ključ uspjeha svakog weba".¹³ Na web stranici "Search Engine Land" SEO se definira kao proces privlačenja prometa sa besplatnih, organskih, uredničkih ili "prirodnih" rezultata traženja na tražilicama.¹⁴

Slika 2: Komponente SEO



Izvor: (Sacramento SEO search engine optimisation <http://wsimarketbuilders.com/our-solutions/sacramento-seo-search-engine-optimization/> (02.05.2016))

Slovo "O" kao dio SEO znači optimizacija. Kako bi optimizirali stranicu potrebno je napisati sadržaj te ga objaviti na web stranici. Objavljeni sadržaj je potrebno učiniti atraktivnim ljudima dok istodobno mora biti čitljiv i jasan tražilicama. Optimizacija se može sastojati od mnogo oblika prikazanih na Slici 2, a kao najjednostavniji je izrađivanje naslovnih oznaka i meta opisa informativnim, sa ključnim riječima za koje želimo web stranicu pozicionirati na SERP-u te backlinking¹⁵.

Search engine optimisation se sastoji od unutarnjih SEO faktora na stranici (*engl. On the page SEO*), vanjskih SEO faktora stranice (*engl. Off the page SEO*) i prekršaja (*engl. Violations*). Na Slici 3 prikazana je periodička tablica uspješnosti SEO faktora. Na

slici se može vidjeti da nemaju svi faktori jednaku vrijednost te da postoje i prekršajni faktori. Na primjer kvalitetan sadržaj (*engl. quality content*) koji je označen sa brojem +3 donosi više važnosti nego HTML opis (*engl. HTML description odnosno Meta opis*) koji donosi +2, dok broj linkova (*engl. links number*) donosi +1, siromašan sadržaj koji je prekršajni faktor (*engl. thin content*) donosi -2. Ova tablica je izrađena prije "Google"-ovog algoritma "Mobilegeddon" koji kažnjava stranice koje nemaju prilagođen dizajn mobilnim uređajima te donosi +3, a ne +2. Rangiranje tražilica neće garantirati korištenje samo jednog faktora, potrebno je sve faktore kombinirati kako bi se web stranica što bolje pozicionirala. Izrada odličnog HTML naslova (*engl. HTML title odnosno Naslovna oznaka*), neće garantirati uspjeh ako je razina kvalitete sadržaja niska (*engl. low quality content*), također izrada većeg broja poveznica (*engl. links*) ne garantira uspjeh ako su poveznice niske razine kvalitete. Korištenje više pozitivnih faktora povećava mogućnost uspjeha, dok prisustvo negativnih faktora tu mogućnost može smanjiti.¹⁶

3.2. Faktori na stranici

Faktori na stranici (*engl. online ranking factors*) dijele se na faktore sadržaja, arhitekture, HTML. Na te faktore moguće je direktno utjecati radom na web stranici te je poželjno na njih prve utjecati.

3.2.1. Sadržaj

Sadržaj web stranice može biti text, fotografije, skice, grafovi, video, glazba...Samo kvalitetnim sadržajem moguće je privući korisnike te ih zadržati na web stranici. Sadržaj kao jedan od važnijih faktora dijeli se na:

- C_q Kvalitetu sadržaja (*engl. quality*) Je li stranica dobro napisana i sastoji li se od sadržaja važnog za posjetitelje? Hoće li posjetitelj nakon što učita web stranicu zadržati se na istoj i pročitati članak do kraja? Vrijeme koje korisnik provede na web stranici također utječe na pozicioniranje web stranice na tražilicama.
- C_r Istraživanje ključnih riječi (*engl. content research*) Jesu li istražene ključne riječi za koje je potrebno da se poveže web stranicu na tražilicama? Odgovaraju li naše ključne riječi na pitanja? Koja metoda je iskorištena, te jesmo li istražili sve moguće kombinacije? Korištenje "pravih" ključnih riječi omogućit će lako pronalaženje našeg sadržaja te će usmjeriti tražilice ka web stranici.
- C_w Riječi korištene na stranici (*engl. content words*) Sadrži li web stranica riječi i fraze uz koje je potrebno da se pronađe na tražilicama? Nalaze li se riječi u naslovima, opisu, URL-ovima, nazivima slika ili podebljanom sadržaju? Korištenjem ključnih riječi u tekstu potrebno je obratiti pažnju da ne pretjeramo.
- C_f Aktualan sadržaj (*engl. content fresh*) Sastoji li se sadržaj od svježih i aktualnih tema? Prilikom izrade sadržaja je su li se pratili svjetski trendovi? Uz pomoć Google trends, moguće je pratiti svjetske trendove.
- C_v Vertikalni sadržaj (*engl. content vertical*) Jesu li u izradi web stranice uključene slike, lokalne vijesti, ili druga vrsta sadržaja koja može privući posjetitelje? Jesu li korištene novije metode izrade sadržaja? Prilikom izrade sadržaja

¹¹ Optimizacija web stranice

¹² What is SEO <https://moz.com/learn/seo/what-is-seo> (02.10.2015)

¹³ Što je to SEO? <http://www.webstrategija.com/ws/03/sto-je-to-seo> (02.10.2015)

¹⁴ What is SEO? <http://searchengineland.com/guide/what-is-seo> (03.10.2015)

¹⁵ Stvaranje poveznica

¹⁶ Types of search engine ranking factors <http://searchengineland.com/guide/seo/types-of-search-engine-ranking-factors> (03.10.2015)

potrebno je da on bude atrativan oku. Korištenjem teksta, fotografija u kombinaciji sa videom sadržaj će postati zanimljiv te privlačan.

- C_a Odgovori na pitanja pretraživača (*engl. content answers*) Je li sadržaj pretvoren u direktne odgovore za rezultate pretraživanja? Hoće li web stranica odgovoriti točno i precizno na pitanje korisnika? Mnogi korisnici postavljaju direktno pitanje u Google tražilicu te je potrebno optimizirati sadržaj kako bi odgovarao na zadano pitanje. Google sa svojim pretraživanjem se sve više razvija u smjeru pretraživanja pomoću pitanja. Danas je moguće umjesto upisivanja pretrege na mobilnom uređaju samo kazati Ok Google i postaviti pitanje.
- V_t Mršav sadržaj (*engl. violation content thin*) Je li sadržaj “tanak”, “mršav” ili mu možda nedostaje neki sastojak? Koliko se zadržavaju korisnici na webu? Napuštaju li brzo web? Ako je bounce rate¹⁷ velik Google će primijetiti da sadržaj na webu nije korisniku relevantan te će degradirati poziciju na stranici traženja.

3.2.2. Arhitektura

Arhitektura (*engl. architecture*) web stranice je vrlo bitna jer o njoj ovisi koliko će tražilice moći prodrijeti do sadržaja, a dijeli se na sljedeće faktore:

- A_c “Puzanje” odnosno pretraživanje web stranice (*engl. architecture crawl*) Mogu li tražilice jednostavno pretražiti web stranicu? Jesu li “lako dostupne” odnosno dobro povezane stranice? Potrebno je omogućiti tražilicama jednostavno puzanje po web stranici kako bi uspješno pronašle željeni sadržaj.
- A_d Dvostruki sadržaj (*engl. architecture duplicate*) Znamo li riješiti problem dvostrukog sadržaja? Koriste li se kanonski linkovi (*engl. canonical links*) ili neki drugi način rješavanja dvostrukog sadržaja? Moguće je riješiti dvostruki sadržaj pomoću 301 preusmjerenja, rel=”canonical” (kanonski linkovi) i noindex follow.
- A_m Optimizacija za mobilne uređaje (*engl. architecture mobile*) Radi li web stranica zadovoljavajuće na mobilnim uređajima i koristi li indeksiranje aplikacija (*engl. app indexing*)? Koristi li web stranica reagirajući dizajn (*engl. responsive design*)? Potrebno je provjeriti stranicu na Webmasters tools mobile friendly¹⁸.
- A_s Brzina učitavanja (*engl. architecture speed*) Koliko se brzo učitava web stranica? Je li provjerena brzina učitavanja na Google developers Pagespeed¹⁹? Koja su moguća poboljšanja? Mnoga poboljšanja su vrlo lagana za koristiti poput Image optimiser-a kojeg se može pronaći na slijedećem linku <http://www.imageoptimizer.net/Home.aspx>.
- A_u Ključne riječi u URL (*engl. Uniform Resource Locator*)²⁰ Sadrže li URL-ovi značajne ključne riječi? Koristi li web stranica URL friendly URL’s? Sadrži li URL Naslovna oznaka? Korištenjem ključnih riječi u URL tražilice će lakše pronaći web stranicu.
- A_h Sigurno spajanje (*engl. architecture HTTPS*) Koristi li web stranica HTTPS (*engl. hypertext transfer protocol secure*)

protokol kako bi omogućila korisnicima sigurno spajanje i pretraživanje? HTTPS protocol učinit će web stranicu sigurnijom te poboljšati SEO web stranice.

- V_c Skrivanje stranica (*engl. violation cloaking*) Vide li tražilice isto što i korisnici? Je su li poslale xml mape? Slanjem xml mapa omogućeno je tražilicama lakše puzanje po web adresi, samim time lakši i brži pristup podacima.

3.2.3. HTML

HTML je kratica za “HyperText Markup Language” što u prijevodu znači prezentacijski jezik za izradu web stranica. Hiper-tekst dokument se stvara pomoću HTML jezika.

- H_t HTML naslovi (*engl. HTML titles ili Title tag*) Sadrže li HTML dokumenti ključne riječi koje su relevantne za web stranicu? Je li prije izrade naslovnih oznaka urađeno pretraživanje ključnih riječi (*engl. keyword research*)? Izrada HTML naslova izuzetno je važna jer tražilice po njima prepoznaju što se nalazi na web stranici.
- H_d HTML opis (*engl. HTML description ili Meta description*) Opisuje li HTML opisi sadržaj na stranici? Privlače li HTML opisi osobe da nakon što ih pročitaju na tražilicama kliknu na rezultat? Izrada HTML opisa od izuzetne je važnosti jer korisnici će kliknuti na rezultat nakon što ih privuče HTML opis.
- H_s HTML struktura (*engl. HTML structure*) Koriste li strukturiranje podataka kako bi se poboljšao unos? Jesu li podatci uredno strukturirani?
- H_h HTML zaglavlja (*engl. HTML headers*) Koriste li zaglavlja i podzaglavlja relevantne ključne riječi za sadržaj stranice? Korištenjem naslova H1, H2, H3 te H4 prikazuje se tražilicama koji relevantan sadržaj se nalazi na webu. Naslovi su najbitniji nakon naslovnih oznaka.
- V_s Pretrpavanje (*engl. violation stuffing*) Sadrži li sadržaj previše ključnih riječi? Nabacuju li se iste riječi i fraze? Postoje li ponavljanja teksta na web stranici? Negativni faktor je pretrpavanje ključnim riječima.
- V_h Skrivanje (*engl. violation hidden*) Skrivaju li boje i dizajn ključne riječi? Koriste li neke druge načine sakrivanja teksta da stranica ne izgleda natrpano korisniku, ali zato puna informacija za tražilice.

3.3. Marketing sadržaja

Marketing sadržaja je strateški marketinški pristup koji se fokusira na stvaranje sadržaja te distribuiranja relevantnog i konzistentnog sadržaja kako bi se privukla i zadržala precizno definirana publika te konačno kako bi se pokrenula profitabilna akcija korisnika.

Svrha marketinga sadržaja jest privući i zadržati korisnike sa stalnim kreiranjem relevantnog i značajnog sadržaja sa namjerom mijenjanja ili povećavanja korisničke interakcije, to je neprekidni proces koji se najbolje uklapa u cjelokupnu marketinšku strategiju i fokusira se na vlasništvu medija, ne na iznajmljivanju.

Marketing sadržaja je umjetnost komuniciranja s korisnicima. Srž sadržajne strategije je vjerovanje da ako poslovna djelatnost dosljedno dostavi neprekidne, značajne informacije, sami korisnici će to na kraju nagraditi poslovanjem i vjernošću.²¹

¹⁷ Stopa napuštanja

¹⁸ Webmaster tools mobile friendly <https://www.google.com/webmasters/tools/mobile-friendly/>.

¹⁹ Google developers Pagespeed <https://developers.google.com/speed/pagespeed/insights/>

²⁰ Ujednačeni lokator sadržaja

²¹ <http://contentmarketinginstitute.com/what-is-content-marketing/> What is content marketing? (08.12.2015.)

Prema Mozovom “Vodiču marketinga sadržaja za početnike”, svakoj stranici je potreban marketing sadržaj te on mora biti jedinstven i ciljan.

Postoje tri različita pojma koja su prikazana na Slici 3:

- strategija sadržaja (interne smjernice i upravljanje),
- marketing sadržaja (urednički kalendar, stvaranje, građenje, promocija, iteracija),
- strategija marketinškog upravljanja (preklapajuće područje – vizija, ciljevi, potražnja za publikom, glas i stil, ideje, vanjsko vođenje).

Slika 3: Preklapanje strategije sadržaja i marketinga sadržaja



Izvor: (rad autora prema www.moz.com)

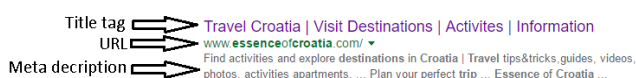
Strategija sadržaja je u odnosu sa vizijom ulaza (*engl. input*) i izlaza (*engl. output*) o tome kako i zašto će sadržaj biti stvoren, upravljan i na kraju arhiviran ili ažuriran. Iako se preklapa sa marketingom sadržaja, za njih ne vrijedi ista definicija.

Marketing sadržaja se fokusira na taktici i izvršenju – stvaranje, stručna obrada i uređivanje sadržaja koji je specifično izrađen za potrebe marketinga. Taj sadržaj može biti sve od bloga pa do vodiča, a usmjeren je na izgradnju povjerljive veze između stranice i njenih usluga s tržištem. Izrađuje se sadržaj koji ljudi žele konzumirati te će im on pomoći pri kanaliziranju kupnje.²²

3.4 Naslovna oznaka i meta opis

Naslovne oznake su izuzetno važne kako bi se korisnicima mogao predočiti brzi uvid u sadržaj rezultata te naglasiti koji relevantni pojam pretražuju. Najčešće su primarna informacija koju korisnici koriste kako bi odlučili kliknuti na rezultat pretraživanja zato je vrlo važno koristiti kvalitetne naslovne oznake na web stranicama. Izgled naslovnih oznaka i meta opisa je prikazan na Slici 4.

Slika 4: Izgled Naslovnih oznaka i Meta opisa



Izvor (rad autora prema Google tražilici)

Smjernice za dobro optimizirane Naslovna oznake:

- kao što je objašnjeno u gornjem tekstu, potrebno je biti siguran da svaka stranica ima specifični title <title> tag, ako imamo veliku stranicu moguće je provjeriti isto u Google Webmasters²³=>“missing or potentially problematic <title> tag”²⁴
- naslovi (*engl. title*) trebaju biti deskriptivni i koncizni, potrebno je izbjegavati opise kao “Naslovna stranica” (*engl. home*) za “Home page” ili “Profil” (*engl. profile*) za specifičan profil osobe, također je potrebno izbjegavati nepotrebno duge naslovne oznake jer ih u protivnom “Google” “sreže” kada se pojave u rezultatima pretraživanja
- potrebno je izbjegavati “punjenje” (učestalo korištenje ključnih riječi). Ponekad je korisno imati nekoliko opisnih pojmova u naslovu, ali nema razloga koristiti iste riječi ili fraze koje se pojavljuju više puta. Naslov kao “foobar”, “foo bar”, “foobars”, “foo bars” ne pomažu korisniku i taj način ponavljanja ključnih riječi može učiniti rezultate pretraživanja “spammy”²⁵ “Google”-u i korisnicima
- potrebno je izbjegavati ponavljane ili predložene naslove. Važno je koristiti različite, opisne naslove za svaku stranicu na web stranici. Na primjer naslovljavanje svake stranice na komercijalnoj stranici “Jeftini proizvodi na prodaju” čini nemogućim za korisnike razlikovati jednu stranicu od druge. Dugački naslovi koji se razlikuju u samo jednom dijelu informacije (predloženi naslovi) su također loši - na primjer standardizirani naslovi poput “<ime benda> - pogledaj video, riječi, poster, albumi, recenzije i koncerti” sadrži mnogo neinformativnog teksta. Jedno rješenje je ažurirati naslov kako bi se bolje uklopio u aktualni sadržaj stranice, na primjer, uključiti riječi “video”, “riječi”, itd. samo ako određena stranica sadrži video i riječi pjesama. Drugo rješenje je koristiti samo “<ime benda>” kao koncizni naslov i koristiti meta opis (*engl. Meta description*) kako bi se opisao sadržaj stranice. U Webmasters-u u “HTML suggestions”²⁶ u “Search console”²⁷ prikazuje se sve duplicirane naslove koje “Google” detektira na web stranici.
- brendirati naslove web stranice, ali koncizno. Naslov home²⁸ stranice je razumno mjesto za uključiti dodatne informacije o stranici, na primjer “ExampleSocialSite, a place for people to meet a mingle”²⁹, ali objavljivanje tog teksta na svakoj stranici web stranice smanjuje čitljivost i izgledat će prilično ponavljajuće ako više web stranica bude prikazano za isti upit. U tom slučaju je poželjno uključiti samo naziv web stranice na početku ili kraju svakog naslova stranice, razdvojeno od ostatka naslova pomoću dvotočke, crtice ili ravne crte poput: <title>PrimjerDruštvenaStranica: Prijavi se za novi račun</title>
- potrebno je pažljivo koristiti nedopuštanje tražilicama da ne indeksiraju web stranicu. Korištenje robots.txt protokola na web stranici može zaustaviti tražilice od indeksiranja web stranice. Na primjer, “Google” može indeksirati web stranicu ako je otkrije uz pomoć poveznice sa druge stranice. Kako bi se stranica prikazala u rezultatima pretraživanja, “Google” će morati prikazati naslov, ali kako neće imati pristup niti

²³ Google webmasters <https://www.google.com/webmasters/tools/home>

²⁴ Naslovna oznaka koja nedostaje ili je potencijalno problematična

²⁵ Neželjen

²⁶ HTML prijedlozi

²⁷ Tražilica

²⁸ Naslovna

²⁹ PrimjerDruštvenaStranica, mjesto za upoznavanje i umrežavanje

²² Guide to content Marketing <https://moz.com/beginners-guide-to-content-marketing/content-strategy> (13.12.2015)

jednom sadržaju sa web stranice, korsitit će off-page sadržaj poput anchor teksta (teksta poveznice) drugih stranica (kako bi se u potpunosti blokirao URL da bude indeksiran, mogu se koristiti meta opisi)

Opisni atributi između <meta> tagova su odličan način kako bi se pružili koncizni, ljudima čitljivi sažetci od svakog sadržaja stranice. “Google” će ponekad koristiti meta opise web stranice u isječcima rezultata traženja ako smatra da daje korisniku točniji opis sadržaja stranice od onoga na stranici. Točniji meta opisi mogu pomoći poboljšati broj klikova na oglas u odnosu na broj prikaza. Nekoliko smjernica kako pravilno koristiti meta opis:

- svaka web stranica mora imati svoj meta opis
- potrebno je razlikovati opise za različite stranice. Isti ili slični opisi na svakoj stranici nisu od pomoći kada se pojedine stranice pojave u rezultatima traženja. U tim slučajevima “Google” će prikazati predloženi tekst. Gdje je god moguće treba izraditi opise koji jasno i točno opisuju specifičnu stranicu. Ako izrada meta opisa za svaku pojedinačnu stranicu oduzima previše vremena, potrebno je pridodati prioritet određenom sadržaju. Na posljednjem mjestu je izrađivanje meta opisa za kritične URL-ove, a primarno za Home³⁰ stranica u te ostale popularne stranice.
- jasno označene činjenice u opisu su plus. Meta opis ne mora samo biti u formatu rečenice; također je odlično mjesto za uključiti strukturirane podatke o stranici. Na primjer novosti ili blog postovi mogu navesti autora, datum publikacije ili potpisati autora. Ovo može dati potencijalnim posjetiteljima vrlo relevantne informacije koje možda nisu objavljene u isječku. Stranice sa proizvodima mogle bi koristiti ključne informacije poput cijene, starosti, proizvođača. Dobar meta opis može povezati sve te podatke. Na primjer <meta name=“Description” content=“Author: A.N. Author, Illustrator: P. Picture, Category: Books, Price: \$17.99, Length: 784 pages”>
- izrađivanje programskih meta opisa može pridonijeti boljitku meta opisa. Za neke stranice kao što su izvori medijskih vijesti, izrađivanje točnih i jedinstvenih opisa za svaku stranicu je jednostavno, kako je svaka stranica ručno pisana potrebno je jako malo truda za dodati još jednu opisnu rečenicu. Za veće stranice poput stranica sa proizvodima, ručno pisani opis može biti gotovo nemoguće sastaviti. Dobri opisi su lako čitljivi i različiti, kao što je već napisano u prvoj točki iznad. Treba imati na umu da meta opisi sastavljeni od dugih nizova ključnih riječi ne daju korisnicima jasnu ideju sadržaja stranice te je manja vjerojatnost da će biti prikazani na pravom mjestu isječka.³¹

3.5. URL

Web adresa odnosno URL jesu tekst i znakovi koje upisujemo u preglednik kako bismo došli na određenu web lokaciju. Svaka web lokacija ima svoj URL.

URL ima limit od 2083 znakova. Kako bi bio optimiziran, potrebno je da bude lako čitljiv ljudima. Idealan format je:

```
http://www.example.com/category-keyword/
subcategory-keyword/primary-keyword.html
```

Smjernice kako bi što bolje optimizirali URL:

- koristiti crtice za odvajanje riječi kada je to potrebno radi čitljivosti. Nije preporučljivo koristiti donju crticu ili bilo koje druge znakove za odvajanje riječi. Također pretjerana upotreba crtica može biti nepogodna za stranicu, potrebno ih je koristiti sa oprezom
- ne koristiti više od 2083 znakova jer preglednik neće moći učitati stranicu
- izbjegavati korištenje parametara ako je moguće, ako parametre treba koristiti onda bi trebali biti ograničeni na dva ili manje.

