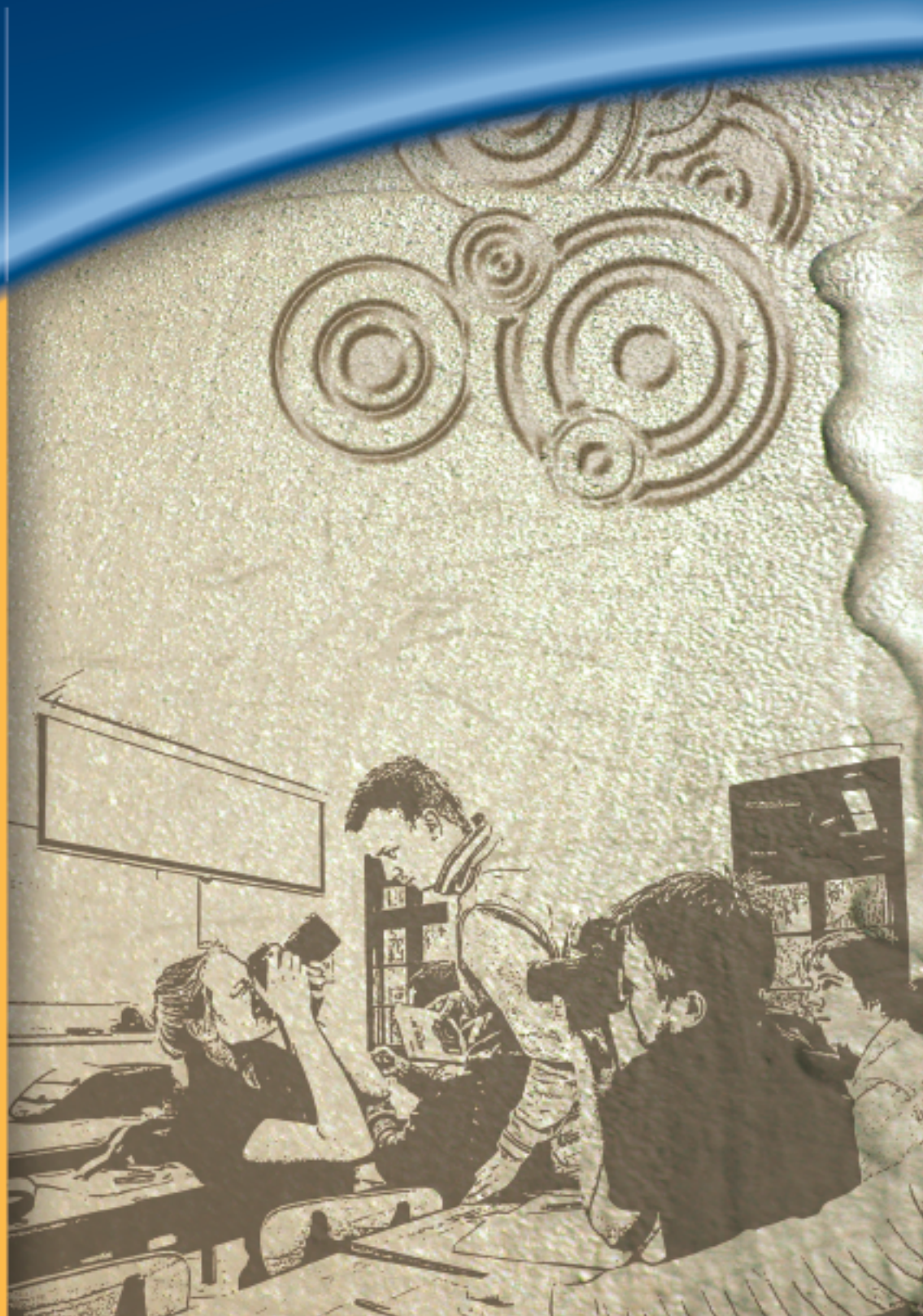


Tehnički Glasnik

Časopis Veleučilišta u Varaždinu

1-2/2009



ISSN 1846-6168
Godina 3, Broj 1-2, Str. 1-100
Varaždin, prosinac 2009.