Na Slici 5 je prikazana anatomija URL-a. Tako brojevi na slici imaju zasebno značenje:

- Protokol (*engl. Protocol*)
- Poddomena (*engl. Subdomain*)
- Domena (*engl. Domain*)
- Top-level domena (*engl. Top-level Domain*)
- Mape ili putevi (*engl. Folders/Paths*)
- Stranica (*engl. Page*)
- Ime sidra (*engl. Name anchor*)

Slika 5: Anatomija URL



Izvor: (URL friendly www.searchengineland.com)

3.6. Faktori koji se ne nalaze na stranici

Rang čimbenik koji ne možemo izravno kontrolirati je “Of page ranking factor”³². Tražilice ga koriste jer su razvijanjem Interneta shvatile da nije pouzdano oslanjati se na objave izdavača. Na primjer, neki izdavači bi onda mogli pokušati napraviti da izgledaju važniji nego što su u stvarnosti.

3.6.1. Backlinking

Za tražilice koje pretražuju “metropolu” Interneta poveznice (*engl. backlinks, links*) su “ulice” između stranica. Koristeći se sofisticiranom analizom poveznica, tražilica može shvatiti kako su stranice povezane i na koji način.

Od 1990. godine tražilice su se odnosile prema poveznicama kao prema glasovima popularnosti te kao prema demokratskoj anketi web-a. Tražilice su kroz vrijeme pročitale načine shvaćanja poveznica skoro do savršenstva i koriste algoritme kako bi obavile nijansiranje ocjena stranica na temelju tih informacija.

Poveznice nisu sve u SEO-u, ali stručnjaci im pridaju veliku važnost. Kroz poveznice tražilice ne mogu samo saznati popularnost stranice, već također mjerenja poput povjerenja (*engl. trust*), neželjenu poštu (*engl. spam*) te vlasništvo (*engl. authority*). Stranice kojima se vjeruje nastoje se povezivati međusobno, dok spammy³³ stranice imaju jako malo poveznica kojima se može vjerovati.

³⁰ Naslovna

³¹ Webmasters answers <https://support.google.com/webmasters/answer/35624?hl=en>

³² Faktori koji se ne nalaze na stranici

³³ Neželjene

Osnova građenja poveznica je umjetnost. Gotovo uvijek je to najzahtjevniji dio SEO posla, ali također izuzetno važan za uspjeh. Građenje poveznica zahtjeva kreativnost, energičnost te vrlo često određeni budžet. Niti jedna kampanja građenja poveznica nije ista te način odabira građenja poveznica ovisi također o karakteru izrađivača.

Postoje tri osnovna načina stjecanja poveznica:

- “prirodne” uredničke poveznice (*engl. “Natural” editorial links*)

Poveznice koje su dane prirodno od drugih stranica koje žele staviti poveznicu na sadržaj određene tvrtke, bloga itd. Ove poveznice ne zahtijevaju specifičan rad SEO odjela osim stvaranja izvrsnog sadržaja i stvaranja svjesnosti o njemu.

- ručna “outreach” izgradnja poveznica (*engl. Manual “outreach” linkbuilding*)

SEO zaposlenik stvara te poveznice tako da šalje elektroničku poštu blogerima, otvaranjem profila na direktorijima ili plaćanjem za ispisivanje bilo kakvog načina poput start-up listinga. Start-up listing najčešće stvara prijedlog tako da objasni određenoj osobi koja je zadužena za SEO zašto je stvaranje poveznice na web stranicu njima u interesu.

- samoizrađene, neuredničke (*engl. Self-made, Non-editorial*)

Milijuni web stranica omogućuju posjetiteljima izradu poveznica kroz guest blogging, potpisa na forumima, blog komentare ili izradom korisničkih računa. Takve poveznice nude najmanju vrijednost poveznice (*engl. link value*), ali u skupini ipak imaju utjecaja na neke web stranice. Generalno tražilice nastavljaju smanjivati vrijednost većini takvih tipova poveznica i kažnjavaju stranice koje imaju velik broj poveznica takvog tipa. Danas se takvi tipovi poveznica smatraju spammy i trebalo bi toj strategiji građenja poveznica pristupiti s oprezom.³⁴

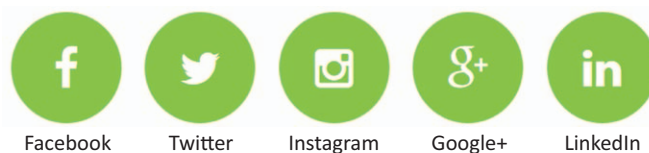
3.6.2. Društvene mreže

Društvene mreže su put kojim ljudi komuniciraju i međudjeluju na mreži. Zovu se društvene mreže jer korisnici sudjeluju s društvenim sadržajem koji može uključivati konverzacije, komentare i druge korisnički napravljene napomene.

Vrlo je važno koristiti društvene mreže jer su korisnici određenog sadržaja na mreži, oni međudjeluju na društvenim kanalima sa svojim prijateljima, kolegama i ostalim brendovima u potrazi za informacijama, preporukama i zabavom. Ako vi nećete raditi na društvenim mrežama, vaš suparnik hoće te će preuzeti klijente.

Društvene mreže bi trebale biti krajnja točka svega drugoga što se događa u svim odjelima u tvrtki, predstavljajući tako glas brenda i dijeleći ga svijetom. Takav način pristupa otvorit će jedinstvene mogućnosti u svim kanalima inbound marketinga uključujući i SEO, brendiranje, odnose s javnošću, prodaju i druge. Prikaz najpopularnijih te korištenih društvenih mreža u ovom radu prikazan je na Slici 6.

Slika 6: Najpopularnije društvene mreže



Izvor : (<http://www.essenceofcroatia.com/>)

“Facebook” je od početka postao sastavni dio ljudskog predstavljanja na mreži, za mnoge je “Facebook” jedina društvena mreža na kojoj su prisutni. S vremenom mreža se transformirala u vrlo podesivu platformu s obzirom na privatnost i vidljivost na Internetu. Korisnici mogu smanjiti vidljivost do točke da su gotovo nevidljivi na platformi.³⁵

“Twitter” je osnovan 2006. godine i sa njegovim dopunama veličine do 140 znakova promijenio je svjetski pristup informacijama o sadašnjem trenutku. Jednostavno sučelje omogućuje podjelu bilo čega od izvanrednih vijesti do izvanrednog sadržaja pa do svjetske politike. Brendovi pristupaju mreži ne samo kako bi promovirali njihove poruke, već kako bi također brzo pronašli potrebe njihovih korisnika.

“Google”-ova društvena mreža “Google+” predstavljena je 2011. godine. Na početku je prisvojila mnoga obilježja “Facebook”-a i “Twitter”-a, miješajući ih s jedinstvenom funkcionalnošću poput “Krugova” (*engl. Circles*) i “Hangout”-a³⁶. Ova platforma je malo drugačija od ostalih jer služi kao društveni sloj između “Google”-ovog vlasništva (“Youtube”, “Gmail”, “Drive”). S više od 67% pretraživanja “Google” je i dalje prvi na listi tražilica.

“LinkedIn” je najveća svjetska profesionalna mreža koja međusobno povezuje profesionalne suradnike, tvrtke sa sadašnjim i potencijalnim zaposlenicima, te uz sve to i omogućava razvoj zajednice te podjelu sadržaja. Potencijal “LinkedIn”-a leži u njegovoj snazi da izgradi autoritet i čvrstu poslovnu mrežu. “LinkedIn” je fantastična platforma za stvaranje suradnji između poslovanja B2B³⁷ (*engl. business to business*)³⁸.

“Instagram” je društvena mreža za stvaranje i dijeljenje fotografija te kratkih videa. S više od 15 milijuna mjesečnih aktivnih korisnika koji dnevno objavljuju 55 milijuna fotografija, mreža je iznimno aktivna. Korisnici se mogu pretplatiti na stranice koje su vođene od strane raznih brendova ili njihovih prijatelja. Kroz funkciju istraživanja (*engl. explore*) korisnici mogu vidjeti najpopularnije slike i videa koristeći ključne riječi (*engl. keywords*) i haštegove (*engl. hashtag*). Pomoću “Instagrama” moguće je istovremeno dijeliti slike i videa i na druge društvene mreže poput “Facebook”-a, “Twitter”-a, “Foursquare”-a, “Tumblr”-a i “Flickr”-a.³⁹

3.6.3. Prekršaji

Postoji više različitih akcija zbog kojih web stranica može biti kažnjena tako što će se web stranica na stranici rezultata tražilice premjestiti nekoliko pozicija ili čak nekoliko stranica niže. Potrebno je izbjegavati prekršaje⁴⁰.

³⁴ Beginners guide to SEO <https://moz.com/beginners-guide-to-seo/growing-popularity-and-links>

³⁵ Beginners guide to social media <https://moz.com/beginners-guide-to-social-media> (15.01.2016)

³⁶ Druženje

³⁷ Poslovni subjekt sa poslovnim subjektom

³⁸ Beginner guide to social media- LinkedIn <https://moz.com/beginners-guide-to-social-media/linkedin> (16.01.2016)

³⁹ Beginners guide to social media-Other platforms <https://moz.com/beginners-guide-to-social-media/other-platforms> (16.01.2016.)

⁴⁰ Violations

Sadržaj mora biti relevantan i vrijedan korisniku. "Google" je 2011. godine izbacio algoritam "Panda" i pomoću njega provjerava sadržaj stranica.

Moguće je web stranicu podesiti tako da tražilice vide nešto potpuno drugačije od korisnika, a to se zove "cloaking". Tražilicama se to zaista ne sviđa i to je jedna od najgorih stvari koje možete učiniti. Ako pokušate to učiniti i tražilice to otkriju, smatrat će to kao svjestan pokušaj da manipulirate njima.

Jedan od ključnih prekršaja je uzastopno ponavljanje riječi što je najčešće učinjeno od SEO početnika ili osoba koje nisu previše upućene u način rada tražilica.

Također nije poželjno ni skrivati tekst. Na primjer, neke stranice imaju text bijele boje tako da korisnik ne vidi jer je iste boje kao i pozadina dok ga tražilica može vidjeti.

Vjerojatno najgora stvar koju je moguće učiniti je kupovanje poveznica, tako je "Google" 2011. kaznio produžnicu "Google Japan" kada je shvaćeno da kupuju poveznice.⁴¹

3.6.4. Ključne riječi

Na Internetu sve počinje upisujući riječi u kućicu za traženje. Istraživanje ključnih riječi (*engl. keywords*) je jedna od najvažnijih i najvrijednijih aktivnosti u online marketingu. Pravilnom optimizacijom ključnih riječi možemo uvelike izgraditi web stranicu. Pomoću istraživanja ključnih riječi ne samo da je moguće saznati izraze i fraze koje su potrebne za SEO, već i naučiti više o korisnicima web stranice. Cilj je zadobiti pravu vrstu posjetitelja na web stranici.

Izrada ključnih riječi:

- Prvo je potrebno upitati sebe koje su ključne riječi relevantne za sadržaj web stranice. Hoće li pretraživači pronaći na web stranici ono što su tražili? Hoće li biti zadovoljni sa time što su pronašli? Hoće li rezultati prometa biti financijski nagrađeni te hoće li se dostići ostali organizacijski ciljevi? Ako je odgovor na sva ta pitanja potvrđan, onda je potrebno nastaviti!
- Shvaćanje koje web stranice već rangiraju za ključne riječi daje nam korisne podatke o konkurenciji i koliko teško će biti rangirati se za te riječi. Postoji li SEM za tu ključnu riječ? Logično je ako postoji mnogo reklama da je ta riječ vrlo tražena.
- Koristiti "Google Adwords" za analizu ključnih riječi. Pomoću "Google Adwords"-a moguće je vidjeti koliko je koja ključna riječ pretraživana te u kojem periodu godine.
- Koristeći se podacima do kojih se došlo moguće je uvidjeti pravu vrijednost svake ključne riječi.

4. ZAKLJUČAK

Izrada ovog stručnog članka dovela je do sljedećih zaključaka:

- kontinuirano unaprijeđivanje kvalitete marketinških alata pospješuje konkurentnu prednost, osigurava razvoj i samim time smanjuje neefikasnost tj. povećava učinkovitost
- samo pravilnim upravljanjem marketinškim alatima moguće je postići rezultate u kratkom vremenskom roku

- korištenjem različitog sadržaja moguće je dulje zadržati korisnike na web stranici, tako je potrebno koristiti kvalitetne i atraktivne fotografije, visokorazlučivi video sadržaj te svjež i zanimljiv pisani sadržaj
- marketing je neophodan skoro svakoj organizaciji, tvrtki ili web stranici
- efikasnim upravljanjem i korištenjem kreativnih marketinških alata moguće je optimizirati web stranicu kako bi se prikazala na prvoj stranici SERP-a
- na Internetu sve počinje upisujući riječi u kućicu za traženje. Istraživanje ključnih riječi je jedna od najvažnijih i najvrijednijih aktivnosti u online marketingu.
- korištenje društvenih mreža uvelike pomaže u postizanju svjesnosti o brendu te pomaže dosegnuti nove korisnike weba
- društvene mreže bi trebale biti krajnja točka svega drugoga što se događa u svim odjelima u tvrtki, predstavljajući tako glas brenda i dijeleći ga svijetom. Takav način pristupa otvorit će jedinstvene mogućnosti u svim kanalima inbound marketinga uključujući i SEO, brendiranje, odnose s javnošću, prodaju i druge
- naslovne oznake su izuzetno važne kako bi korisnicima predočili brzi uvid u sadržaj rezultata te kako bi naglasili korisnicima koji relevantni pojam pretražuju. Najčešće je primarna informacija koju korisnici koriste kako bi odlučili kliknuti na rezultat pretraživanja zato je vrlo važno koristiti kvalitetne Naslovna oznaka-ove na web stranicama.
- osnova građenja poveznica je umjetnost. Gotovo uvijek je to najzahtjevniji dio SEO posla, ali također izuzetno važan za uspjeh.
- opisni atributi između <meta> tagova su odličan način kako bi se pružili koncizni, ljudima čitljivi sažetci od svakog sadržaja stranice. Točniji meta opisi mogu pomoći povećati broj klikova na oglas u odnosu na broj prikaza
- online marketing definitivno će postati zanimanje budućnosti te se svake godine traži sve više stručnjaka iz te branše

LITERATURA

Knjige:

- [1] Kotler P.: Kotler o marketingu: Kako stvoriti, osvojiti i gospodariti na tržištu, Poslovni dnevnik, MASMEDIA, Zagreb 2006
- [2] Kotler P., Bowen J.T., Makens J.C.: Marketing u ugostiteljstvu, hotelijerstvu i turizmu, Mate d.o.o, Zagreb, 2013.
- [3] Kotler P., et al: Principles of Marketing Prentice Hall Inc., Milan, 1999.
- [4] Panian Ž.: Internet i malo poduzetništvo, Informator Zagreb, 2000.
- [5] Radoš L.J., Meler M.: Englesko-hrvatski riječnik nazivlja u marketingu, treće izdanje, Sveučilište Josipa Juraja Strossmayera u Osijeku, Ekonomski fakultet u Osijek, Osijek, 2010.

Internet:

- [1] About Google company <https://www.google.com/intl/hr/about/company/>

⁴¹ Violations search engine spam penalties <http://searchengineland.com/guide/seo/violations-search-engine-spam-penalties> (16.01.2016)

- [2] Beginners guide to growing popularity and links <https://moz.com/beginners-guide-to-seo/growing-popularity-and-links>
- [3] Beginners guide to social media <https://moz.com/beginners-guide-to-social-media>
- [4] Beginners guide to social media advertising <http://blog.hootsuite.com/beginners-guide-to-social-media-advertising/>
- [5] Beginners guide to social media LinkedIn <https://moz.com/beginners-guide-to-social-media/linkedin>
- [6] Definition of search engine <http://www.businessdictionary.com/definition/search-engine.html>
- [7] Facebook's 10th birthday: from college dorm to 1,23 billion users Jemima Kiss <http://www.theguardian.com/technology/2014/feb/04/facebook-10-years-mark-zuckerberg-publish> 04.02.2014
- [8] Google algorithm change history Moz https://moz.com/pages/search_results?q=
- [9] Guide to content marketing strategy <https://moz.com/beginners-guide-to-content-marketing/content-strategy>
- [10] Kotler P.: Dr. Phill Kotler answers to your questions? (http://www.kotlermarketing.com/phil_questions.shtml#answer3) 29.09.2015.
- [11] Što je to SEO? <http://www.webstrategija.com/ws/03/sto-je-to-seo>
- [12] Types of search engine ranking factors <http://searchengineland.com/guide/seo/types-of-search-engine-ranking-factors>
- [13] Webmaster answers <https://support.google.com/webmasters/answer/35624?hl=en>
- [14] What is content marketing? <http://contentmarketing-institute.com/what-is-content-marketing/>
- [15] What is paid search? <http://searchengineland.com/guide/what-is-paid-search>
- [16] What is SEO? <https://moz.com/learn/seo/what-is-seo>
- [17] What is SEO? <http://searchengineland.com/guide/what-is-seo>

POSTUPCI PROCJENE PARAMETARA

Autor **Sandi Buletić**, dipl.ing., pred.

Autor **Kristijan Batelić**, student Politehnike Pula

SAŽETAK

Procjena parametara vrlo je važna grana statistike jer se, na snovi procjene, mogu statistički predviđati događaji u budućnosti. Postoji više postupaka procjene parametara koji mogu procijeniti intervale povjerenja za različite uvijete s manjom ili većom preciznošću. U ovom radu opisani su najčešće korišteni postupci procjene parametara.

KLJUČNE RIJEČI: Statistika, parametar, procjena parametara, uzorak, metoda uzoraka, procjenitelj parametara, interval povjerenja, veličina uzorka

1. UVOD

Procjena je vrijednost pridružena parametru populacije na temelju vrijednosti statistike uzorka. Ovisno o načinu procjenjivanja dijeli se na točkastu i intervalnu. Vrijednost statistike uzorka kao procjena parametra populacije je točkasta procjena koja se obično daje s marginom pogreške, koja se uzima $\pm 1,96\sigma_{\bar{x}}$. Točkasta procjena se gotovo uvijek razlikuje od prave vrijednosti.

Kod intervalne procjene konstruira se interval oko točkaste procjene i daje se vjerojatnost da taj interval sadrži pravu vrijednost parametra populacije. Kako se točkasta procjena gotovo nikada ne podudara s pravom vrijednošću, dodavanjem određenog iznosa toj procjeni dobiva se interval u kojem bi se mogla nalaziti i prava vrijednost promatranog parametra. Što se više širi interval, to je vjerojatnije da će prava vrijednost biti unutra. Pri tome veća standardna devijacija znači i širi interval, kao i što će veća vjerojatnost značiti isto.

U ovom radu prikazani su postupci intervalne procjene parametara.

2. METODA UZORAKA

Neka je S populacija i $X: S \rightarrow O = \{o_1, \dots, o_k\} \subseteq \mathbb{R}$ numerička varijabla koja svakom članu s_i populacije (statističkog skupa) $S = \{s_1, s_2, \dots, s_N\}$ pridružuje neko numeričko obilježje $X(s_i)$. Primijetimo da X možemo promatrati kao slučajnu varijablu $X: \Omega \rightarrow O$, pri čemu je prostor elementarnih događaja $\Omega = \{\omega_1, \dots, \omega_k\}$ gdje je ω_i događaj da neki član populacije ima obilježje $o_i \in O$ tj. $X(\omega_i) = o_i$, a vjerojatnost događaja je $p(\omega_i)$ jednaka relativnoj frekvenciji $p_i = \frac{f_i}{N}$ obilježja o_i . Ako

je populacija beskonačna, onda je prikladnije govoriti o slučajnoj varijabli, budući da pojam relativne frekvencije obilježja u tom slučaju nema smisla već je zamijenjen pojmom vjerojatnosti da varijabla poprimi to obilježje. Početak razmatranja može biti i slučajna varijabla X (neovisno o statističkoj varijabli) koja opisuje neki slučajni pokus za koju ćemo onda reći da ima beskonačnu populaciju koja se sastoji od svih mogućih pokusa. Tada nam je, u statističkom istraživanju, za izračun parametara te varijable, kao što su očekivanje slučajne varijable μ (isto što i aritmetička sredina numeričke varijable), varijanca σ^2 (parametri koji brojčano iskazuju osobitost populacije), ili za izračun proporcije p (relativne frekvencije ili vjerojatnosti) pojedinog obilježja, potrebno imati sve vrijednosti varijable X , odnosno treba biti dostupno numeričko obilježje svakog člana populacije, tj. treba biti dostupna vjerojatnost (relativna frekvencija) svakog obilježja.

Ako je varijabla X nenumerička, tj. ako se svakom članu populacije pridružuje neko nenumeričko obilježje, onda se pripadna slučajna varijabla dobiva kodiranjem. Primjerice, događaju ω_i da neki član populacije ima obilježje o_i slučajna varijabla X pridruži broj i . Tako nenumeričku varijablu koja bilježi ishod svakog mogućeg bacanja novčića možemo promatrati kao slučajnu varijablu koja svakom događaju "palo je pismo" pridruži broj 0, a događaju "pala je glava" pridruži 1, ili varijablu koja svakom ispitaniku iz populacije pridružuje odgovor na postavljeno pitanje "DA" ili "NE" možemo promatrati kao slučajnu varijablu koja događaju "ispitanik je odgovorio DA" pridružuje broj 1, odnosno "ispitanik je odgovorio NE" pridruži 0. U tom slučaju vjerojatnost da slučajna varijabla poprimi vrijednost 1 (0) je jednaka proporciji obilježja "DA" ("NE"). Također, i ovom slučaju, u statističkom istraživanju, za izračun proporcije (relativne frekvencije) ili vjerojatnosti

pojednog obilježja potrebno je imati sve vrijednosti varijable X , odnosno treba biti dostupno numeričko obilježje svakog člana populacije, tj. treba biti dostupna vjerojatnost (relativna frekvencija) svakog obilježja.

Često puta nije moguće prikupiti sve podatke, odnosno obilježja svakog elementa populacije radi raznih razloga: zbog prevelikog ili beskonačnog opsega populacije, složenosti istraživanja, previsokih financijskih troškova takvog istraživanja, ako se istraživanjem uništavaju elementi populacije (ispitivanje biometrijskih karakteristika ljudi, testiranje tehničkih proizvoda, kemijska analiza prehrambenih konzervi, stavovi ljudi neke regije o najvećim političkim strankama, njihovim liderima, programima i do sada ostvarenim, a obećanim ciljevima...). Tada se moramo zadovoljiti dijelom podataka, odnosno vrijednostima varijable na uzorku (podskupu S_0 populacije S). U tom slučaju želimo donijeti što kvalitetniji zaključak o cijeloj populaciji temeljem podataka na uzorku. Naravno, svaki takav zaključak, osim ako uzorak nije jednak čitavoj populaciji, sadrži grešku, pa zaključke možemo donijeti s nekom razinom pouzdanosti (vjerojatnosti da je zaključak o osobitosti cijele populacije točan). S ciljem dobivanja što reprezentativnijih, vjerodostojnijih zaključaka o cijeloj populaciji moramo se pobrinuti da prikupljeni podaci budu na reprezentativnom uzorku. Isto tako da bismo mogli definirati sve parametre teorijske slučajne varijable možemo izvesti samo ograničen broj pokusa koje tada smatramo uzorkom na kojemu možemo izračunati relativne frekvencije pojedinih ishoda kojima ćemo procijeniti njihove vjerojatnosti (broj posjetitelja nekog kafića subotom, broj točnih odgovora sudionika nekog kviza...).

Najreprezentativniji uzorak je *slučajni uzorak* koji se formira na način da svaki element populacije ima jednaku vjerojatnost da bude izabran u uzorak. Najbolji način sastavljanja slučajnog uzorka, a da pri tomu eliminiramo nesvjesno psihološko-praktično preferiranje pojedinih elemenata, jest da se elementi numeriraju i onda nasumce, računalnim programom, izabiru brojevi. Naravno, postoji mogućnost i da slučajni uzorak ne bude reprezentativan, tj. da bude pristran, na što uostalom upućuje i činjenica da svaki zaključak temeljen na uzorku ima određenu razinu (ne)pouzdanosti.

Jednako reprezentativan je i *sistemski uzorak* u kojem se odabere nasumce prvi član uzorka iz numerirane populacije, a nakon njega u uzorak ulazi svaki n -ti član populacije.

Stratificirani uzorak je u mnogim slučajevima reprezentativniji nego li slučajni uzorak. Kod njegovog formiranja se populacija prvo podijeli, prema nekim karakteristikama, u slojeve (stratume), a potom se iz svakog sloja uzima slučajni uzorak tako da njegova veličina u odnosu na veličinu cijelog uzorka bude proporcionalna veličini sloja u odnosu na veličinu cijele populacije.

Klaster uzorak je lošija varijanta slučajnog uzorka, a koristi se u velikim ekonomskim, političkim ili tržišnim istraživanjima. Formira se na način da se cijela populacija podijeli u više manjih blokova (primjerice grad se podijeli na više kvartova ili blokova), pa se nasumce odabere jedan od tih blokova koji onda predstavlja klaster uzorak. Ovaj uzorak je praktičan jer su anketari koncentrirani na jednom području.

Kvotni uzorak se formira na način da organizator istraživanja, poznajući strukturu stanovništva obzirom na predmet istraživanja, unaprijed odredi broj ljudi iz svakog pojedinog stratum, a anketar sam odabire te ljude dok ne ispuni kvotu. Ovakav uzorak često nije reprezentativan, jer anketar sam, hodajući gradom ili jednom ulicom, po svojim afinitetima i atrakcijama, odabire ispitanike.

Prigodni uzorak je uzorak koji nam je, u datim okolnostima, jedini dostupan i može biti ekstremno pristran.

3. PROCJENITELJ PARAMETARA

Na svakom uzorku parametar $\hat{\theta}$ koji je izračunat pomoću vrijednosti obilježja članova uzorka nazivamo procjeniteljem toga istoga parametra θ izračunatog na cijeloj populaciji. Procjenitelj $\hat{\theta}$ možemo promatrati kao varijablu koja svakom uzorku $\{s_{i1}, s_{i2}, \dots, s_{in}\}$ veličine $n \prec N \leq \infty$ (podskupu bilo konačne populacije $S = \{s_1, s_2, \dots, s_N\}$, bilo beskonačne) pridružuje parametar $\hat{\theta}(s_{i1}, s_{i2}, \dots, s_{in})$. Označimo li sa P_n skup svih uzoraka veličine n , tj. skup svih n -članih podskupova od S , onda je procjenitelj $\hat{\theta}$ varijabla $\hat{\theta}: P_n \rightarrow R$. Svaki procjenitelj možemo tretirati kao slučajnu varijablu (na gore opisan način) koja događaju za n -uzorak koji ima parametar θ pridruži upravo broj $\hat{\theta}$. Sampling distribucija je distribucija te slučajne varijable. Primjerice, $\bar{x}$ je procjenitelj aritmetičke sredine koji svakom uzorku $\{s_{i1}, s_{i2}, \dots, s_{in}\}$ veličine n pridružuje aritmetičku sredinu toga uzorka $\bar{x}(\{s_{i1}, s_{i2}, \dots, s_{in}\}) = \frac{s_{i1} + s_{i2} + \dots + s_{in}}{n}$.

Ako je početno razmatranje slučajna varijabla koja opisuje neki slučajni pokus (koji se može izvesti neograničeno mnogo puta) onda uzorkom iz P_n smatramo niz od uzastopnih n pokusa, a aritmetička sredina $\bar{x}$ ishoda tih n pokusa je procjenitelj očekivanja te slučajne varijable. Prisjetimo se da smo za ovakva razmatranja dogovorno govorili da imaju beskonačnu populaciju.

Ako je populacija konačna ili prebrojiva (najčešći slučaj kod društvenih istraživanja), onda uzoraka fiksne veličine ima konačno ili prebrojivo, pa je procjenitelj $\hat{\theta}$ diskretna slučajna varijabla. U slučaju kada je populacija neprebrojiva ili kad je početno razmatranje slučajna varijabla koja opisuje neki slučajni pokus (koji se može izvesti neograničeno mnogo puta), onda i uzoraka ima neprebrojivo, a procjenitelj $\hat{\theta}$ je neprekidna slučajna varijabla. To možemo prepoznati kod ispitivanja nekih kontinuiranih procesa, primjerice mjerenje temperature zraka u jednom danu, gdje temperatura poprima vrijednost u svakom djeliću vremena, a mi raspolažemo s podacima na uzorku koji se sastoji od n mjerenja. Strogo govoreći, elementi uzorka su ovdje mali intervali vremena.

Definicija 3.1. Kažemo da je procjenitelj $\hat{\theta}$ parametra θ nepristran ako je očekivanje slučajne varijable $\hat{\theta}$ jednako parametru θ cijele populacije, tj. $E[\hat{\theta}] = \theta$.

Teorem 3.2. Varijabla $\bar{x}$ koja svakom n -uzorku pridružuje njegovu aritmetičku sredinu je nepristran procjenitelj aritmetičke sredine (ili očekivanja) μ cijele populacije, tj. vrijedi $E[\bar{x}] = \mu$.

Ako na konačnoj populaciji $S = \{s_1, s_2, \dots, s_N\}$ M elemenata ima isto obilježje o , tada je proporcija (relativna frekvencija) toga obilježja jednaka $p = \frac{M}{N}$.

U slučaju beskonačne populacije označimo sa p vjerojatnost događaja da element ima obilježje o , a sa $\hat{p}$ procjenitelja proporcije koji svakom uzorku $\{s_{i1}, s_{i2}, \dots, s_{in}\}$ veličine n pridružuje proporciju obilježja o , tj. $\hat{p}(\{s_{i1}, s_{i2}, \dots, s_{in}\}) = \frac{m}{n}$, gdje je m broj elemenata u uzorku koji imaju obilježje o .

Teorem 3.3. Varijabla $\hat{p} : P_n \rightarrow R$ je nepristrani procjenitelj proporcije (vjerojatnosti) p nekog obilježja na cijeloj populaciji, tj. $E[\hat{p}] = p$.

Teorem 3.4. Varijabla $\hat{\sigma}^2 : P_n \rightarrow R$ je nepristrani procjenitelj varijance σ^2 cijele populacije, tj. $E[\hat{\sigma}^2] = \sigma^2$.

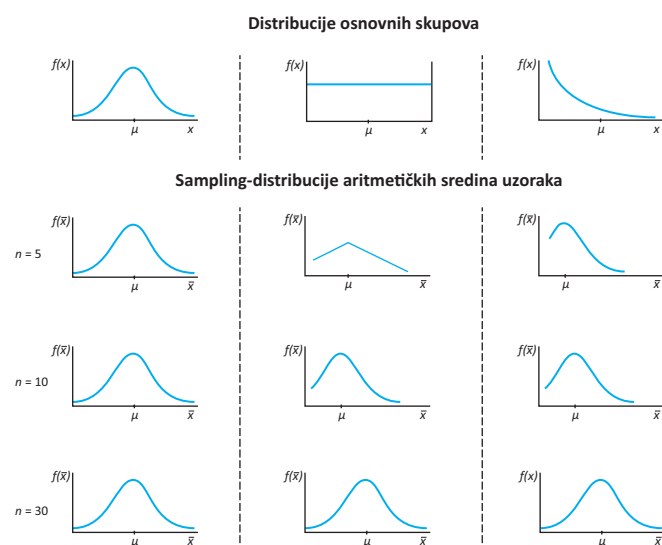
U praksi se najčešće zanemaruje faktor $\frac{N-1}{N}$ za dovoljno

velike populacije jer je $\lim_{N \rightarrow \infty} \frac{N-1}{N} = 1$.

3.1. Sampling distribucije procjenitelja

Procjenjuje li se parametar samo brojem, nije moguće donijeti sud o preciznosti procjene, niti o razini pouzdanosti s kojom možemo upotrijebiti tu procjenu. Zato su nam potrebne informacije o sampling distribucijama procjenitelja (Slika 3.1).

Slika 3.1: Oblici sampling distribucije [2]



Ako slučajni uzorak potječe iz normalno distribuirane populacije $N(\mu, \sigma)$, onda je sampling distribucija aritmetičkih sredina $\bar{x}$ također normalno distribuirana i to s očekivanjem $\mu_{\bar{x}} = \mu$ i standardnom devijacijom $\sigma_{\bar{x}}$ (još se kaže standardna greška sredine).

Ako je slučajni uzorak izabran iz proizvoljno distribuirane populacije s parametrima $\mu, \sigma > 0$, onda je, u slučaju da je uzorak dovoljno velik, tj. ako je uzorak čija je veličina $n > 30$, sampling distribucija aritmetičkih sredina približno normalno distribuirana s očekivanjem $\mu_{\bar{x}} = \mu$ i standardnom devijacijom $\sigma_{\bar{x}}$. Ovo je posljedica Centralnog graničnog teorema koji tvrdi da sampling distribucije teže ka normalnoj distribuciji $N(\mu, \sigma_{\bar{x}})$ kad veličina uzorka n teži u beskonačno.

Budući se u statističkim istraživanjima najviše bavimo konačnim populacijama, pa su i odgovarajuće varijable procjenitelja diskretne, takve smatramo normalno distribuiranim ako se skup točaka $\{(x_1, p_1), (x_2, p_2), \dots\}$ distribucije te diskretne slučajne varijable nalazi na grafu Gaussove krivulje s parametrima μ i σ . Možemo to shvatiti kao da su vrijednosti konačne populacije jedan pogodan uzorak uzet iz skupa vrijednosti normalno distribuirane slučajne varijable.

Standardna devijacija procjenitelja $\bar{x}$ je jednaka $\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{N-n}{N-1}}$

ako je populacija konačna i veličine N , odnosno $\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ ako

je populacija beskonačna. U praksi se faktor $\sqrt{\frac{N-n}{N-1}}$ izostavlja i za konačne populacije ako je $\frac{n}{N} < 0,05$ (populacije čija je veličina puno veća od veličine uzorka).

4. INTERVALI POVJERENJA

Kvalitetnija procjena parametra ϑ populacije od točkaste procjene (procjenitelj $\hat{\vartheta}$) je intervalna procjena koja se sastoji u određivanju intervala $\langle a, b \rangle$ za kojeg možemo s vjerojatnošću $1 - \gamma$ tvrditi da sadrži parametar ϑ , tj. $p(\theta \in \langle a, b \rangle) = 1 - \gamma$, tako da granice a i b ovise o vrijednostima na uzorku. Vjerojatnost $1 - \gamma$ nazivamo razinom pouzdanosti procjene koji se obično izražava postotkom $(1 - \gamma)100\%$ i uzima 90%, 95%, 99%. Širinu intervala nazivamo preciznošću procjene, a sam interval intervalom povjerenja.

Razina pouzdanosti i preciznost procjene su obrnuto proporcionalni. Uži interval, odnosno veća preciznost se može postići uz smanjenje pouzdanosti, odnosno, veća pouzdanost rezultira smanjenjem preciznosti, odnosno širim intervalom.

4.1 Procjena aritmetičke sredine

Ako je uzorak, uzet iz proizvoljno distribuirane populacije, nepoznatog očekivanja μ , dovoljno velik ($n > 30$), onda je sampling distribucija aritmetičkih sredina $\bar{x}$ normalna $N(\mu, \sigma_{\bar{x}})$. Tada se u intervalu $\langle \mu - z_{\gamma/2} \sigma_{\bar{x}}, \mu + z_{\gamma/2} \sigma_{\bar{x}} \rangle$ nalazi $(1 - \gamma)100\%$ aritmetičkih sredina uzoraka, odnosno vjerojatnost da aritmetička sredina $\bar{x}$ nekog uzorka bude u ovom intervalu je $(1 - \gamma)$. Broj $z_{\gamma/2}$ je vrijednost standardizirane normalne varijable Z koja ima svojstvo $p(Z > z_{\gamma/2}) = \gamma/2$. No, to znači da je vjerojatnost da aritmetička sredina μ populacije bude u intervalu $\langle \bar{x} - z_{\gamma/2} \sigma_{\bar{x}}, \bar{x} + z_{\gamma/2} \sigma_{\bar{x}} \rangle$ također $1 - \gamma$.

Interval

$$\langle \bar{x} - z_{\gamma/2} \sigma_{\bar{x}}, \bar{x} + z_{\gamma/2} \sigma_{\bar{x}} \rangle$$

nazivamo intervalom povjerenja aritmetičke sredine za velike uzorke s razinom pouzdanosti $1 - \gamma$.

Interval interpretiramo na način da se s vjerojatnošću $1 - \gamma$ očekuje da nepoznata aritmetička sredina populacije bude veća od donje, a manja od gornje granice intervala. Budući $\sigma_{\bar{x}}$ u slučaju i konačne i beskonačne populacije ovisi o standardnoj devijaciji σ cijele populacije koja je najčešće nepoznata, to ju u formuli smijemo zamijeniti s njezinim procjeniteljem

$$\hat{\sigma} = \sqrt{s^2 \frac{n}{n-1} \frac{N-1}{N}}$$

izračunatim na uzorku, odnosno s

$$\hat{\sigma} = \sqrt{s^2 \frac{n}{n-1}}$$

ako je N nepoznat i dovoljno velik $\frac{N-1}{N} \approx 1$.

Ovaj interval možemo primjenjivati i na male uzorke ($n \leq 30$) ako je populacija iz koje je uzorak uzet normalna i ako joj je poznata standardna devijacija σ .

Ako je slučajni uzorak mali ($n \leq 30$) i ako je izabran iz populacije čija je distribucija normalna, ali s nepoznatim parametrima μ i σ , onda interval $\langle \bar{x} - t_{\gamma/2} \sigma_{\bar{x}}, \bar{x} + t_{\gamma/2} \sigma_{\bar{x}} \rangle$ sadrži μ s vjerojatnošću $1 - \gamma$. Broj $t_{\gamma/2}$ je vrijednost t -distribuirane varijable s $n-1$ stupnjeva slobode koja ima svojstvo $p(t > t_{\gamma/2}) = \gamma/2$. Budući da je σ nepoznat, to u formuli za $\sigma_{\bar{x}}$ umjesto σ uvrstavamo procjenitelja $\hat{\sigma}$ izračunatog na uzorku.

Interval

$$\langle \bar{x} - t_{\gamma/2} \sigma_{\bar{x}}, \bar{x} + t_{\gamma/2} \sigma_{\bar{x}} \rangle$$

nazivamo intervalom povjerenja aritmetičke sredine za male uzorke s razinom pouzdanosti $1 - \gamma$.

4.2 Procjena matematičkog očekivanja

Matematičko očekivanje μ se tipično procjenjuje pomoću aritmetičke sredine uzorka tj. $\hat{\mu} = \bar{x}$.

Da bi se moglo odrediti interval povjerenja za matematičko očekivanje μ , potrebno je poznavati razdiobu $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$.

Na prvi pogled to izgleda nemoguće, jer je preduvjet za to poznavanje razdiobe slučajnih veličina x_i , a kada bi tu razdiobu poznavali ne bi imali potrebu za procjenom parametara (jer bi te parametre mogli na osnovu razdiobe i izračunati). S obzirom da promatramo slučajni uzorak $(x_1, \dots, x_n)$, slučajne varijable $x_i, i=1, \dots, n$ su jednako distribuirane s nepoznatim matematičkim očekivanjem μ . Pretpostavimo za početak da je standardno odstupanje slučajnih varijabli poznato i jednako σ_0 .

Tada se može pokazati da vrijedi $\sigma_{\bar{x}}^2 = V(\bar{x}) = \frac{\sigma_0^2}{n}$ tj. $\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma_0}{\sqrt{n}}$.

Dakle, možemo zaključiti da se standardno odstupanje aritmetičke sredine smanjuje s povećanjem veličine slučajnog uzorka.

Veličina $\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma_0}{\sqrt{n}}$ naziva se standardna pogreška.

Ako su $(x_1, \dots, x_n)$ nezavisne i jednako distribuirane slučajne varijable s matematičkim očekivanjem μ i standardnom devijacijom σ_0 , onda prema centralnom graničnom teoremu za dovoljno velike slučajne uzorke ($n \geq 30$) za slučajnu veličinu (aritmetičku sredinu) $\bar{x}$ vrijedi da je približno normalno distribuirana i to

$$\bar{x} \sim N\left(\mu, \frac{\sigma_0^2}{n}\right),$$

odnosno za varijablu z vrijedi da je distribuirana standardno normalno

$$z = \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma_0 / \sqrt{n}} \sim N(0, 1).$$

Na osnovu centralnog graničnog teorema možemo provesti intervalnu procjenu matematičkog očekivanja generalnog skupa.

Uz poznatu standardnu devijaciju σ_0 , za koeficijent pouzdanosti γ interval povjerenja za matematičko očekivanje μ jednak je

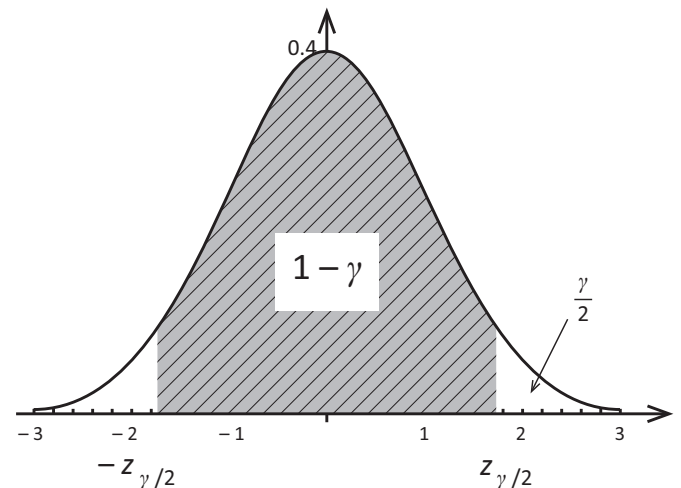
$$\left\langle \bar{x} - z_{\gamma/2} \frac{\sigma_0}{\sqrt{n}}, \bar{x} + z_{\gamma/2} \frac{\sigma_0}{\sqrt{n}} \right\rangle, \text{ pri čemu je } \square(z_{\gamma/2}) = 1 - \gamma$$

(Slika 4.1).

Ovakva je procjena točna ako su slučajne varijable $x_1, \dots, x_n$ normalno distribuirane ili pak za dovoljno velik uzorak ($n \geq 30$) uz poznatu standardnu devijaciju σ_0 .

Slika 4.1 Standardna normalna razdioba,

$$P[-z_{\gamma/2} \leq Z \leq z_{\gamma/2}] = 1 - \gamma$$



Za dokaz dovoljno je pokazati da je

$$P\left[\bar{x} - z_{\gamma/2} \frac{\sigma_0}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq \bar{x} + z_{\gamma/2} \frac{\sigma_0}{\sqrt{n}}\right] = 1 - \gamma$$

Vrijedi

$$\begin{aligned} P\left[\bar{x} - z_{\gamma/2} \frac{\sigma_0}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq \bar{x} + z_{\gamma/2} \frac{\sigma_0}{\sqrt{n}}\right] &= P\left[-z_{\gamma/2} \leq \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{\sigma_0}{\sqrt{n}}} \leq z_{\gamma/2}\right] = \\ &= P[-z_{\gamma/2} \leq Z \leq z_{\gamma/2}] = \square(z_{\gamma/2}) \end{aligned}$$

gdje je $Z = \sqrt{n} \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma_0}$. Ako su slučajne varijable $x_1, \dots, x_n$

normalno distribuirane, onda je prema adicijskom teoremu za normalnu razdiobu slučajna varijabla Z distribuirana po standardnoj normalnoj razdiobi, a u slučaju da $x_1, \dots, x_n$ nisu normalno distribuirane, ali je ($n \geq 30$), Z je prema centralnom graničnom teoremu raspodijeljena približno normalno pa očitno tvrdnja slijedi.