Tehnički Glasnik

Časopis Veleučilišta u Varaždinu

1-2/2009

Godište (Volume) 3.
Broj (Number) 1-2
Varaždin, prosinac 2009.
ISSN 1846-6168

Osnivač i izdavač (Founder and Publisher):

Veleučilište u Varaždinu

Uredništvo (Editorial Office):

J. Križanića 33, HR-42000 Varaždin, Hrvatska;
Tel. ++385/ 42/ 493 328, Fax. ++385/ 42/ 493 333
a-mail: casopis@velv.hr ; URL <http://www.velv.hr>

Glavni urednik (Editor-in-Chief):

Živko Kondić

Tajništvo (Secretary Office)

Andreja Petrović

Urednici rubrika (Contributing Editors):

Elektrotehnika - Mario Punčec
Strojarstvo - Živko Kondić
Multimedija - Damir Vusić
Logistika – Dragutin Funda
Građevina- Božo Soldo
Vijesti s Veleučilišta - Andreja Petrović

Urednički odbor (Editorial Board):

Veleučilište u Varaždinu:

Punčec Mario, Šumiga Ivan, Kondić Živko, Vusić Damir, Tropša Vlado

VERN Zagreb: Vrhovski Mijo

Sveučilište u Zadru: Belak Stipe

Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb:

Mudronja Vedran, Indof Janez, Husnjak Mirko, Biserka Runje

Fakultet elektrotehnike i računarstva: Bogdan Stjepan, Kovačić Zdenko

UM FERI Maribor: Boris Tovornik, Nenad Muškinja

Grafički fakultet Zagreb: Mrvac Nikola, Zjakić Igor

Fakultet strojarstva u Slavanskom Brodu: Kljajin Milan, Mateiček Franjo

Geotehnički fakultet u Varaždinu: Božičević Mladen, Soldo Božo

Institut Ruđer Bošković: Car Tihomir

Visoka tehnička škola Novi Sad: Lovreković Zoran, Abramović Borislav

Mašinski fakultet Sarajevo: Petrović Marin

JP Elektroprivreda HZHB d.d. Mostar: Bakula Slobodan

Grafički zavod Hrvatske: Milković Marin

Državni zavod za normizaciju: Dragutin Funda

Lektori (Linguistic Advisers):

Ivana Grabar (za engleski jezik)

Ljiljana Šarac (za hrvatski jezik)

Tehnički urednik (Technical Editor):

Dean Valdec

Tisak (Print):

Grafički zavod Hrvatske, Zagreb

Časopis je besplatan i izlazi u dva broja godišnje * Naklada: 100 primjeraka
Časopis „Tehnički glasnik“ Veleučilišta u Varaždinu upisan je u Upisnik HGK o izdavanju i
distribuciji tiska 18. listopada 2007. godine pod rednim brojem 825.

Rukopise, narudžbe oglasa, objave i drugo slati na adresu uredništva. Rukopisi se ne vraćaju.
Upute autorima nalaze se na internetu.

Uređenje zaključeno (Preparation ended):

prosinac 2009.

SADRŽAJ

| | |
|--|----|
| Riječ glavnog urednika | |
| Riječ dekana | |
| 1. <i>Botak Z., Ćurković Bogunović L.</i> AUTOMATSKO PROGRAMIRANJE CNC STROJEVA | 5 |
| 2. <i>Petrović M.</i> ULOGA SIGNALA TORZIONIH VIBRACIJA KOLJENASTOG VRATILA U DIJAGNOSTICI MOTORA S UNUTARNJIM IZGARANJEM | 11 |
| 3. <i>Ivančić S., Valdec D.</i> UTJECAJ POKRETA I BOJE NA UOČLJIVOST TEKSTA | 16 |
| 4. <i>Valdec D., Ivančić S., Vusić D.</i> KALIBRACIJA I KARAKTERIZACIJA REPRODUKCIJSKOG PROCESA TISKA NA TEMELJU ISO SPECIFIKACIJA | 20 |
| 5. <i>Matković D.</i> MJERENJA KVALITETE SLIKE U MULTIMEDIJSKIM APLIKACIJAMA | 25 |
| 6. <i>Breški V., Kondić Ž.</i> IZBOR OPTIMALNOG MODELA ODRŽAVANJA PREMA STANJU NA LINIJI ZA PEČENJE SUHE OPEKE | 32 |
| 7. <i>Havaš L.</i> ARHITEKTURA EKSPERTNOG WEB SUSTAVA ZA PRIPREMU SPORTAŠA | 44 |
| 8. <i>Huđek J., Šumiga I.</i> GEOMETRIJSKA PREDODŽBA EFEKTIVNE VRIJEDNOSTI | 50 |
| 9. <i>Padarić D., Kukec M.</i> WIMAX 802.16 STANDARD | 54 |
| 10. <i>Šumiga I., Huđek J.</i> KORIŠTENJE ENERGETSKIH VODOVA U SVRHU KOMUNIKACIJE | 58 |
| 11. <i>Kondić V.</i> CE I C OZNAKE NA PROIZVODIMA – SKLADNOST PROIZVODA | 64 |
| 12. <i>Protrka R.</i> VIRTUALANA LOGISTIKA | 72 |
| 13. <i>Kovač Lj.</i> PRILOG PRIMJENI I IZVOĐENJU CFA PILOTA | 79 |
| 14. <i>Kovač Lj.</i> PRILOG IZVOĐENJU MONTAŽNIH BETONSKIH GREDNIH MOSTOVA | 83 |
| Završni radovi prvostupnika Veleučilišta u Varaždinu | |
| ELEKTROTEHNIKA | 87 |
| MULTIMEDIJA, OBLIKOVANJE I PRIMJENA | 95 |
| PROIZVODNO STROJARSTVO | 99 |