4.3. Procjena proporcije

Procjenitelj $\hat{p}$ proporcije p nekog obilježja populacije je proporcija uzorka $\hat{p} = \frac{m}{n}$, gdje je m broj članova uzorka s određenim obilježjem, a n veličina uzorka. Ako slučajni uzorak potječe iz beskonačnog skupa, onda je sampling distribucija proporcija $\hat{p}$ binomna distribucija s očekivanjem $E[\hat{p}] = p$ i standardnom devijacijom

$$\sigma_{\hat{p}} = \sqrt{\frac{p \cdot (1-p)}{n}}.$$

Ako je populacija konačna i veličine N onda je sampling distribucija proporcija $\hat{p}$ hipergeometrijska s očekivanjem p i standardnom devijacijom

$$\sigma_{\hat{p}} = \sqrt{\frac{p \cdot (1-p)}{n} \left(\frac{N-n}{N-1} \right)}.$$

Budući da obje distribucije teže normalnoj distribuciji, u oba slučaja se kao praktično pravilo uzima da je sampling distribucija

proporcija $\hat{p}$ aproksimativno normalno distribuirana $N(p, \sigma_{\hat{p}})$ ako je $p \geq 5$ i $(1-p) \geq 5$. U tom slučaju, koristeći svojstva normalne distribucije, interval

$$\langle \hat{p} - z_{\gamma/2} \sigma_{\hat{p}}, \hat{p} + z_{\gamma/2} \sigma_{\hat{p}} \rangle$$

sadrži pravu proporciju p s vjerojatnošću $1-\gamma$. Taj interval nazivamo **intervalom povjerenja proporcije s razinom pouzdanosti** $1-\gamma$.

Budući da je u formuli za izračun granica intervala povjerenja proporcije potrebna proporcija p , a koja nije dostupna i koju procjenjujemo tim istim intervalom, smijemo izraz $\frac{p \cdot (1-p)}{n}$ zamijeniti izrazom $\frac{\hat{p} \cdot (1-\hat{p})}{n-1}$. Također, u slučaju konačne populacije i $\frac{n}{N} < 0,05$ faktor $\frac{N-n}{N-1}$ izostavljamo.

Nadalje, budući je interval povjerenja proporcije dobiven aproksimacijom binomne i hipergeometrijske razdiobe s normalnom distribucijom i aproksimacijom standardne devijacije $\sigma_{\hat{p}}$ pomoću gornjeg izraza, to je potrebna dodatna provjera je li postupak tj. aproksimacija zadovoljavajuća. Rezultate možemo prihvatiti kao relevantne ako je gornja granica intervala strogo manja od 1.

4.4. Procjena varijance

Ako je uzorak veličine n uzet iz normalno distribuirane populacije varijance σ^2 , a $\hat{\sigma}^2$ je njezin nepristrani procjenitelj, onda su vrijednosti $\frac{(n-1)\hat{\sigma}^2}{\sigma^2}$ distribuirane po χ^2 -distribuciji s $n-1$ stupnjeva slobode. Tada, s vjerojatnošću $1-\gamma$ smijemo tvrditi da se $\frac{(n-1)\hat{\sigma}^2}{\sigma^2}$ nalazi u intervalu $\langle \chi^2_{(1-\gamma/2; n-1)}, \chi^2_{(\gamma/2; n-1)} \rangle$, gdje su brojevi $\chi^2_{(1-\gamma/2; n-1)}$ i $\chi^2_{(\gamma/2; n-1)}$ vrijednosti χ^2 -distribuirane varijable s $n-1$ stupnjeva slobode koje imaju svojstvo $P(\chi^2 > \chi^2_{(1-\gamma/2; n-1)}) = 1-\gamma/2$, odnosno $P(\chi^2 > \chi^2_{(\gamma/2; n-1)}) = \gamma/2$. Tada se, s istom vjerojatnošću, vrijednost $\frac{\sigma^2}{(n-1)\hat{\sigma}^2}$ nalazi u intervalu $\left\langle \frac{1}{\chi^2_{(\gamma/2; n-1)}}, \frac{1}{\chi^2_{(1-\gamma/2; n-1)}} \right\rangle$. Napokon, s vjerojatnošću $1-\gamma$ varijanca populacije σ^2 pripada intervalu $\left\langle \frac{(n-1)\hat{\sigma}^2}{\chi^2_{(\gamma/2; n-1)}}, \frac{(n-1)\hat{\sigma}^2}{\chi^2_{(1-\gamma/2; n-1)}} \right\rangle$. Ovaj interval nazivamo **intervalom povjerenja varijance s razinom pouzdanosti** $1-\gamma$. Interval povjerenja standardne devijacije σ je

$$\left\langle \frac{\hat{\sigma} \sqrt{(n-1)}}{\sqrt{\chi^2_{(\gamma/2; n-1)}}}, \frac{\hat{\sigma} \sqrt{(n-1)}}{\sqrt{\chi^2_{(1-\gamma/2; n-1)}}} \right\rangle.$$

4.5. Procjena razlike sredina pomoću neovisnih uzoraka

Neka vrijednosti $x_{11}, x_{21}, \dots, x_{n_1 1}$ tvore uzorak veličine n_1 iz populacije S_1 s aritmetičkom sredinom μ_1 i standardnom devijacijom σ_1 , te neka vrijednosti $x_{12}, x_{22}, \dots, x_{n_2 2}$ tvore uzorak veličine n_2 iz populacije S_2 s aritmetičkom sredinom μ_2 i standardnom devijacijom σ_2 . Procjenitelj razlike $D = \mu_1 - \mu_2$ aritmetičkih sredina populacija je razlika $\hat{D} = \bar{x}_1 - \bar{x}_2$ između

aritmetičkih sredina $\bar{x}_1$ i $\bar{x}_2$ uzoraka. Ovaj procjenitelj je nepristran, tj. $E[\bar{x}_1 - \bar{x}_2] = \mu_1 - \mu_2 = D$. Ako su uzorci, uzeti iz populacija, veliki i međusobno neovisni, onda je pripadna sampling distribucija približno normalna, a standardna

devijacija joj je

$$\sigma_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} = \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}.$$

Ako su uzorci uzeti iz populacija veliki i neovisni, onda interval

$$\langle \hat{D} - z_{\gamma/2} \sigma_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}, \hat{D} + z_{\gamma/2} \sigma_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} \rangle$$

nazivamo intervalom povjerenja za razliku aritmetičkih sredina dviju populacija za velike i neovisne uzorke s razinom pouzdanosti $1-\gamma$, i on sadrži razliku $D = \mu_1 - \mu_2$ s vjerojatnošću $1-\gamma$. U formuli za granice ovog intervala smijemo zamijeniti (najčešće nepoznate) varijance populacija σ_1^2 i σ_2^2 s njihovim procjeniteljima $\hat{\sigma}_1^2$ i $\hat{\sigma}_2^2$.

Ako se razlika sredina procjenjuje pomoću malih uzoraka izabranih iz normalno distribuiranih populacija različitih sredina i jednakih, poznatih, varijanci $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma$, onda je odgovarajući interval povjerenja

$$\langle \hat{D} - t_{\gamma/2} \sigma_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}, \hat{D} + t_{\gamma/2} \sigma_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} \rangle,$$

gdje je $\sigma_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} = \sigma \sqrt{\frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2}}$, a broj $t_{\gamma/2}$ je odgovarajuća vrijednost t -distribuirane varijable s $n_1 + n_2 - 2$ stupnjeva slobode.

Ako je zajednička varijanca σ nepoznata, onda se koristi izraz

$$\sigma_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)\hat{\sigma}_1^2 + (n_2 - 1)\hat{\sigma}_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2} \right)}.$$

Ako se prethodno utvrdi da su varijance populacija različite

onda se koristi izraz $\sigma_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} = \sqrt{\frac{\hat{\sigma}_1^2}{n_1} + \frac{\hat{\sigma}_2^2}{n_2}}$, a broj stupnjeva slobode kojeg koristimo za izračun vrijednosti $t_{\gamma/2}$ je jednak

$$s.s. = \text{Int} \left[\left(\frac{\hat{\sigma}_1^2}{n_1} + \frac{\hat{\sigma}_2^2}{n_2} \right)^2 \cdot \left(\frac{\left(\frac{\hat{\sigma}_1^2}{n_1} \right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{\hat{\sigma}_2^2}{n_2} \right)^2}{n_2 - 1} \right) \right],$$

gdje Int označuje najveće cijelo decimalnog broja (broju se odbacuju decimale).

4.6. Procjena razlike sredina pomoću ovisnih (uparenih) uzoraka

Procjenjivanje razlike aritmetičkih sredina dviju populacija zavisnim uzorcima obično se provodi pomoću razlike vrijednosti parova, pogotovo ako se populacije sastoje od istih članova s dva različita numerička obilježja. Primjerice, možemo promatrati populaciju ljudi koji su počeli primjenjivati dijetu, a istoj osobi bilježimo težinu prije i poslije dijetu, ili promatrati uspjehe učenika istog razreda kod dva različita nastavnika, ili proizvodnost populacije radnika prije i poslije stručnog usavršavanja. Kod ovakvih primjera zapravo radimo s istom populacijom $\{s_1, \dots, s_N\}$ na kojoj operiraju varijable X_1 i

X_2 . No, onda se može formirati jedinstvena varijabla razlika $d = X_1 - X_2$ koja djeluje na istoj populaciji. Ta varijabla ima očekivanje $\mu_d = E[d] = E[X_1 - X_2] = \mu_1 - \mu_2$ i standardnu devijaciju σ_d . Uzorak $\{d_1, \dots, d_n\}$ veličine n , kojeg uzimamo iz ovakve populacije razlika, je zapravo par međusobno ovisnih uzoraka $\{x_1, \dots, x_n\}$ i $\{y_1, \dots, y_n\}$ jednake veličine vrijednosti kojih promatramo u parovima, odnosno za i -ti član promatramo par (x_i, y_i) čija je razlika $d_i = x_i - y_i$. Varijablu koja svakom takvom uzorku $\{d_1, \dots, d_n\}$ razlike parova pridruži aritmetičku sredinu $\bar{d} = \frac{d_1 + \dots + d_n}{n}$ je nepristrani procjenitelj aritmetičke sredine μ_d , pa onda i razlike aritmetičkih sredina prve i druge populacije $\mu_1 - \mu_2 = \mu_d$, tj. vrijedi $E[\bar{d}] = \mu_1 - \mu_2$. Za velike uzorke sampling distribucija varijable aritmetičkih sredina razlika uzoraka $\bar{d}$ je približno normalna $N(\mu_d, \sigma_{\bar{d}})$, gdje je $\sigma_{\bar{d}} = \frac{\sigma_d}{\sqrt{n}}$. Tada je vjerojatnost da razlika aritmetičkih sredina $\mu_d = \mu_1 - \mu_2$ populacija (isto što aritmetička sredina razlika) bude u intervalu $\langle \bar{d} - z_{\gamma/2} \sigma_{\bar{d}}, \bar{d} + z_{\gamma/2} \sigma_{\bar{d}} \rangle$ jednaka $1 - \gamma$. Interval

$$\langle \bar{d} - z_{\gamma/2} \sigma_{\bar{d}}, \bar{d} + z_{\gamma/2} \sigma_{\bar{d}} \rangle$$

nazivamo intervalom povjerenja razlike aritmetičke sredine za velike uzorke na temelju ovisnih (uparenih) uzoraka s razinom pouzdanosti $1 - \gamma$. U izrazu za granice intervala u $\sigma_{\bar{d}}$ smijemo umjesto (obično nepoznate) standardne devijacije varijable

razlika σ_d uvrštavati njezin procjenitelj $\hat{\sigma}_d = s_d \sqrt{\frac{n}{n-1}}$, gdje

je s_d standardna devijacija uzorka razlika $\{d_1, \dots, d_n\}$, tj.

$$s_d = \sqrt{\frac{(d_1 - \bar{d})^2 + \dots + (d_n - \bar{d})^2}{n}}.$$

Ako je uzorak mali, a populacije normalno distribuirane, onda u izrazima za granice intervala umjesto $z_{\gamma/2}$ treba staviti vrijednost $t_{\gamma/2}$ s $n - 1$ stupnjeva slobode.

4.7. Procjena razlike proporcija

Neka su n_1 i n_2 veličine uzoraka uzetih iz populacija kojima su p_1 i p_2 proporcije nekog obilježja redom. Ako u prvom uzorku ima m_1 elemenata s promatranim obilježjem, a u drugom m_2 ,

onda su $\hat{p}_1 = \frac{m_1}{n_1}$ i $\hat{p}_2 = \frac{m_2}{n_2}$ proporcije uzoraka s promatranim

obilježjem redom. Razlika $\hat{p}_1 - \hat{p}_2$ je nepristrani procjenitelj prave razlike populacijskih proporcija $p_1 - p_2$. Nadalje, ako su uzorci dovoljno veliki (kao kod procjene proporcije) sampling distribucija razlika proporcija $\hat{p}_1 - \hat{p}_2$ je približno normalna $N(p_1 - p_2, \sigma_{\hat{p}_1 - \hat{p}_2})$, gdje je

$$\sigma_{\hat{p}_1 - \hat{p}_2} \approx \sqrt{\frac{(n_1 \hat{p}_1 + n_2 \hat{p}_2)(n_1(1 - \hat{p}_1) + n_2(1 - \hat{p}_2))}{(n_1 + n_2)n_1 n_2}}$$

Tada je vjerojatnost da razlika populacijskih proporcija $p_1 - p_2$ bude u intervalu $\langle \hat{p}_1 - \hat{p}_2 - z_{\gamma/2} \sigma_{\hat{p}_1 - \hat{p}_2}, \hat{p}_1 - \hat{p}_2 + z_{\gamma/2} \sigma_{\hat{p}_1 - \hat{p}_2} \rangle$ jednaka $1 - \gamma$.

Interval $\langle \hat{p}_1 - \hat{p}_2 - z_{\gamma/2} \sigma_{\hat{p}_1 - \hat{p}_2}, \hat{p}_1 - \hat{p}_2 + z_{\gamma/2} \sigma_{\hat{p}_1 - \hat{p}_2} \rangle$

nazivamo intervalom povjerenja razlike populacijskih proporcija s razinom pouzdanosti $1 - \gamma$.

5. ODREĐIVANJE VELIČINE UZORKA ZA PROCJENU PARAMETRA

Veličina slučajnog uzorka uzetog iz populacije za procjenu parametra ϑ ovisi, između ostalog, o željenoj preciznosti procjene i razini pouzdanosti procjene. Naravno, da veći uzorak implicira i veću preciznost i veću pouzdanost, no često puta i povećava troškove istraživanja. Stoga je uputno na početku istraživanja, prije uzimanja uzorka, iskazati željenu preciznost i razinu pouzdanosti, te temeljem toga izračunati potrebnu veličinu uzorka da bi se ostvarili postavljeni ciljevi.

Ako je interval povjerenja do kojeg želimo doći simetričan $\langle \hat{\theta} - d, \hat{\theta} + d \rangle$, onda brojem $2d$ iskazujemo preciznost procjene, tj. najveću dopuštenu grešku d (između $\hat{\theta}$ i ϑ) u apsolutnom

iznosu ili u relativnom iznosu $\frac{d}{\hat{\theta}}$ (u jedinicama procijenjenog

parametra $\hat{\theta}$). Veličina uzorka n se izračunava iz formula za granice intervala povjerenja i to za zadani d i $1 - \gamma$. Ako želimo načiniti interval povjerenja $\langle \bar{x} - d, \bar{x} + d \rangle$ za procjenu sredine μ populacije s razinom pouzdanosti $1 - \gamma$, onda, za beskonačne populacije, iz $d = z_{\gamma/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ slijedi $n = \left(\frac{z_{\gamma/2} \sigma}{d} \right)^2$.

U postupku određivanja veličine uzorka n , treba nam, osim preciznosti d i pouzdanosti $1 - \gamma$, i standardna devijacija populacije σ koja je redovito nepoznata. No, σ se kao planska veličina prosuđuje pomoću pilot istraživanja ili se uzima kao iskustveno pravilo da je raspon cijele populacije približno 6σ (Čebišev teorem). Ako se pogreška izražava relativno (koliki postotak vrijednosti sredine toleriramo za grešku) onda je

$n = \left(\frac{z_{\gamma/2} \frac{\sigma}{\mu}}{d} \right)^2$. Ako je populacija konačna, onda se n nađe iz

jednadžbe $d = z_{\gamma/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{N-n}{N-1}}$, i to samo u slučaju kada je

$\frac{n_0}{N} > 0,05$, gdje je $n_0 = \left(\frac{z_{\gamma/2} \frac{\sigma}{\mu}}{d} \right)^2$. U protivnom je $n = n_0$.

Ako želimo načiniti interval povjerenja $\langle \hat{p} - d, \hat{p} + d \rangle$ za procjenu proporcije p nekog obilježja populacije s razinom pouzdanosti,

onda, za beskonačne populacije, iz $d = z_{\gamma/2} \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$ slijedi

$$n = \left(\frac{z_{\gamma/2}}{d} \right)^2 p(1-p).$$

U postupku određivanja veličine uzorka n , treba nam, osim preciznosti d i pouzdanosti $1 - \gamma$, i proporcija p koju procjenjujemo. Za nju uzimamo plansku, približnu veličinu. No, ako nema pouzdane osnove za plansku veličinu, onda se uzima najnepovoljniji slučaj, tj. kada je $p(1-p)$ maksimalan, a to će biti za $p = 0,5$. Ako je populacija konačna, onda se n nađe iz jednadžbe

$$d = z_{\gamma/2} \sqrt{\frac{p(1-p)}{n} \left(\frac{N-n}{N-1} \right)},$$

i to samo u slučaju kada je $\frac{n_0}{N} \succ 0,05$,

gdje je $n_0 = \left(\frac{z_{\gamma/2}}{d} \right)^2 p(1-p)$. U protivnom je $n = n_0$.

Na sličan način se određuju veličine n_1 i n_2 uzoraka koje treba uzeti iz dviju populacija za procjenu razlike sredina $\mu_1 - \mu_2$ i razlike proporcija $p_1 - p_2$. U izračunu se uzima da je $n_1 = n_2$.

LITERATURA

- [1] D. C. Montgomery, G. C. Runger, Applied Statistics and Probability for Engineers, 3rd edition, John Wiley & Sons, 2003.
- [2] N. Koceić Bilan, Primjenjena statistika, PMF Split, 2011.
- [3] N. Elezović, Vjerojatnost i statistika – Matematička statistika, Stohastički procesi, Element, Zagreb, 2007.
- [4] Z. Glumac, Vjerojatnost i statistika, Osijek, 2006.

OSNOVE PRORAČUNA KRITIČNIH BRZINA VRTNJE ROTACIONIH STROJEVA

Basics of Rotating Machinery Critical Speeds Calculation

Autor **Milenko Jokić**, mag. ing. mech.¹

SAŽETAK

Suvremeni postupci projektiranja rotacionih strojeva iziskuju čim točnije određivanje naprezanja u tranzijentnim režimima rada. Pri tome je izuzetno važno precizno tretiranje pojave strukturnih vibracija. U članku je opisan analitički postupak proračuna kritičnih brzina vrtnje s posebnim naglaskom na prvu kritičnu brzinu.

KLJUČNE RIJEČI: kritična brzina vrtnje, rotor, sustav rotor-ležajevi, dinamička analiza, vlastita frekvencija

ABSTRACT

Modern design procedures for rotating machinery require accurate stress determination in transient regimes of work. Accordingly, it is very important to precisely treat occurrence of structural vibrations. This article describes analytical method for critical speeds calculation with special care to the first critical speed.

KEYWORDS: critical speed, rotor, rotor-bearing system, dynamic analysis, natural frequency

1. UVOD

U procesu konstruiranja, pravilnim dimenzioniranjem svih elemenata rotacionog stroja, između ostalog, osigurava se i njegova dinamička stabilnost. Time se sprječava pojava neželjenih i prekomjernih vibracija koje bi negativno utjecale na funkcionalnu ispravnost konstrukcije u cijelini.

Sklop, kojeg čine osovina ili vratilo zajedno sa drugim elementima koji su na njima smješteni, a koji svoju funkciju unutar stroja obavlja rotacijom, se naziva rotor ("rotor"). Rotor je sastavni dio rotacionog stroja, te zajedno sa ležajevima na koje je oslonjen, čini sustav rotor-ležajevi ("rotor-bearing system").

Dovoljnim udaljavanjem brzina vrtnje sustava rotor-ležajevi od njegovih kritičnih brzina, prvenstveno se sprječava pojava prekomjernih vibracija koje su posljedica djelovanja uzbudnih sila na rotor zbog njegova neuravnoteženja. Osim toga, ukoliko je moguće, važno je osigurati da frekvencije svih ostalih uzbudnih sila koje djeluju na sustav, budu dovoljno udaljene od frekvencija njegovih kritičnih brzina.

Poznavanje kritičnih brzina, kao i poznavanje svih predvidivih uzbudnih sila koje će djelovati na sustav u eksploataciji, je od ključnog značaja u procesu projektiranja. Iterativnim postupkom proračunavanja i oblikovanja svih elemenata sustava rotor-ležajevi, imajući u vidu rezultate dinamičke analize ("dynamic analysis"), u konačnici se dolazi do zadovoljavajućeg rješenja.

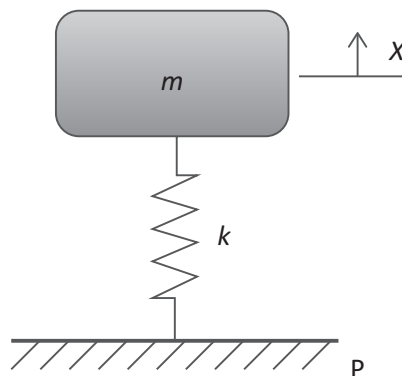
Izbjegavajući složeni matematički aparat, ovaj članak prikazuje osnove proračuna kritičnih brzina vrtnje rotacionog stroja. Kratkim pregledom teorijske osnove strukturnih vibracija se omogućava pravilno razumjevanje pojma *kritične brzine vrtnje* ("critical speed"). Posebna je pozornost posvećena analitičkom postupku određivanja prve kritične brzine vrtnje.

2. TEORIJSKE OSNOVE STRUKTURNIH VIBRACIJA

2.1. Slobodne vibracije bez prigušenja

Najjednostavniji sustav slobodnih vibracija bez prigušenja prikazan je na Slici 2.1. Sustav se sastoji od jedne krute mase m , učvršćene na apsolutno krutu podlogu P , preko elastične opruge krutosti k .

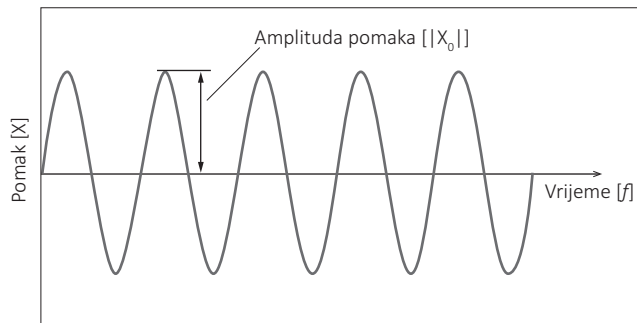
Slika 2.1: Najjednostavniji inercijsko-elastični sustav.



¹ Duran d.d., Mažuranićeva 3, 52100 Pula; Politehnika Pula, Visoka tehničko-poslovna škola s p. j., Riva 6, 52100 Pula

Ako sustav izbacimo iz statičke ravnoteže na način da masu m pomaknemo prema dolje i pustimo, sustav će početi vibrirati. Zapisujući položaj mase m u odnosu na vrijeme t dobije se prikaz vibracija u vremenskoj domeni (Slika 2.2). Pomak mase m se može prikazati kao sinusna funkcija određene frekvencije. Amplituda pomaka $|X_0|$ je konstantna, te je jednaka početnom odmaku mase m od ravnotežnog položaja.

Slika 2.2: Dinamički odziv sustava – prikaz vibracija u vremenskoj domeni



Jednadžba dinamičke ravnoteže sustava glasi:

$$m \cdot \ddot{x} + k \cdot x = 0 \quad (1)$$

Rješavanjem diferencijalne jednadžbe (1) se dolazi do izraza za određivanje vlastite kružne frekvencije sustava:

$$\omega_n = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (2)$$

Često se u praksi vlastita frekvencija prikazuje kao broj titraja u jedinici vremena, najčešće kao broj titraja u sekundi [Hz].

$$f_n = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (3)$$

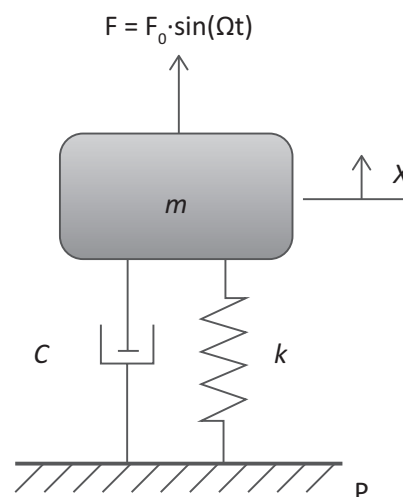
Dakle, zaključuje se da frekvencija slobodnih vibracija, odnosno *vlastita frekvencija* ("natural frequency") strukture ovisi isključivo o njezinoj masi i krutosti.

2.2. Prisilne vibracije s prigušenjem

Predhodno analizirani sustav se proširuje dodavanjem viskoznog prigušenja c paralelno sa elastičnom oprugom k , i uvođenjem idealne uzbudne sile konstantne amplitude $F = F_0 \cdot \sin(\Omega t)$.

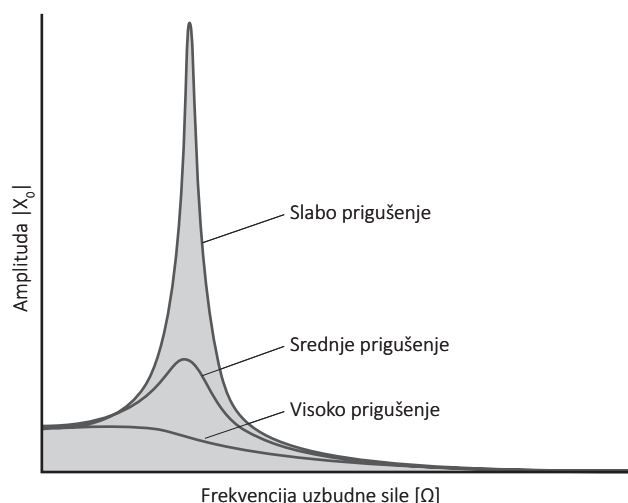
Iako se i dalje radi o sustavu sa jednim stupnjem slobodne gibanja, teorijski model prikazan na Slici 2.3 je puno bliži realnim strukturama. Primjenom ovog modela, uz određena pojednostavljenja, može se sa dovoljnom točnošću odrediti dinamički odziv karakterističnih sustava, koji su uobičajno predmet inženjerske analize u procesu konstruiranja.

Slika 2.3: Inercijsko-elastični sustav s prigušenjem i uzbudnom silom.



Uvođenjem uzbudne sile konstantne amplitude, te postepenim povećanjem njene frekvencije i zapisivanjem vrijednosti amplituda pomaka mase m , dobiva se dinamički odziv promatranog sustava. Ponavljanjem eksperimenta za različite intenzitete prigušenja se dobiva karakteristični prikaz dinamičkog odziva sustava prikazan na Slici 2.4.

Slika 2.4: Dinamički odziv sustava – prikaz amplitude pomaka mase m u odnosu na uzbudnu frekvenciju i intenzitet prigušenja



Jednadžba dinamičke ravnoteže promatranog sustava glasi:

$$m \cdot \ddot{x} + c \cdot \dot{x} + k \cdot x = F_0 \cdot \sin(\Omega t) \quad (4)$$

Rješavanjem diferencijalne jednadžbe (4) se dolazi do izraza za određivanje amplitude pomaka mase m

$$x_0 = \frac{\frac{F_0}{k}}{\sqrt{\left(1 - \frac{m \cdot \Omega^2}{k}\right)^2 + \left(\frac{c \cdot \Omega}{k}\right)^2}} \quad (5)$$

Dakle, poznavanjem vrijednosti mase, krutosti i prigušenja sustava, te uzbudne sile koja djeluje na sustav, može se sa

dovoljnom točnošću odrediti amplituda pomaka. Na Slici 2.4 se uočava da amplituda pomaka mase m raste sa porastom frekvencije uzbudne sile. Maksimalna amplituda pomaka X_0 će nastupiti u trenutku kada frekvencija uzbudne sile dosegne vrijednost prigušene vlastite frekvencije sustava. U tom slučaju se kaže da je sustav u *rezonanciji* (*“resonance”*).

$$\Omega = \omega_n \Rightarrow \text{rezonanca} \Rightarrow x_0 = \text{maks.} \quad (6)$$

Ovdje valja naglasiti da prigušena vlastita frekvencija nije nužno jednaka vlastitoj frekvenciji određenoj izrazom (3), što je posebno izraženo kod sustava sa visokim prigušenjem.

2.3. Sustavi s više stupnjeva slobode gibanja

Za razliku od predhodno analiziranih sustava, realne strukture su sačinjene od beskonačnog broja sitnih materijalnih čestica (molekula) između kojih djeluje uravnoteženi sustav međumolekularnih sila. Kako bi se slikovito predočilo vibriranje realnih struktura, sitne materijalne čestice možemo shvatiti kao pojedinačne mase m , a međumolekularne sile kao elastične opruge k sa prigušenjem c . Ovakav sustav ima beskonačan broj stupnjeva slobode gibanja, a samim tim i beskonačan broj vlastitih frekvencija. Pri tomu svaka vlastita frekvencija ima svoj jedinstveni mod vibriranja kojim je definiran međusobni položaj pojedinih masa m u tijeku vibriranja.

Vrlo često se u inženjerskoj praksi realne strukture odnosno sustavi pojednostavljaju na način da se svode na jednodimenzionalne sustave sa jednim ili više stupnjeva slobode gibanja. Tada se primjenom direktnog diferencijalnog računa, ili primjenom neke od numeričkih metoda, može sa dovoljnom točnošću odrediti dinamički odziv promatranog sustava.

Međutim, kod analize nepoznatih sustava sačinjenih od izrazito složenih i kompleksnih oblika, kao jedino moguće rješenje nameće se uporaba numeričkih metoda podržanih računalom.

3. KRITIČNA BRZINA VRTNJE

3.1. Definicija kritične brzine

Kritična brzina se definira kao brzina vrtnje osovine ili vratila koja se podudara sa nekritički prigušenom vlastitom frekvencijom sustava rotor-ležajevi. U trenutku kada brzina vrtnje dosegne vrijednost kritične brzine, doći će do naglog porasta amplituda pomaka rotora, odnosno nastupiti će rezonancija. Pri tomu će amplituda pomaka ovisiti o intenzitetu uzbudne sile koja djeluje na rotor zbog njegova neuravnoteženja, te o visini prigušenja. Visokim prigušenjem, te izuzetno preciznom izradom i balansiranjem rotora, može se osigurati rad stroja i u samom kritičnom području.

Međutim, osim uzbude neuravnoteženjem, na rotor mogu djelovati i druge uzbudne sile čije se frekvencije podudaraju ili su blizu prigušenoj vlastitoj frekvenciji sustava, te stoga svakako u procesu projektiranja treba provjeriti i njihov utjecaj na dinamičku stabilnost stroja. Osim toga, postoje i drugi faktori kojima se ograničava brzina vrtnje rotora, a koji nisu povezani sa njegovom kritičnim brzinama. Tipičan primjer su naprezanja strojnih elemenata smještenih na osovini ili vratilu zbog djelovanja centrifugalnih sila.

Rotor, zajedno sa ležajevima na koje je oslonjen, čini realan sustav sačinjen od beskonačnog broja sitnih materijalnih čestica.

Takav sustav ima beskonačan broj stupnjeva slobode gibanja, a time i beskonačan broj vlastitih frekvencija odnosno kritičnih brzina.

Vrlo često su u praksi nazivne brzine vrtnje rotora manje od njegove prve kritične brzine. U tom slučaju, dovoljno je u procesu projektiranja odrediti prvu kritičnu brzinu i provjeriti da li je najveća nazivna brzina vrtnje dovoljno udaljena od nje. Ukoliko su brzine vrtnje veće od prve kritične brzine, svakako je potrebno izračunati i njene više vrijednosti. Općenito, daje se sljedeća preporuka:

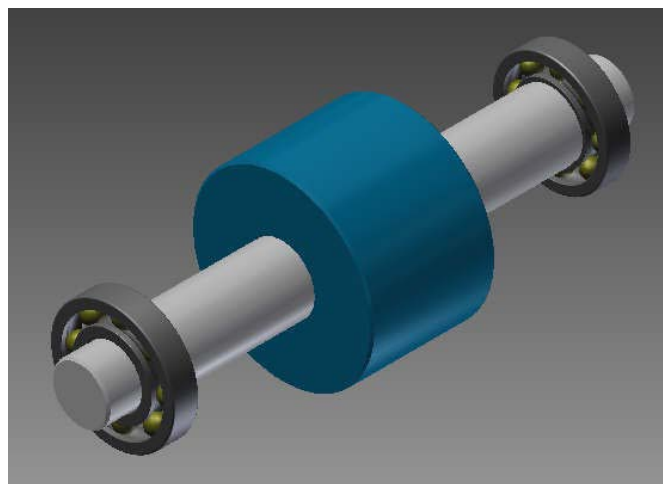
$$n < 0,7 \cdot n_{krit} ; n > 1,3 \cdot n_{krit} \quad (7)$$

Gornji izraz je vrlo općenit s obzirom da će u skladu sa ranije navedenim, amplituda pomaka za zadani sustav ovisiti o intenzitetu uzbudne sile i visini prigušenja. Ovdje se naglašava da intenzitet uzbudne sile zbog neuravnoteženja nije konstantan. S toga je vrlo važno u procesu izrade rotora osigurati njegovo elastično uravnoteženje ukoliko su brzine vrtnje u području iznad 50 % vrijednosti prve kritične brzine.

3.2. Analitički proračun prve kritične brzine

Određivanje kritičnih brzina se svodi na određivanje prigušenih vlastitih frekvencija sustava rotor-ležajevi. Primjer jendog takvog jednostavnog sustava je prikazan na Slici 3.1. Uvođenjem određenih pojednostavljenja omogućava se svođenje promatranog sustava na sustav s jednim stupnjem slobode gibanja.

Slika 3.1: Prikaz jednostavnog sustava rotor-ležajevi

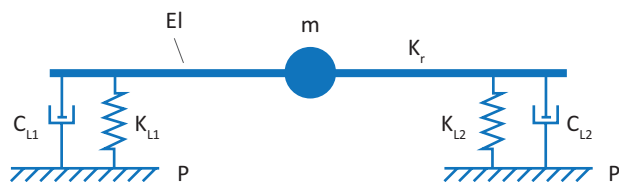


Uvode se sljedeća pojednostavljenja:

- masa strojnog elementa m se koncentrira u njegovo težište, te se nalazi na jednakoj udaljenosti između ležajeva,
- rotor se ne vrti, zanemaruje se žiroskopski efekt koji nema utjecaja na prvu kritičnu brzinu,
- pretpostavlja se da je masa osovine ili vratila mala u odnosu na masu m , te se zanemaruje,
- osovina ili vratilo su konstantnog poprečnog presjeka,
- ležajevi imaju jednaka svojstva krutosti i prigušenja u horizontalnoj i vertikalnoj ravnini,
- zanemaruje se utjecaj prigušenja na vlastitu frekvenciju sustava.

Pojednostavljeni sustav je shematski prikazan na Slici 3.2. Uočava se da je promatrani sustav ekvivalentan sustavu s jednim stupnjem slobode gibanja (Slika 2.3), s tom razlikom da sada imamo više različitih krutosti i prigušenja koja su međusobno serijski i paralelno spojeni.

Slika 3.2: Shematski prikaz jednostavnog sustava rotor-ležajevi



Krutost sustava sa Slike 3.2 se može izračunati primjenom sljedećeg izraza:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{k_R} + \frac{1}{k_{L1} + k_{L2}}} \quad (8)$$

Pri tomu se uobičajno podaci o krutostima k_{L1} i k_{L2} dobivaju od proizvođača ležajeva, dok se krutost osovine ili vratila k_R računa ovisno o geometriji. Za promatrani sustav sa Slike 3.1 i 3.2 vrijedi

$$k_R = \frac{48 \cdot I \cdot E}{L^3} \quad (9)$$

pri čemu je za kružni poprečni presjek aksijalni moment inercije

$$I = \frac{D^4 \cdot \pi}{64} \quad (10)$$

Obzirom da se radi o sustavu sa jednim stupnjem slobode gibanja, vlastita frekvencija se računa primjenom izraza (3)

$$f_n = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (11)$$

Konačno se prva kritična brzina računa primjenom sljedećeg izraza

$$n_{krit} = \frac{30}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{30}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{g}{v}} \quad (12)$$

Ovaj izraz se uobičajno može pronaći u različitoj tehničkoj literaturi iz područja elemenata strojeva. Međutim, vrlo često autori propuštaju detaljnije objasniti njegovu pozadinu, što u konačnici može dovesti do velikih pogrešaka u procesu konstruiranja a time i do ugroze funkcionalne ispravnosti konstrukcije u eksploataciji.

Naglašava se sljedeće:

1. Izrazom (12) nije uzeta u obzir masa osovine ili vratila. Stvarna kritična brzina će biti niža od izračunate, pa je svakako

nužno osigurati da brzina vrtnje rotora leži dovoljno ispod ili iznad njegove prve kritične brzine. Što je veća masa osovine ili vratila u odnosu na masu strojnog elementa m biti će i veća razlika između izračunate i stvarne kritične brzine.

2. Osim za slučaj prikazan na Slici 3.1 i 3.2, izrazom (12) se može odrediti i kritična brzina bilo kojeg drugog složenijeg sustava rotor-ležajevi. To su na primjer sustavi koje čine stupnjevane osovine i stupnjevana vratila različitih poprečnih presjeka sa više strojnih elemenata koji su na njima smješteni. U tom slučaju se ne mogu koristiti izrazi (8) i (9), već se u izraz (12) uvrštava vrijednost najvećeg progiba u izazvanog težinama masa strojnih elemenata koji su smješteni na osovinu ili vratilu. Pri tome se mora voditi računa da izraz (12) neće dati točne rezultate kod osovine i vratila sa prepustom. U tom slučaju se preporuča korištenje Dunkerley-ove metode definirane izrazom (15).
3. Ovisno o konstrukciji rotacionog stroja, ponekad je krutostima ležajeva k_{L1} i k_{L2} potrebno pribrojiti i krutosti ležajnih sklopova, kao i krutost podloge na kojoj se rotacioni stroj nalazi. U tom slučaju se ukupna krutost oslonca računa primjenom sljedećeg izraza:

$$k_0 = \frac{1}{\frac{1}{k_L} + \frac{1}{k_{LS}} + \frac{1}{k_P}} \quad (13)$$

pri tome je: k_L – krutost ležaja, k_{LS} – krutost ležajnog sklopa, k_P – krutost podloge.

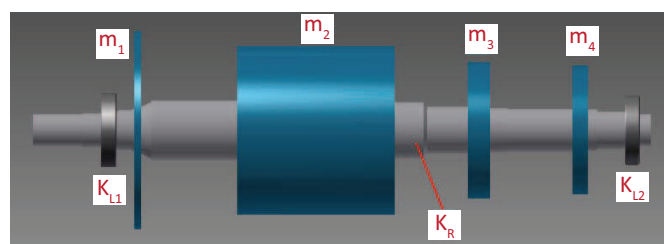
Sada se u izraz (12) umjesto izraza (8) uvrštava sljedeći izraz:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{k_R} + \frac{1}{k_{01} + k_{02}}} \quad (14)$$

4. Za razliku od kotrljajućih ležajeva, klizni ležajevi nemaju jednaka svojstva krutosti u horizontalnoj i vertikalnoj ravnini. Ako se promatra rotor oslonjen na klizne ležajeve, svakako treba izračunati odvojeno prvu kritičnu brzinu za horizontalnu i vertikalnu ravninu. Osim toga, treba voditi računa da se vrijednosti krutosti i prigušenja kliznog ležaja mijenjaju sa promjenom broja okretaja, odnosno sa promjenom debljine uljnog filma i pritiska u rasporu.

Na Slici 3.3 se prikazuje tipičan primjer sustava rotor-ležajevi koji je predmet inženjerske analize u procesu konstruiranja. Čine ga stupnjevana osovina ili vratilo sa više strojnih elemenata koji su na njima smješteni, te ležajevi na koje se rotor oslanja.

Slika 3.3: Primjer sustava rotor-ležajevi.



Kako se radi o sustavu sa više stupnjeva slobode gibanja, za određivanje prve kritične brzine se preporuča korištenje sljedećeg izraza:

$$\frac{1}{n_{krit}^2} = \frac{1}{n_{krit,1}^2} + \frac{1}{n_{krit,2}^2} + \dots + \frac{1}{n_{krit,n}^2} \quad (15)$$

pri čemu su $n_{krit,1}, n_{krit,2}, \dots, n_{krit,n}$ kritične brzine vrtnje za svaku pojedinu masu m strojnog elementa izračunate primjenom izraza (12). Pri tome se još jednom naglašava da je izrazom (9) definirana krutost osovine ili vratila konstantnog poprečnog presjeka za slučaj kada se masa strojnog elementa nalazi na jednakoj udaljenosti između ležajeva.

Općenito, za složenije oblike rotora (slika 3.3) krutost k_R se može izvesti direktnim rješavanjem diferencijalne jednačbe elastične linije

$$E \cdot I \cdot \ddot{v} = -M \quad (16)$$

pri čemu se, uz poznate rubne uvjete, a nakon integriranja, dobiva točno ili približno rješenje za progib v . Uvrštavanjem progiba v u izraz

$$k_R = \frac{G}{v} \quad (17)$$

dobiva se tražena krutost osovine ili vratila.

Za neke karakteristične slučajeve, izvedene vrijednosti za k_R se mogu pronaći u [1] na stranici 411, u [3] na stranici 290, i u [6] na stranici 454.

4. ZAKLJUČAK

U ovom članku su prikazane osnove proračuna kritičnih brzina vrtnje rotacionih strojeva. Kratkim pregledom teorijske osnove strukturnih vibracija omogućeno je pravilno razumjevanje pojma kritične brzine. Posebna je pozornost posvećena analitičkom proračunu prve kritične brzine, te se pri tome izbjeglo korištenje složenog matematičkog postupka. Naglašene su klasične pogreške koje se mogu učiniti u postupku određivanja prve kritične brzine; primjenom izraza koji se uobičajno mogu pronaći u različitoj literaturi iz područja elemenata strojeva.

Premda često postoji potreba za određivanjem viših vrijednosti kritičnih brzina, postupak njihovog proračuna u ovom članku nije prikazan. U literaturu [3] i [8] su vrlo detaljno obrazložene analitičke i numeričke metode pomoću kojih se mogu odrediti vrijednosti viših kritičnih brzina.

Nomenklatura

m	[kg]	masa
k	[N/m]	krutost sustava

t	[s]	vrijeme
X_0	[m]	amplituda pomaka mase m
X	[m]	pomak mase m
ω_n	[rad/s]	vlastita kružna frekvencija
f_n	[Hz]	vlastita frekvencija
c	[Ns/m]	viskozno prigušenje
F	[N]	uzbudna sila
F_0	[N]	amplituda uzbudne sile
Ω	[rad/s]	kružna frekvencija uzbudne sile
n	[min ⁻¹]	brzina vrtnje
n_{krit}	[min ⁻¹]	kritična brzina vrtnje
k_R	[N/m]	krutost osovine ili vratila
k_L	[N/m]	krutost ležaja
E	[N/m ²]	modul elastičnosti
I	[m ⁴]	aksijalni moment inercije presjeka
D	[m]	promjer osovine ili vratila
k_o	[N/m]	krutost oslonca
k_{LS}	[N/m]	krutost ležajnog sklopa
k_p	[N/m]	krutost podloge
v	[m]	progib osovine ili vratila
G	[N]	težina strojnog elementa
M	[Nm]	moment savijanja

LITERATURA

- [1] Brnić J.; Turkalj G. (2004), Nauka o čvrstoći I, Tehnički fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka
- [2] Decker K-H. (2006), Elementi strojeva, Golden marketing, Tehnička knjiga Zagreb, Zagreb
- [3] Krpan M.; Butković M.; Franulović A; Žigulić R.; Braut S. (2001), Dinamika: teorija i primjena, Tehnički fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka
- [4] Leader M. (2002), A Practical Guide to Rotor Dynamics, Proceedings of the 26th National Technical Training Symposium, Vibration Institute, Illinois, June 2002, str. 97-117
- [5] Nicholas J. C.; Moll R. W. (1993), Shifting critical speeds out of the operating range by changing from tilting pad to sleeve bearings, Proceedings of the 22nd Turbomachinery Symposium, Turbomachinery Laboratory, Texas A&M University, College Station, TX, str. 25-32
- [6] Skup autora (1996), Inženjerski priručnik IP1, temelji inženjerskih znanja, Školska knjiga, Zagreb
- [7] Swanson E.; Powell C. D.; Weissman S. (2005), A practical Review of Rotating Machinery Critical Speeds and Modes, Sound and Vibration, May 2005, str. 10-17
- [8] William T. T. (1981), Theory of Vibration with Applications, George Allen & Unwin LTD, London

IZRADA MIKROPROCESORSKIH MODULA NA PRIMJERU UPRAVLJANJA SVJETLOSNOM SIGNALIZACIJOM AUTOMOBILA PUTEM CAN BUS PROTOKOLA

Autor **Milan Ljuba**, bacc. ing. politehn.

Autor **Sanja Grbac Babić**, mag. računarstva

SAŽETAK

U moderno doba digitalna elektronika postala je nezaobilazna u svakodnevnom životu. Tehnologije korištene u automatizaciji tvornica i industrijskih pogona napuštaju okvire industrije te su sve prisutnije u svakodnevnoj uporabi. Nalazimo ih, primjerice, u vozilima kao uređaje koji povećavaju sigurnost, pružaju udobnost i olakšavaju uporabu. Jednu od naprednijih suvremenih komunikacijskih tehnologija svakako predstavlja CAN mrežni protokol. Praktični primjer izveden i opisan ovim člankom daje uvid u njegove mogućnosti te otvara vidike za daljnju primjenu. Dostupnošću sve jeftinijih elektroničkih komponenti i razvojem društava zagovarača otvorenih programskih kodova i hardverskih dizajna, mogućnost novih, inovativnih ideja raste eksponencijalno.

KLJUČNE RIJEČI: Mikroprocesorski sustavi, Arduino, CAN Bus, mrežni protokol.

ABSTRACT

In the contemporary world digital electronics has become an indispensable part of everyday life. Technologies used for automation of production plants and processes are spilling over from industry into everyday use. They can be found, for example, in vehicles as security, comfort and user-friendliness enhancing devices. One such advanced contemporary communication technology is the CAN protocol. A practical example designed and described in this paper gives an insight into its possibilities and opens up opportunities for further application. With the growing availability of cheap electronic components and development of circles advocating open-source programming codes and hardware designs, the possibilities of new, innovative ideas are growing exponentially.

KEYWORDS: Microprocessor systems, Arduino, CAN Bus, network layer.

SOMMARIO

Nei tempi moderni l'elettronica digitale è diventata una parte indispensabile della vita quotidiana. Le tecnologie le quali si utilizzano nell'automazione di fabbriche e impianti industriali sono sempre più presenti nell'uso quotidiano. Si trovano, per esempio, nei veicoli come dispositivi che migliorano la sicurezza, offrono comfort e facilitano l'uso. Una delle tecnologie di comunicazione più avanzata è certamente il protocollo di rete CAN. L'esempio pratico realizzato o descritto in questo articolo, fornisce una visione delle sue capacità e apre prospettive per ulteriori applicazioni. Con la disponibilità di componenti elettroniche a basso costo e lo sviluppo delle società che sostengono i codici di software e progettazione hardware aperti, le possibilità di idee nuove e innovative possono crescere in modo esponenziale.

PAROLE CHIAVI: sistemi microprocessori, Arduino, CAN bus, protocollo di rete.

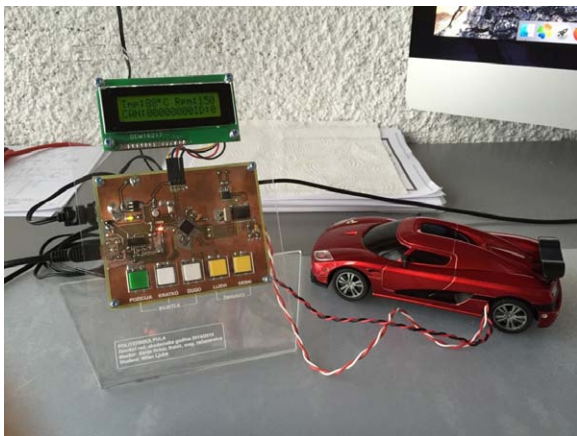
1. UVOD

U razvoju elektronike, posebice u svijetu integriranih poluvodičkih krugova, veliki dio zauzimaju mikroprocesori. Mikroprocesori su već razvijeni do visokog stupnja, a razvoj im niti u današnje vrijeme nije zaustavljen, te predstavljaju posebnu granu u digitalnoj elektronici. Na suvremenom tržištu sve je teže pronaći proizvod u kojem nema ugrađenog niti jednog, barem najosnovnijeg, pripadnika neke obitelji mikroprocesora. Ta tehnologija omogućila je veliki korak u napretku te ponudila mnogobrojna poboljšanja i olakšala život ljudi u mnogim pogledima. Ono što je nekad bila ljudska mašta pretočena u znanstveno fantastične filmove, danas je realnost.

Rad obrađuje problematiku upravljanja mikroprocesorskim modulima putem mrežnog protokola. Problematika je primijenjena u izradi modula za upravljanje automobilskom svjetlosnom signalizacijom.

Cilj ovog rada bio je osmisliti, razviti, realizirati, opisati te navesti neke od smjerova nadogradnji i novih primjena mikroprocesorskih modula koji komuniciraju putem mrežnog protokola. Svrha ovog rada bila je stjecanje novih te nadopuna postojećeg znanja koje se koristi pri cjelokupnoj izradi rada te usavršavanje praktične vještine koja je primijenjena u izradi praktičnog dijela prikazanog na Slici 1.

Slika 1: Izvedeni praktični rad



Izvor: Autori

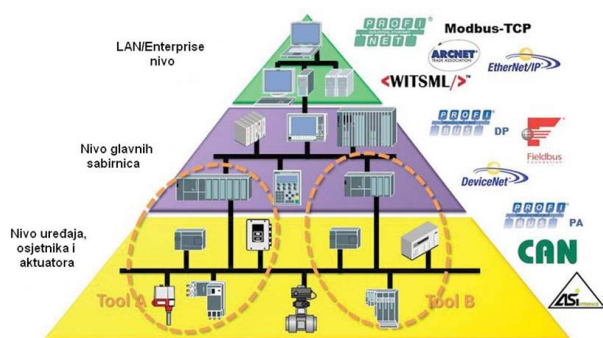
2. PRIMJENA KOMUNIKACIJSKIH PROTOKOLA U PRAKSI

Moderni proizvodi današnjice sve su opremljeniji elektroničkim sklopovima i uređajima. U tim sklopovima sve češće se nalaze spojevi sa raznim obiteljima mikroprocesora, "malih" računala, koja u jednom paketu sadrže gotovo sve elemente kao i osobna računala. Trend rasta takvih proizvoda na tržištu zahtijeva novi pristup, kako s konstrukcijskog pogleda, tako i s funkcionalnog.

Tržište se počelo popunjavati najnovijim generacijama proizvoda iz kategorije IoT, Internet Of Things, koji ne samo da nude korisniku viši stupanj interakcije s ugrađenom logikom, već uređaji sami osjećaju okolinu u kojoj se trenutno nalaze te stanja svojih senzora šalju putem digitalne mreže drugim uređajima ili korisnicima. Upravo ta zadaća s konstrukcijskog i funkcionalnog aspekta iziskuje više od jednog ugrađenog mikroprocesora, što stvara potrebu za komunikacijom među njima. Tipični primjer su automobili čiji sustavi u realnom vremenu prate stanje i prometne znakove te obavještavaju i upozoravaju vozača. Kao drugi primjer mogu se navesti uređaji za zabavu i dječje igračke koji prate vitalna stanja korisnika dok je u kontaktu s predmetom. Još jedan primjer, s više od jednog ugrađenog mikroprocesora, svakako su automatizirana postrojenja u tvornicama i same tvornice kao cjelina.

Kad govorimo o komunikacijskim protokolima u automatizaciji, postoje mnogi protokoli. Najpreglednije ih je kategorizirati po nivou ili sloju u kojem se koriste i za koji su namijenjeni te na taj način stvoriti piramidu kakva je prikazana na sljedećoj slici (Slika 2).

Slika 2: Piramida komunikacijskih protokola u automatizaciji



Izvor: <http://www.drillingcontractor.org/wp-content/uploads/2011/09/RigComm-01.jpg> (20.08.2015.)

Sama piramida podijeljena je u tri sloja. Najniži, donji sloj rezerviran je za jednostavne uređaje, senzore i aktuatora.¹ Uređaji u tom sloju predstavljaju po arhitekturi jednostavni mikroprocesori na čije su ulaze spojeni senzori koji pretvaraju fizikalne veličine u električne signale. Mikroprocesori digitaliziraju primljene signale, putem analogno digitalne konverzije, te im obradom kroz algoritme mijenjaju vrijednosti te pretvaraju u izlazne signale, putem digitalno analogne konverzije. Izlazi se upućuju prema aktuatorima koji ih pretvaraju u rad. Senzori su često izvedeni kao temperaturno promjenjivi otpornici, svjetlosno osjetljive diode ili tranzistori, mogu biti i klizne otporne staze pa sve do onih najjednostavnijih poput tipkala ili prekidača. Aktuatori, pak, mogu biti obični elektromotori istosmjerne struje, koračni elektromotori, pneumatski ventili, zasuni i pipci, ovisno o primjeni.

Pravilo je da svi elementi piramide ne djeluju "svojevoljno" i bez komunikacije s ostalim susjednim slojevima. Zbog toga su razvijeni razni protokoli, a među najzastupljenijim je CAN mrežni protokol.

CAN protokol, dakle, spaja najniži sa srednjim slojem, u kojem se nalaze sve glavne sabirnice automatiziranog postrojenja. Također, i tu se nalaze po arhitekturi složeniji mikroprocesori koji imaju ugrađene algoritme kojima obrađuju pristigle podatke. Obrada tih podataka i svrha istih ovisi o stazi koju se automatizira i s kojom se želi upravljati. Dio tih podataka odlazi u više slojeve, kao informacija za prikaz na zaslonima, dok se ostali mijenjaju kroz algoritme. Izmjena se vrši prema ulaznim podacima dospjelim iz višeg sloja i služi kao izlazni podatak prema nižem sloju. Sva komunikacija između dva niža sloja piramide vrši se preko CAN mreže u obliku standardnih i proširenih CAN digitalnih poruka. CAN protokol ima i svoju inačicu višeg standarda CANOpen i DeviceNet. Najviši sloj piramide sadrži protokole poput ProfiNet, ModBusTCP, ArcNET i već spomenutih CANOpen te DeviceNet. Ti protokoli spadaju u više slojeve jer su kompleksnijeg algoritma i već ih možemo smatrati aplikacijama. Aplikacije služe interakciji sa krajnjim korisnikom i preko njih korisnik očitava stanja senzora i položaje aktuatora na grafičkom sučelju radnog terminala ili računala postrojenja te može postrojenjem upravljati.

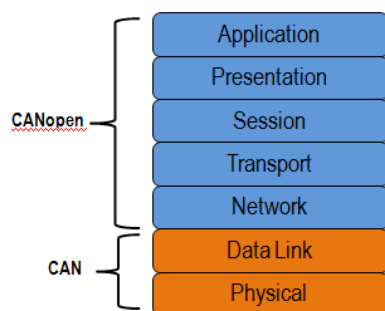
3. FIZIČKI I PODATKOVNI SLOJ CAN PROTOKOLA

Standardni model mrežnih komunikacija temeljen je na sedam ISO slojeva². Većina mikroprocesora i integriranih krugova ima ugrađen samo prvi, fizički sloj. Dakako, postoje izvedbe koje objedinjuju fizički, podatkovni pa čak i neke više slojeve u istom uređaju. Na Slici 3 prikazan je ISO referentni model slojeva koji koristi CAN protokol.

¹ Olaf Pfeiffer, Andrew Ayre, Christian Keydel: Embedded Networking with CAN and CANopen, Copperhill Technologies Corporation, Greenfield USA, 2003. g., stranica 5

² Olaf Pfeiffer, Andrew Ayre, Christian Keydel: Embedded Networking with CAN and CANopen, Copperhill Technologies Corporation, Greenfield USA, 2003. g., str. 18

Slika 3: ISO referentni model prema CAN protokolu

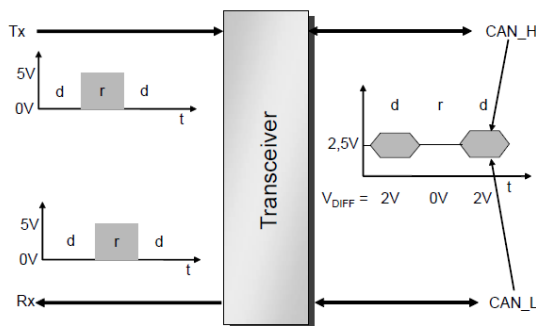


Izvor: <http://www.ni.com/white-paper/14162/en/> (20.08.2015.)

3.1. Fizički sloj

Fizički sloj započinje sa sabirnicom, vodičima kroz koje teku struje i javljaju se naponska stanja. Vodiči su spojeni na primopredajnik koji je s druge strane spojen na TTL (tranzistor-transistorski logički sklop) vod koji povezuje primopredajnik i CAN kontroler.³ Primjer spoja prikazan je Slikom 4.

Slika 4. Primjer spoja CAN primopredajnika



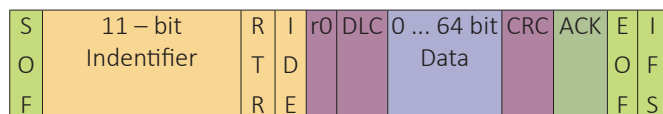
Izvor: Olaf Pfeiffer, Andrew Ayre, Christian Keydel: Embedded Networking with CAN and CANopen, Copperhill Technologies Corporation, Greenfield USA, 2003. g., stranica 207

3.2. Podatkovni sloj

Podatkovni sloj CAN protokola odnosi se na poruku tj. podatke koje šaljemo između čvorišta na sabirnici. Poruke se šalju uobličene u podatkovne okvire. Standardni podatkovni okvir CAN poruke prikazan je Slikom 5. Postoje četiri vrste podatkovnih okvira koje možemo poslati i primiti.⁴ To su:

1. podatkovni okvir,
2. okvir sa zahtjevom za podacima,
3. okvir pogreške i
4. okvir odgode slanja.

Slika 5: Standardni podatkovni okvir CAN sabirnice



Izvor: Autori, prema literaturi [6]

³ Texas Instruments: Introduction to the Controller Area Network, Dallas USA, 2002. - 2008. g., str. 9

⁴ Robert Bosch GmbH: CAN Specification Version 2.0, Robert Bosch GmbH, Stuttgart Njemačka, 1991. g., str. 42

4. IZVEDBA MODULA

Praktični dio zamišljen je kao dva odvojena modula koja će komunicirati putem CAN sabirnice. Moduli su nazvani imenima "Dashboard" (eng. naziv kojim se naziva upravljačka ploča) i "BDM" (eng. naziv, skraćenica od Body Control Module) koji označava modul za kontrolu rada perifernih jedinica, u ovom primjeru, svjetala.

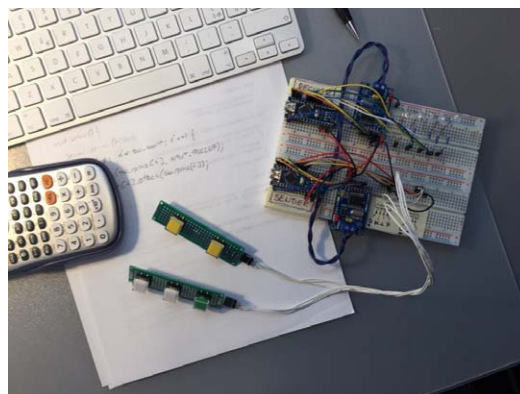
"Dashboard" modul služi kao upravljački modul na kojem se nalazi pet tipkala kojima se kontrolira stanje svjetala spojenih na "BDM" modulu. Tipkala su spojena na digitalne ulaze mikroprocesora "Dashboard" modula i služe za upravljanje slijedećim svjetlima: "Pozicija, Kratko svjetlo, Dugo svjetlo, Lijevi žmigavac, Desni žmigavac". Uz tipkala, na "Dashboard" modulu, nalazi se LCD zaslon na kojem je prikazana CAN poruka u binarnom obliku, CAN identifikacijski kôd "Dashboard" modula, te vrijednosti parametara temperature i radnih okretaja motora. Mikroprocesor "Dashboard" modula učitava trenutna stanja tipkala, te na temelju toga, programskim algoritmom sastavlja CAN poruku koja se prenosi putem CAN kontrolera i sabirničkog primopredajnika. Uz navedeno, isti mikroprocesor prima CAN poruku pristiglu iz "BDM" modula sa vrijednostima parametara temperature i radnih okretaja motora te ju ispisuje putem LCD zaslona.

Na "BDM" modulu nalazi se mikroprocesor koji putem CAN kontrolera i sabirničkog primopredajnika, prima CAN poruku pristiglu iz "Dashboard" modula. Ovisno o vrijednostima iz podatkovnog polja primljene CAN poruke, mikroprocesor mijenja digitalno stanje na izlazima. Izlazi su spojeni na LED svjetleće diode. Na analogne ulaze mikroprocesora spojena su dva promjenjiva otpornika (trimera) kojima se mijenja vrijednost napona u rasponu od 0 – 5 V na nožici klizača. Ti trimeri služe kao simulacija temperature i radnih okretaja motora. Oba modula izgrađena su s Atmelovim 8 bitnim mikroprocesorom oznake ATmega328P u SMD kućištu.

Za svaki modul razvijena je električna shema i na temelju sheme dizajnirana je tiskana pločica te su napisani programski kodovi. Tehnologija koja je korištena za izradu modula je SMD, tehnologija površinske montaže elektroničkih elemenata.

Za električne sheme i izgled tiskanih pločica korišten je softver EAGLE, proizvođača CadSoft USA. EAGLE se sastoji od dvije glavne aplikacije; "Schematic" u kojoj se izrađuju električne sheme i "Board editor" u kojoj se dizajnira izgled tiskane pločice. Po završetku provjere osnovnog dizajna (prototipa) i ispravnog rada sklopa pristupa se crtanju električnih shema te dizajniranju izgleda tiskanih pločica. Prototip je razvijan i testiran na ubodnoj testnoj pločici prikazanoj na Slici 6.

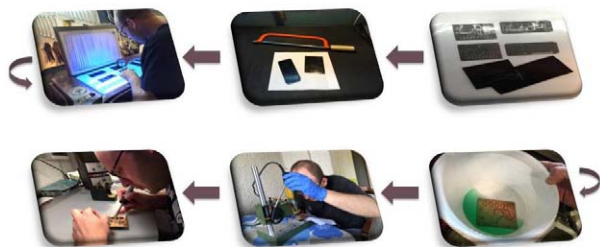
Slika 6: Testiranje i izrada prototipa.



Izvor: Autori

Za tiskane pločice korišten je kao osnovni materijal laminat staklenih vlakana i bakrene površine, komercijalnog naziva *Vetronit FE2*. Razvijanje tiskanih pločica vršeno je foto postupkom, a izrada jetkanjem. Slika 7 prikazuje postupak izrade tiskanih pločica, a u daljnjem tekstu opisan je postupak.

Slika 7: Postupak izrade tiskanih pločica



Izvor: Autori

Nakon završetka dizajniranja, izgled se pomoću laserskog printera prenosi na transparentnu foliju koja će poslužiti kao film za razvijanje tiskanih pločica. Sam materijal potrebno je najprije izrezati na konačni oblik, tj. izgled. Potom se s materijala uklanja tvornički postavljena zaštitna PVC folija te se pločica zajedno s filmom položi iznad izvora UV svjetla. Osvjetljavanje se vrši 15 minuta po svakoj strani tiskane pločice. Osvjetljeni materijal zatim je potrebno razviti u otopini. Razvijanjem se osvjetljeni foto lak, koji je tvornički nanesen na materijal, uklanja kemijskim putem. Na taj se način postiže vjerna fotokopija dizajna s filma. Razvijanje se vrši u otopini natrijevog hidroksida (NaOH) i vode. Omjer se mora strogo poštivati, a iznosi 7 grama NaOH u jednu litru vode. Vrijeme razvijanja ovisi o samom dizajnu tiskane pločice. Nakon razvijanja foto laka, na mjestima gdje je on kemijski uklonjen ostaje otkriven bakreni sloj. Bakreni sloj se također uklanja kemijskim putem (jetkanjem) kako bi iz cijelog sloja dobili zasebne električne vodove. Otopina za uklanjanje bakra sastoji se od klorovodične kiseline (HCl) i vodikovog peroksida (H_2O_2) u omjeru 100 na prema 1. Slika 8 prikazuje izgled gotovih tiskanih pločica oba modula s pripadajućim filmovima. Po završetku kemijske izrade tiskane pločice se buše preciznom bušilicom na stalku te se dalje pristupa lemljenju komponenata i ispitivanju spojeva.

Slika 8: Izrađene tiskane pločice te filmovi korišteni u razvijanju



Izvor: Autori

Programski kôd za mikroprocesore modula pisan je u višem programskom jeziku C++, Arduino IDE (Arduino Integrated Development Environment) softvera. Programski kôd započet je s nekoliko redaka, linija, komentara. Komentari služe samo za potrebe programera kao podsjetnik ili slično te nisu prilikom prebacivanja gotovog programa, snimljeni u mikroprocesor. Po završetku dijela s komentarima, u programu su definirane (inicijalizirane) biblioteke. Biblioteke sadrže set instrukcija kojima se uvelike olakšava izrada programskog koda. Većina biblioteka, kao što je bio primjer i u ovoj radnji, su javno dostupne i besplatne. Biblioteke se koriste za povezivanje te upravljanje periferijom mikroprocesora, kao na primjer CAN kontrolera (MCP2515 putem SPI priključka), I²C priključka za LCD te set instrukcija LCD-a. Biblioteka za "debouncing" (poskakivanje) koristi se za tipkala. Tipkala prilikom pritiska proizvedu nekoliko digitalnih impulsa zbog mehaničke konstrukcije istih, odnosno poskakivanja među kontaktima. Mikroprocesor, zbog brzog rada (16 MHz), učitava sva poskakivanja pa je nemoguće programski odrediti točan broj istih. "Debouncing" biblioteka zadužena je za provjeru poskakivanja tipkala te filtriranje i prosljeđivanje točnog podatka o tome je li tipkalo pritisnuto ili nije, u program. Nakon inicijalizacije biblioteka postavljaju se globalne konstantne i promjenjive varijable korištene u programskoj petlji. Postavljanjem varijabli rezervira se dio memorije (za svaku varijablu posebno) u memorijskom dijelu mikroprocesora. Pri postavljanju varijabli može im se dodijeliti početna vrijednost, ali to nije uvjet. Kod izvršavanja programa mikroprocesor pristupa memorijskom dijelu te očitava vrijednost varijable za potrebe obavljanja dijela koda koji se trenutno izvršava. Ukoliko se kodom promijeni prvobitno očitana vrijednost varijable, ta vrijednost zamijenit će onu iz memorije.

Po postavljanju varijabli prelazi se na polje inicijalizacije. U tom polju pokrenut će se serijska komunikacija između računala i mikroprocesora, LCD zaslon, postaviti će se interni pull-up otpornici⁵, dodijeliti "debounce" programski objekt, inicijalizirati CAN kontroler putem SPI priključka (te putem serijskog porta poslati potvrda o uspješnosti inicijalizacije) i na kraju dodijeliti prekidačka (interrupt) rutina. Navedene instrukcije tog polja izvršavaju se samo jednom, tj. prilikom pokretanja mikroprocesora. Nastavak programa započinje ulaskom u polje glavne programske petlje. Polje je podijeljeno u tri dijela. Prvi dio zadužen je za učitavanje stanja tipkala u varijable istih. Ovisno o učitanoj, kroz if – else logiku odlučivanja, mijenja se vrijednost varijabli koje kontroliraju stanje svjetala na "BDM" modulu. If – else logika odlučuje na način da ispituje vrijednosti varijabli po postavljenim kriterijima i ako je tvrdnja točna izvodi se dio programskog koda u sljedećoj liniji programa. Drugi dio polja zadužen je za prijem i slanje poruka putem CAN kontrolera. Ukoliko postoji dolazna poruka u CAN kontroleru, koju mikroprocesor još nije učitao, CAN kontroler to javlja mikroprocesoru prekidačkim signalom.⁶ Koji god dio programa se trenutno izvršavao, pojavom signala bezuvjetno se preskače na dio programa za prijem CAN poruke. Iz primljene poruke (u ovom praktičnom primjeru poruka sadrži vrijednosti temperature i radnih okretaja motora, a pristiže s "BDM" modula) učitavaju se vrijednosti iz podatkovnog polja. Učitane se vrijednosti upisuju u varijable za temperaturu i radne okretaje motora.

⁵ Atmel Corporation: ATME8-BIT microcontroller datasheet summary, San Jose CA USA, 2014. g., stranica 3

⁶ Microchip Technology Inc.: An In-depth Look at the MCP2510, Chandler USA, 2001. g., str. 3

Sljedeći korak je slanje poruke prema “BDM” modulu. Poruka se sastavlja na način da se iz varijabli za kontrolu svjetala sastavi cjeloviti skup za slanje. Skup se sastoji od osam 255 bitnih mjesta (podatkovno polje CAN poruke).⁷ U sljedećoj liniji skup se šalje prema CAN kontroleru, a poslana poruka ispisuje putem LCD zaslona, u donjem redu. U trećem dijelu polja ispisujemo vrijednosti varijabli temperature i radnih okretaja na gornji red LCD zaslona te potvrđujemo CAN kontroleru prijem interrupta. Slika 9. prikazuje izgled Arduino IDE aplikacije u kojoj su pisani programski kodovi.

Slika 9. Arduino IDE okruženje

```

1 // ===== Header =====
2 #include <SPI.h>
3 #include <Arduino.h>
4 #include <Wire.h>
5 #include <SPI.h>
6 #include <SPI.h>
7 #include <SPI.h>
8 #include <SPI.h>
9 #include <SPI.h>
10 #include <SPI.h>
11 // ===== Definiranje =====
12 // Definiranje pinova
13 #define CAN_TX 52
14 #define CAN_RX 53
15 #define LCD_RS 4
16 #define LCD_E 5
17 #define LCD_D4 6
18 #define LCD_D5 7
19 #define LCD_D6 8
20 #define LCD_D7 9
21 // Definiranje konstanti
22 #define CAN_BAUD 115200
23 #define CAN_TIMEOUT 1000
24 // Definiranje varijabli
25 int can_tx_pin = CAN_TX;
26 int can_rx_pin = CAN_RX;
27 int lcd_rs_pin = LCD_RS;
28 int lcd_e_pin = LCD_E;
29 int lcd_d4_pin = LCD_D4;
30 int lcd_d5_pin = LCD_D5;
31 int lcd_d6_pin = LCD_D6;
32 int lcd_d7_pin = LCD_D7;
33 // Definiranje funkcija
34 void setup() {
35   // Inicijalizacija SPI
36   SPI.begin();
37   // Inicijalizacija CAN
38   CAN.begin(CAN_BAUD);
39   // Inicijalizacija LCD
40   LCD.begin();
41 }
42 void loop() {
43   // Slanje poruke
44   CAN.send(CAN_MESSAGE);
45   // Prijem poruke
46   CAN.receive(CAN_MESSAGE);
47   // Ispisivanje na LCD
48   LCD.print(CAN_MESSAGE);
49 }
50 // ===== Funkcije =====
51 // Funkcija za slanje poruke
52 void CAN_send(uint8_t* data, uint8_t length) {
53   CAN.beginTransmit(CAN_TX, CAN_RX, data, length);
54 }
55 // Funkcija za prijem poruke
56 void CAN_receive(uint8_t* data, uint8_t length) {
57   CAN.receive(CAN_RX, CAN_TX, data, length);
58 }
59 // Funkcija za prikazivanje na LCD
60 void LCD_print(uint8_t* data, uint8_t length) {
61   LCD.print(data);
62 }

```

Izvor: Autori

5. ZAKLJUČAK

Ovim radom prikazan je široko primjenjiv CAN protokol mrežnih komunikacija. Objasnjeni su i prikazani softverski alati uz pomoć kojih je ideju jednostavnije realizirati u opipljivu stvarnost stoga je polazna hipoteza potvrđena.

Kroz rad je osmišljen, razvijen i realiziran mikroprocesorski sklop modula što zadovoljava cilj i svrhu ovog rada.

Radom na praktičnom primjeru produbljene su tehnike te osnažene vještine koje će predstavljati veliku prednost i konkurentnost u praksi. Postavljeni su i čvrsti temelji za nadogradnje i daljnje primjene ograničene samo inovativnošću i kreativnosti ideja onoga tko ih razmatra.

LITERATURA

- [1] Atmel Corporation: ATMEL 8-BIT microcontroller datasheet summary, San Jose CA USA, 2014. g.
- [2] Microchip Technology Inc.: An In-depth Look at the MCP2510, Chandler USA, 2001. g.
- [3] Microchip Technology Inc.: Stand-Alone CAN Controller with SPI Interface, Chandler USA, 2012. g.
- [4] Olaf Pfeiffer, Andrew Ayre, Christian Keydel: Embedded Networking with CAN and CANopen, Copperhill Technologies Corporation, Greenfield USA, 2003. g.
- [5] Robert Bosch GmbH: CAN Specification Version 2.0, Robert Bosch GmbH, Stuttgart Njemačka, 1991. g.
- [6] Texas Instruments: Introduction to the Controller Area Network, Dallas USA, 2002.- 2008. g.

⁷ Microchip Technology Inc.: Stand-Alone CAN Controller with SPI Interface, Chandler USA, 2012. g., str. 9

PROJEKT SMANJENJA OBRADNOG ŠKARTA U PROCESU STROJNE OBRADNE KUĆIŠTA TURBO KOMPRESORA 792695-1-SE ŠEST SIGMA METODOM

Autor **Igor Poldrugovac**

Mentor **dr. sc. Klaudio Tominović, dipl.ing., profesor visoke škole**

Separat završnog rada na Politehnici Pula – Visokoj tehničko-poslovnoj školi od lipnja 2016.

SAŽETAK

Kako bi se opstalo na tržištu, kako bi udovoljili sve većim zahtjevima kupaca, te kako bi se postigla konkurentna prednost, potrebno je kontinuirano poboljšavati proizvode i njihove proizvodne procese.

Projekt smanjenja obradnog škarta u procesu strojne obrade kućišta turbo kompresora 792695-1-se šest sigma metodom pokrenut je u Tvornici poljoprivrednih strojeva – Labinprogres, na automobilskom proizvodnom programu.

Nekvalitetu na automobilskom programu možemo podijeliti na tri djela:

- Unutarnja nekvaliteta,
- Nekvaliteta dobavljača i
- Nekvaliteta kod kupca.

Temeljni problemi koji se rješava ovim radom vezani su na smanjenju unutarnjih i vanjskih troškova kvalitete i povećanje zadovoljstva kupca.

Cilj rada je dati odgovarajuća rješenja za otkrivanje i uklanjanje problema kako bi mogli ostvariti poslovne ciljeve.

Svrha rada je primjenom Šest sigma metoda kreirati rješenje kojim se dostižu postavljeni poslovni ciljevi.

Hipoteza-Samo kontinuiranim poboljšanjima na smanjenju obradnog škarta u procesu strojne obrade kućišta turbokompresora 792695-1-se možemo ostvariti poslovne ciljeve.

Šest sigma koncept je istodobno poslovna strategija kao i metoda za unaprjeđenje kvalitete. Sa korištenjem ovog modela započela je Motorola 80-tih godina prošlog stoljeća. Budući da su za ovaj koncept karakteristična brojna mjerenja i uporaba brojčanih pokazatelja, isprva je najpopularniji bio u manufakturnoj industriji, dok se u posljednje vrijeme proširio i na uslužni sektor. Statistička kontrola procesa (SPC eng. Statistical process control) može se smatrati začetkom i i osnovom Šest sigma metodologije.

Šest sigma koncept možemo promatrati kao poslovnu strategiju koja organizaciju usmjerava na četiri ključna područja:

- razumijevanje i upravljanje zahtjevima kupca,
- svođenje razine varijacije u procesima na razinu od Šest sigma,
- korištenje rigorozne analize podataka za razumijevanje i minimalizaciju varijacija u ključnim procesima i
- provođenje brzih i konstantnih unaprjeđenja u poslovnim procesima.

Šest sigma koncept ujedno je i metoda za unaprjeđenje kvalitete, korištenje DMAIC metodologije, (D-definiraj, M-izmjeri, A-analiziraj, I-implementiraj, C-kontroliraj).

Otvaranje projekta započelo se formiranjem tima koji se sastoji od pet članova iz različitih službi. Tim se najprije upoznao sa razlogom otvaranja projekta:

Šest sigma projekte otvaramo za procese koji pokazuju kritično stanje kvalitete kao što je broj reklamacija, visoki postotak škarta iznad cilja, 100% kontrola, slaba sposobnost procesa, i gdje bi poboljšanje kvalitete imalo neposredne utjecaje na zadovoljstvo kupca ili sniženje troškova kvalitete. Pristup je projektni tako da sve aktivnosti imaju: cilj, rokove, odgovorne i potrebna sredstva.

Projekt smanjenja obradnog škarta slijedi redosljed definiran Šest sigma DMAIC pristupom vođenja projekta.

DEFINIRANJE PROJEKTA

Analizirajući problematiku proizvodnih procesa na automobilskom proizvodnom programu došlo se do zaključka da najviše troškova zbog obradnog škarta nastaje na poziciji 792695-1-SE (odljevak 786564-1). Pozicija se radi u količinama od 20.000 – 25.000 komada mjesečno čime ta pozicije sa udjelom od gotovo 25% sudjeluje u realizaciji planova proizvodnje na automobilskom proizvodnom programu. Kupac je ujedno najavio

povećanje kapaciteta sa sadašnjih 915 kom/dan na 1500 kom/dan što bi moglo narudžbe i produkciju povećati na 35.000 kom/mjesec.

Pozicija 792695-1-SE se ujedno isporučuje kupcu HTT na proizvodnu lokaciju Pune u Indiji. U svakom trenutku se u logističkom putu nalazi cca. 35.000 komada što u slučaju reklamacije znači sortiranje te količine u Indiji čime si stvaramo velike nepotrebne troškove. Cilj projekta je smanjenje obradnog škarta sa 1,3 na 0.9 %.

MJERENJE

Mjerenje je vremenski najduža faza u kojoj se prikupljaju svi relevantni podaci procesa koje je moguće brojčano izraziti. Određuju se varijable koje utječu na proces, ulazi, izlazi, korisnici, vremenske varijable.

Prvi korak u procesu mjerenja je prikaz toka procesa obrade kućišta turbokompresora. Tok procesa obrade kućišta turbo kompresora nije prikazan na način kojeg propisuje sistemsko uputstvo jer je taj način zastario i nije jasno definiran.

Toka obrade kućišta turbokompresora prikazan je na jedan novi, moderan način, metodom Leslia, čime smo dobili jasno definirani poslovno proizvodni proces.

U procesu obrade KTK 792695-1-se imamo 9 operacija:

- predobrada odljevka –bušenje
- skidanje srha
- tokatenje usisne strane
- tokarenje prednje strane i konture
- obrada tlačne strane
- glod, bušenje urezivanje navoja
- pranje
- kontrola nepropusnosti
- 100% vizualna kontrola

Drugi korak u fazi mjerenja je određivanje mjesta mjerenja. Mjesto na kojem se vršilo mjerenje je operacija nepropusnosti koja se nalazi unutar procesa. Mjerenje na operaciji nepropusnosti izabrano je jer radnik u prekrivenom vremenu stroja može vizualno kontrolirati komade. Broj uzorka na kojem se vrši ispitivanje je 1500 kom. Izrađeni komadi sortirani su u tri grupe:

- dobri komadi,
- komadi na kojima je potrebno izvršiti veću doradu koju radnik ne stigne napraviti u prekrivenom vremenu stroja i škart komadi i
- komadi na kojima je potrebna manja dorada koju radnik na kontroli nepropusnosti može izvršiti u prekrivenom vremenu stroja.

ANALIZIRANJE

Na temelju prikupljenih podataka potrebno je izvesti detaljnu analizu stanja.

Cilj je utvrditi povezanost između ulaznih i izlaznih karakteristika promatranog procesa i otkriti ključne uzroke problema.

Prva što se provjeravalo je da li radnik na kontroli nepropusnosti odvaja komade po propisanim kriterijima za vizualnu kontrolu.

Drugi korak je detaljna analiza po vrsti pronađenih grešaka. Alat koji je izabran za analiziranje po vrsti pronađenih grešaka je Pareto diagram. Kod analiza velikog broja podataka pomaže nam da odvojimo važne od nevažnih podataka. Pareto pravilo najjednostavnije se ilustrira kroz jednostavnu 80/20 zakonitost. Zahvaljujući primjeni Pareto principa možemo se usredotočiti samo na one greške koje nam stvaraju najviše škarta.

Prve tri greške koje čine 76,8% ukupnih grešaka:

- udarac-otisak na usisu sa 46,8% zastupljenosti,
- udarac-otisak na brtvenom promjeru sa 16,8% zastupljenosti
- udarac na tlačnoj cijevi sa 13,2% zastupljenost.

Da bi se otkrio pravi uzrok problema napravljena je 5 zašto analiza gdje tražimo odgovore:

- Zašto se problem pojavio?
- Zašto problem nije otkriven?
- Zašto je sistem dozvolio da se problem pojavi?

Zašto je potrebno pitati dok se ne dođe do uzroka, otklanjanjem kojeg bi spriječili ponavljanje problema. Zatim se definiraju aktivnosti određuju rokovi i odgovorni za rješavanje aktivnosti.

Na pitanje zašto su se otisci i udarci pojavili imamo 5 uzroka:

- radniku nije propisano potrebno vrijeme i način ispuhivanja,
- sa postojećim nastavkom za ispuhivanje nije moguće ispuhati kritična mjesta,
- slab pritisak pumpe za ispiranje steznih naprava,
- neadekvatan materijal elementa za stezanje i
- neadekvatno međufazno pakiranje.

Korektivne akcije su:

- u dokumentu "Standardni radni postupak" potrebno propisati vrijeme i način ispuhivanja steznih naprava na svim strojevima,
- zamijeniti nastavak za ispuhivanje sa adekvatnim,
- postavljanje dodatne pumpe kako bi se povećao pritisak za ispiranje steznih naprava,
- oko elementa za stezanje postaviti plastični prsten,
- kartonske kutije zamijeniti gumiranim košarama i pokretnim stalažama.

Na pitanje zašto udarci i otisci nisu otkriveni na operaciji na kojoj su nastali uzrok je:

- prilikom projektiranja radnog mjesta nije se uzelo u obzir potrebna jačina rasvjete.

Korektivna akcija je:

- postaviti odgovarajuću rasvjetu koja zadovoljava propisane norme.

Na pitanje zašto je sistem dozvolio da se problem pojavi uzrok je:

- FMEA procesa(Failure Mode and Effects Analysis' što bi u prijevodu bilo: 'Analiza kvarova i njihovih posljedica) uzimala je u obzir samo moguće dimenzijske greške povezane sa mehaničkom obradom.

Korektivna akcija je:

- ažuriranje FMEA-e.U obzir uzeti moguće greške povezane sa utjecajem okoline i međufaznom manipulacijom komadima

Da bi ispitali utjecaj ljudskog faktora na nastanak greške napravljena je analiza učestalosti pojavljivanja grešaka po smjenama. Dobiveni rezultati pokazali su da je utjecaj ljudskog faktora na nastanak greške veliki.

Zatim se napravila detaljnija analiza po vrsti grešaka u svakoj smjeni kako bi se radnika moglo što kvalitetnije osposobiti i ukazati mu na greške koje mu se najčešće događaju.

IMPLEMENTIRANJE

U ovoj fazi provode se korektivne akcije u procesu. Ovaj korak uključuje korištenje prikupljenih podataka iz faze mjerenja i analiziranja. Rješenja se moraju pozorno pripremiti i primjenjivati uz testiranje

Implementirane su sljedeće korektivne akcije:

- zamjenom nastavka na pištolju za ispuhivanje omogućeno je ispuhivanje teško dostupnih mjesta i spriječeno oštećivanje komada,
- standardizacijom podoperacija ispuhivanja smanjen je škart koji nastaje zbog otisaka,
- ugradnjom plastičnog prstena na elementu za stezanje spriječen je nastanak udaraca na usisnoj strani,
- promjenom međufaznog pakiranja, olakšan je rad radnika, uštedjelo se na kartonskim kutijama i plastičnim umecima, smanjila se mogućnost oštećenja komada, te se ubrzao tok procesa,
- ugradnjom dodatne pumpe poboljšalo se ispiranje steznih naprava i time smanjila mogućnost nastanka otisaka,
- poboljšanjem osvjetljenja na radnom mjestu smanjena je mogućnost prolaska lošeg komada na sljedeću operaciju i
- radi lakšeg uočavanja i skretanja pozornosti radnika na najučestalije greške izrađen je katalog grešaka.

KONTROLIRANJE

Faza kontrole zapravo je faza zaključivanja projekta. U njoj se kontrolira implementacija rješenja te se nadgleda proces i njegovo funkcioniranje nakon uvođenja poboljšanja. Posebno je

bitno osvrnuti se na reagiranje procesa i sudionika nakon uvođenja poboljšanja, te treba biti spreman na dodatne aktivnosti oko eventualnih prilagodbi.

Usporedbom rezultata prije i nakon poboljšanja vidljivo je:

- broj dobrih komada koji dolaze na kontrolu nepropusnosti povećao se sa prijašnjih 86,6% na 98,1%,
- broj loših komada koji se ne mogu doraditi smanjio se sa 0,9% na 0,7% od čega na materijalni škart otpada 90% i
- broj komada za doradu smanjen je sa 12,5% na 1,1%.

PREPORUKE ZA DALJNJA ISTRAŽIVANJA

Preporuke za daljnja istraživanja onih problema koji su se pojavili pri obradi osnovne teme:

- analizirati isplativost kupnje specijalnih obradnih centara sa čime bi se smanjio broj preslagivanja, a time i obradni škart i povećala produktivnost radnika,
- proučiti mogućnost promjene mjesta stezanja na obratku kako bi se izbjeglo stezanje na kritičnim mjestima na kojim nisu dozvoljena nikakva oštećenja,
- uvođenjem kvalitetnijeg alata skratio bi se proces obrade i skratilo vrijeme potrebno za ručnu doradu,
- formiranje timova za rad na složenijim i zahtjevnijim proizvodnim linijama te njihova dodatna stimulacija sa čime bi se povećala produktivnost i kvaliteta,
- sa kupcem razmotriti mogućnost povećanja kriterija na kritičnim mjestima i
- sa dobavljačem pronaći rješenje kako podići tvrdoću materijala na gornju granicu tolerancije sa čime bi se ubrzao proces obrade i smanjila mogućnost nastanka škarta.

UPRAVLJAČKO RAČUNOVODSTVO KAO TEMELJ UPRAVLJANJA RAZVOJEM PODUZEĆA

Autor **Erol Ćurt**, dipl. oec.

SAŽETAK

Poduzeću je potreban razvoj, i to razvoj koji se bazira na informacijama, iz računovodstva i iz okruženja. Kvalitetno provedeno upravljačko računovodstvo koristi sve dostupne podatke financijskog i troškovnog računovodstva, a za to je potreban dobar informacijski sustav.

KLJUČNE RIJEČI: Razvoj poduzeća, upravljačko računovodstvo, troškovno računovodstvo, informacijski sustav

UVOD

Upravljanje troškovima kroz računovodstvo troškova koristeći prilagođene podatke iz financijskog računovodstva osnova je za management svakog poduzeća. Poslovne odluke koje se donose, bile one kratkoročne ili dugoročne, baziraju se na informacijama dobivenim iz obrađenih podataka u procesu računovodstva. Realno prikazivanje troškova bitno je za vlasnike, dioničare, upravu u odabiru budućih strategija. Tu se, naravno, misli na strategije kreiranja proizvoda i usluga, proizvodnih procesa, kalkulacija na kratki rok i optimalnih rješenja na dugi rok. Svi ti naponi su usmjereni u cilju ostvarivanja planirane dobiti kroz upravljanje prihodima.

UPRAVLJANJE TROŠKOVIMA

Računovodstvo troškova, kao izvor podataka koristi financijsko računovodstvo uz određenu prilagodbu (u sklopu informacijskog sistema takvi moduli se nazivaju menagerski moduli) i služi upravljačkom računovodstvu za donošenju odluka u poslovanju.¹

Kako bi pratili troškove, formirali cijenu i samim time maržu, izrađuju se kalkulacije. Kalkulacija s kojim počinjemo je obično planska kalkulacija na temelju informacija koje imamo iz prethodnih razdoblja. U pripremu uključimo i ažuriranje ulaznih dobavljačkih cijena, tj. njihovo stanje na tržištu u trenutku sastavljanja kalkulacije.

Obračunska kalkulacija je na stvarnim informacijama i uspo-ređuje se sa planskom, kontrolira ju i analizira kako bi se eventualno mijenjali ili postavljali novi standardi za kalkulaciju.

Svi troškovi su podložni utjecajima izvana, a te utjecaje možemo podijeliti na mikrookruženje i na makrookruženje. U mikrookruženje ulaze unutrašnji čimbenici u poduzeću kao što su tehnički normativi, tehnološki procesi (organizacija), tehnologija koja se koristi te odnosi sa kupcima i dobavljačima.

Makrookruženje je puno kompliciranije jer na njega za razliku od mikrookruženja nemamo utjecaja. Promjene cijena na EU i svjetskim tržištima, materijala, energenata, donošenje novih propisa u poslovanju u EU i RH, situacije u političkom i gospodarskom okruženju...sve su to aspekti koje je i teško predvidjeti, samim time i utjecati na njih.

U fazama poslovanja tokom poslovne godine mogu se koristiti kalkulacije na kratki rok koje ne uključuju fiksne troškove, znači pokriće samo varijabilnih troškova, uz uvjet da postoje slobodni kapaciteti. Kontribucijska marža koju ostvarimo u takvim angažiranim poslovima pokrit će nam dio cjelogodišnjih fiksnih troškova.

Kontribucijska marža tako pomaže u donošenju poslovnih odluka: da li je proizvod profitabilan, da li sami proizvoditi ili kupiti na tržištu, ostvariti dodatnu narudžbu ili ne...

Viši management mora imati u vidu da su troškovi neophodni i da moraju nastati kao rezultat poduzetničke aktivnosti s ciljem ostvarivanja dobiti.

Prekomjerno rezanje troškova će utjecati na kvalitetu proizvoda i usluge, što kroz korištene inpute (roba slabije kvalitete, nekvalitetni supstituti, manje količine, ...), a što kroz nekvalitetnu, malobrojnu i nemotiviranu radnu snagu.

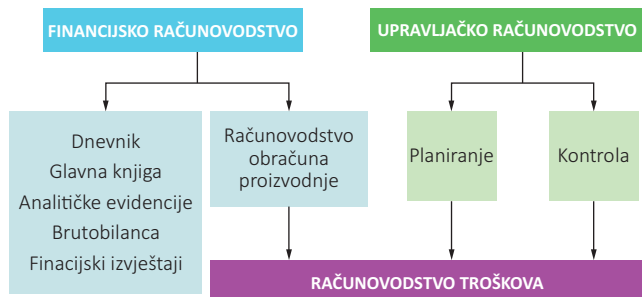
Organizacija poduzeća na troškovne centre donosi uštedu u troškovima, transparentnost troškovima po odjelima (nabava, marketing i prodaja, računovodstvo, informatika, administracija, održavanje, transport...)

¹ Robert F. Meigs, Walter B. Meigs, Računovodstvo: temelj poslovnog odlučivanja, Zagreb, Mate, 1999., str. 988.

Analizom troškova i usporedbom korištenja vanjskih usluga pokušava se razmišljati o prednostima i nedostacima outsourcinga, te se shodno tome donose i takve odluke.

Organizacija vanjskih jedinica i podružnica poduzeća može ustrojiti te jedinice kao profitne centre gdje je prihod na prvom mjestu, cilj pozitivna kontribucijska marža.

Slika 1: Veza između upravljačkog računovodstva sa računovodstvom troškova i financijskim računovodstvom



Izvor: Maja Safret, Branka Marić, Ljerka Dragović-Kovač, Dubravka Hrčica, Računovodstvo, Školska knjiga, Zagreb, 2014., str. 13

UPRAVLJANJE I PLANIRANJE POMOĆU FINANCIJSKIH IZVJEŠTAJA IZ PRETHODNIH RAZDOBLJA

Informacije koje ćemo dobiti iz podataka koji se nalaze u financijskim izvještajima iz proteklih razdoblja (Bilanca, Račun dobiti i gubitka, Izvještaj o novčanom tijeku). Te nam informacije daju nam odgovore na neka pitanja:

- Isplati li se poslovanje poduzeća?;
- Ima li poduzeće budućnost?;
- Da li je poduzeće konkurentno?;
- Može li se ostvariti još veća dobit?...

Jednostavnom statičnom analizom podataka iz takvih izvještaja možemo dobiti sve te odgovore. Pokazatelji koje možemo koristiti mjere količinske i financijske učinke: Povrat na uloženi kapital (ROE), povrat na ukupnu investiciju (ROI)², produktivnost, stupanj zaduženosti, likvidnost...

Korištenjem i statističkih logaritama na temelju tih podataka iz prošlosti može se stvoriti dobra osnova za planiranje.³

Računovodstvena odgovornost je usmjerena ka internim korisnicima, kao računovodstvo aktivnosti (profitabilnosti)⁴, proslijeđuju se podaci odgovornima u poslovnoj piramidi.

Iz podataka troškovnog računovodstva možemo kompletnu analizu napraviti kroz izračun točke pokrića, točke povrata uložених sredstava, usporedba troškova kroz različite procese i različite odabire kad su u pitanju dobavljači.

Strategijsko upravljačko računovodstvo praćenjem troškova i analizom uzročnosti troškova prema aktivnostima koje ih uzrokuju daje informacije upravljačkoj strukturi.

Na osnovi tih informacija nastaju poslovne odluke kao sposobnost upravljanja raspoloživim resursima koje imaju pod kontro-

lom, management upravlja po cjelinama poduzeća (načelo decentralizacije).

INFORMACIJSKI SUSTAV PODUZEĆA

Upravljanje i donošenje odluka u poduzeću je u tijesnoj vezi sa kvalitetnim informacijama koje crpimo iz podataka u poslovanju i u našem okruženju. Kvalitativan sustav te informacije omogućava korisnicima pravovremeno kako bi njihove odluke bile bazirane na pouzdanim informacijama.

Na taj način se pokušava izbjeći neizvjesna budućnost i rizik koji nosi. Management se manje "kocka" i više oslanja na skupljene parametre.

Efikan računovodstveni informacijski sustav omogućuje pripremu izvještaja i prognoze na konkretnim i aktualnim financijskim informacijama iz računovodstva.

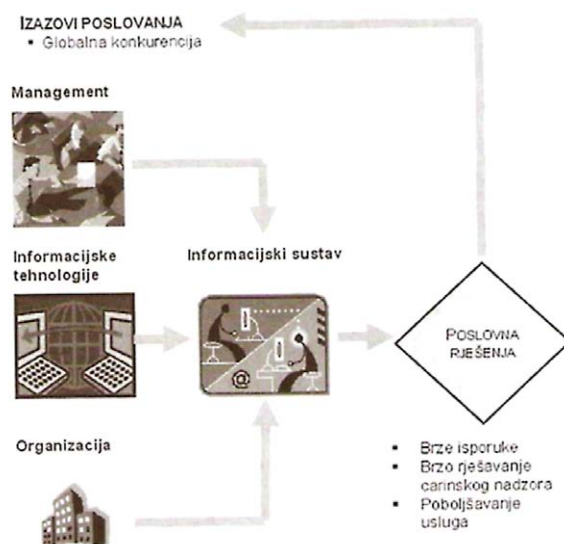
Osnovni cilj poslovanja, ostvarivanja dobiti, na takvim informacijama daje dodatnu sigurnost managementu, vlasnicima, dioničarima.

Financijski računovodstveni sustav je centralni dio šireg informacijskog sustava poduzeća.

Funkcioniranje poduzeća lokalno i globalno zahtijeva brz protok informacija. On je baza za odabir strategija poslovanja i upravljanja, osnova učinkovitom poduzeću. Osim managementa, svi zaposleni moraju pratiti komunikacijsko tehnološki napredak kako bi se održao korak sa brzim promjenama na tržištu.

Cost benefit analiza ulaganja u informacijski sistem će probati dati ocjenu isplativosti ulaganja takav sustav. Mada realno gledano, teško je iz ove današnje pozicije predvidjeti sve prednosti koje nam ta tehnologija omogućuje. Pitanje je postoji li uopće izbor u ovom okruženju gdje globalna povezanost zahvaljujući internetu uvjetuje tehnologiju.⁵

Slika 2: Mjesto informacijskog sustava u poduzeću



Izvor: Robert Zenzerović, Mjesto informacijskog sustava u poduzeću, Računovodstveni informacijski sustavi, Sveučilište Jurja Dobrile u Puli, Odjel za ekonomiju i turizam "Dr. Mijo Mirković", 2007., str. 29.

² Robert F. Meigs, Walter B. Meigs, Računovodstvo: temelji poslovnog odlučivanja, Zagreb, Mate, 1999., str.937

³ Daniel Kahneman, Misliti, brzo i sporo, Mozaik knjiga, Zagreb, 2013. str.111.

⁴ Danimir Gulin, Sandra Janković, Ivana Dražić Lutlsky, Hrvoje Perčević, Milena Peršić, Vesna Vasiček, Upravljačko računovodstvo, Hrvatska zajednica računovođa i financijskih djelatnika, Zagreb, 2011., str.302.

⁵ Robert Zenzerović, Mjesto informacijskog sustava u poduzeću, Računovodstveni informacijski sustavi, Sveučilište Jurja Dobrile u Puli, Odjel za ekonomiju i turizam "Dr. Mijo Mirković", 2007., str. 125.

ZAKLJUČAK

Računovodstvo kao cjelina i kao dio informacijskog sistema, izvor je vjerodostojnih informacija koje omogućuju upravljačke odluke.

Te odluke imaju i instiktivni odjek onih koji donose odluke i za njih snose odgovornost, samo ipak osnovna baza su informacije prethodnih aktivnosti koje izbjegavaju odlučivanje na prvu loptu. Informacije financijskog i upravljačkog računovodstva zahtijevaju odgovornost, praćenje standarda i disciplinu u korištenju resursa.

Sve to povezuje informacijski sistem poduzeća gdje je računovodstveni sustav samo jedan dio.

Takva povezanost u poduzeću donosi i brzinu u donošenju poslovnih odluka i njihovu transparentnost.

LITERATURA

- [1] Daniel Kahneman, Misliti, brzo i sporo, Mozaik knjiga, Zagreb, 2013.
- [2] Robert F. Meigs, Walter B. Meigs, Računovodstvo: temelj poslovnog odlučivanja, Zagreb, Mate, 1999.
- [3] Danimir Gulin, Sandra Janković, Ivana Dražić Lutilsky, Hrvoje Perčević, Milena Peršić, Vesna Vasiček, Upravljačko računovodstvo, Hrvatska zajednica računovođa i financijskih djelatnika, Zagreb, 2011.
- [4] Maja Safret, Branka Marić, Ljerka Dragović-Kovač, Dubravka Hržica, Računovodstvo, Školska knjiga, Zagreb, 2014.
- [5] Robert Zenzerović, Računovodstveni informacijski sustavi, Sveučilište Jurja Dobrile u Puli, Odjel za ekonomiju i turizam "Dr.Mijo Mirković", Pula, 2007.

PREDDIPLOMSKI STRUČNI
STUDIJ **POLITEHNIKE**



Efikasnim upravljanjem procesima do
konkurentske prednosti

Studij Politehnike temelji se na sličnim priznatim studijima u Europi i SAD-u, koncipiran je uvažavajući potrebe današnje industrije našega gospodarstva. Na ovome se studiju osposobljavaju stručnjaci sa skupom kombiniranih znanja i vještina iz područja tehnike, informatike, menadžmenta i ekonomike. Takav stručnjak nema usku specijalizaciju u određenom području već širinu znanja potrebnih za sagledavanje proizvodnog ili uslužnog poslovnog sustava kao jednu kompleksnu cjelinu ili proces. Širok spektar znanja omogućava mu prepoznavanje i sagledavanje poslovnih problema sa multidisciplinarnog aspekta, nuđenje adekvatnih rješenja za probleme srednje složenosti, upravljanje, dizajniranje i optimizacija procesa, sudjelovanje i upravljanje timskim radom, komunikaciju i suradnju

sa stručnjacima iz različitih područja specijalizacije te ono najbitnije, u slučaju potrebe, efikasnu prilagodbu i specijalizaciju u bilo kojem segmentu poslovanja.

Svrha studija je izobrazba inženjera koji će uspješno upravljati poslovno-proizvodnim procesima, ljudima i organizacijom te biti nositelji rasta, razvoja i uspjeha poslovanja poduzeća.

- Nakon završetka studija student stječe stručni naziv stručni/a prvostupnik/prvostupnica (baccalaureus/baccalaurea) inženjer/inženjerka politehnike.
- Studij se izvodi u trajanju od šest (6) semestara (trogodišnji studij) sa ukupno 180 ECTS bodova.

NASTAVNI PLAN PREDDIPLOMSKOG STRUČNOG STUDIJA POLITEHNIKE

3 godine (6 semestara) • 180 ECTS • Redovni i izvanredni studij

NAZIV KOLEGIJA (PREDMETA)	ECTS
1. SEMESTAR	
Primijenjena matematika	5
Primijenjena fizika	4
Tehnička mehanika I	4
Metode i tehnike inženjerskog učenja i rada	5
Engleski jezik I	3
Primjena elektroničkih računala	4
Timski rad i praktikum I	3
Tjelesna i zdravstvena kultura I	2
3. SEMESTAR	
Elektrotehnika II	5
Elementi strojeva I	4
Tehnologija i proizvodna tehnika I	4
Elektronika I	5
Tehnika materijala I	4
CAE/CAD/CAM sustavi	4
Timski rad i praktikum III	3
Tjelesna i zdravstvena kultura III	1
5. SEMESTAR	
Ekologija	4
Konstrukcije	4
Upravljanje kvalitetom	4
Menadžment projekata	5
Osnove automatskog upravljanja	4
Stručna praksa	6
Timski rad i praktikum V	3
IZBORNI PREDMETI	
Električni strojevi	3
Energijske tehnologije	3
Upravljanje elektromotornim pogonima	3

NAZIV KOLEGIJA (PREDMETA)	ECTS
2. SEMESTAR	
Inženjerska matematika	5
Moderna fizika	4
Tehnička mehanika II	4
Elektrotehnika I	5
Mjerne tehnike	4
Engleski jezik II	3
Timski rad i praktikum II	3
Tjelesna i zdravstvena kultura II	2
4. SEMESTAR	
Poslovna organizacija i ekonomika	3
Elementi strojeva II	4
Tehnologija i proizvodna tehnika II	4
Elektronika II	5
Tehnika materijala II	4
Proizvodno inženjerstvo	3
Upravljačko računovodstvo	3
Timski rad i praktikum IV	3
Tjelesna i zdravstvena kultura IV	1
6. SEMESTAR	
Poslovno-proizvodni procesi	5
Osnove prava i radno pravo	3
Marketing	3
Izborni predmet 1	3
Izborni predmet 2	3
Izborni predmet 3	3
Timski rad i praktikum VI	3
Završni rad s obranom	7
IZBORNI PREDMETI	
Elektroenergetske mreže i postrojenja	3
Geoinformacijski sustavi	3
Poslovni informacijski sustavi	3
Računalne mreže	3

Studij Kreativni menadžment u procesima izvire iz temeljnih postulata današnje ekonomije. To je ekonomija bazirana na znanju gdje je “znanje”, i to prvenstveno ono primjenjivo, najveći kapital. Nova ili dodana vrijednost, u kontekstu nove ekonomije, stvara se (ili razara) u procesu transformacije inputa u outpute i ta se vrijednost upravo očituje kroz superiornost proizvoda na tržištu. Dakle, upravljanje procesima ključ je poslovnog uspjeha. Na ovome se studiju osposobljavaju stručnjaci sa skupom kombiniranih znanja i vještina iz područja ekonomike, poduzetništva, organizacije, menadžmenta te tehnike usmjerenih na razumijevanje poslovnog sustava kao cjeline i odvijanja poslovnih procesa. Ovaj studij razvija sposobnost analiziranja i rješavanja srednje složenih i složenih stručnih problema, rada u multidisciplinarnom timu, vođenja

i održavanja sustava i procesa u poslovno-proizvodnim i društvenim sustavima uz primjenu suvremenih metoda i tehnika vizualizacije, kontinuiranog poboljšavanja procesa, te stvaranja novih vrijednosti.

Svrha ovoga studija je stvaranje “radnika znanja” koji će svojim znanjem i kompetencijama znati efikasno upravljati složenim poslovnim sustavima i time dati značajan doprinos u uspjehu poslovanja poduzeća na domaćem i inozemnom tržištu.

- Nakon završetka studija student stječe stručni naziv stručni/a specijalist/specijalistica kreativnog menadžmenta
- Studij se izvodi u trajanju od četiri (4) semestara (dvogodišnji studij) sa ukupno 120 ECTS bodova.

NASTAVNI PLAN SPECIJALISTIČKOG DIPLOMSKOG STRUČNOG STUDIJA “KREATIVNI MENADŽMENT U PROCESIMA”

2 godine (4 semestra) · 120 ECTS · Redovni i izvanredni studij

NAZIV KOLEGIJA (PREDMETA)	ECTS
1. SEMESTAR	
Kreativni menadžment	6
Menadžment ideja u procesima	4
Inteligentni sustavi	6
Poduzetnička organizacija i ekonomika	4
Engleski poslovni jezik B1	4
Timski rad i praktikum I	4
Izborni predmet 1	2
IZBORNI PREDMETI	
Studijski projekt	2
Socijalne vještine	2
3. SEMESTAR	
Menadžment znanja	6
Projektni menadžment	6
Upravljanje odnosom s klijentima	6
Financijski menadžment	4
Plasman izvoznog proizvoda	4
Timski rad i praktikum III	4
Definiranje teme specijalističkog diplomskog rada	

NAZIV KOLEGIJA (PREDMETA)	ECTS
2. SEMESTAR	
Energetska učinkovitost	6
Složeni sustavi upravljanja	6
Marketing	6
Engleski poslovni jezik B2	4
Timski rad i praktikum II	6
Izborni predmet 2	2
IZBORNI PREDMETI	
Virtualna organizacija	2
Osnove prava u gospodarstvu	2
4. SEMESTAR	
Menadžment procesima	6
Ekonomija stvaranja vrijednosti	4
Osobni razvoj i društvena odgovornost	4
Izborni predmet 3	2
Izborni predmet 4	2
Diplomski rad (rad s mentorom)	12
IZBORNI PREDMETI	
Poslovni informacijski sustavi	2
Tehnika pregovaranja i retorika	2
Upravljanje konfliktima	2
Poslovna etika i kultura	2

SPECIJALISTIČKI DIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ
“KREATIVNI MENADŽMENT U PROCESIMA”



Stvaranje novih vrijednosti
ključ je poslovnog uspjeha



GODINA ULJANIKA



ULJANIK