RIJEČ GLAVNOG UREDNIKA

Iza nas je godina i više dana od izlaska prvog dvobroja Tehničkog glasnika kojemu je cilj unapređenje i promicanje stručnosti iz područja tehničkih znanosti.

To je vrijeme provjere uspješnosti te analize zadanih ciljeva, a sve s namjerom njegovog poboljšanja na radost Vaših očekivanja, želja i potreba. Sama činjenica da smo uspjeli „izgurati“ prvu i svakako najtežu godinu daje nam volju da ustrajemo. Nastojali smo biti zanimljivi, ali prije svega informativni i poticajni mnogima koji još nisu duboko zašli u svijet stručnih i znanstvenih članaka.

Da smo uspjeli dokazuju novi autori čiji se broj svakodnevno povećava. Jesmo li zadovoljni? Prije svega, nezadovoljni smo interesom studenata i naših nastavnika suradnika. Svjesni smo činjenice da će njihov interes rasti poboljšanjem kvalitete časopisa i njegovim redovitim izlaženjem. Objavljene radove ocijenili su kompetentni recenzenti, a njihove primjedbe i prijedlozi dobro su došli autorima i uredništvu. Znamo da može i bolje. Željeli bi da Tehnički glasnik postane časopis sa što više Vaših članaka. Zato Vas ponovno pozivamo da nam pišete jer su svi prijedlozi dragocjeni.

Zahvaljujem članovima uređivačkog kolegija, posebno recenzentima, lektorima, tajnici, tehničkom uredniku i dekanu Veleučilišta u Varaždinu koji su svojim nesebičnim radom i podrškom doprinijeli da i ovaj dvobroj ugleda svjetlo dana.

doc. dr. sc. Živko Kondić

RIJEČ DEKANA

Dragi čitatelji Tehničkog glasnika!

I ovaj broj časopisa trebao bi probuditi naše predavače, studente i suradnike te razuvjeriti one koji sumnjaju u njegovu stručnost i informativnost. Cilj nam je ostao isti, a taj je prilagoditi se suvremenom gospodarstvu i njegovim potrebama, pratiti razvoj znanosti te objavljivati stručne, znanstvene i druge oblike članaka.

Zahvaljujem autorima, urednicima i ostalima koji su pomogli i osjećali obavezu da i ovaj broj izađe na razini koja se od nas očekuje. Suradnja s kolegama s drugih visokoškolskih institucija pokazuje našu želju za otvorenošću te volju za boljim osmišljavanjem i konačnim oblikovanjem Vašeg časopisa.

Dekan
dr.sc. Marin Milković

AUTOMATSKO PROGRAMIRANJE CNC STROJEVA

Botak Z.¹, Ćurković Bogunović L.²

¹Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, Hrvatska

²Đuro Đaković Specijalna vozila d.d., Slavonski Brod, Hrvatska

Sažetak: Sve veća zastupljenost CNC strojeva u proizvodnji iziskuje nove metode pripreme proizvodnje i boljeg iskorištenja strojeva. Želja svih korisnika CNC strojeva je da bi izrada NC programa za određeni stroj bila što kraća, uz minimalno korištenje i utrošak resursa. Da bi zadovoljili ove zahtjeve, proizvođači CAM programske opreme nastoje izraditi programe za djelomično ili potpuno automatsko programiranje alatnih strojeva.

Cljučne riječi: automatsko programiranje, NC program

Abstract: The growing presence of CNC machines in production demands new methods of production preparation and higher degree of machine utilization. All CNC machine users have one wish – to make the creation of NC programme for a certain machine as short as possible by minimal usage and cost of resources. In order to satisfy these demands, the producers of CAM programme equipment are intent upon creating programmes for partial or complete automatic programming of universal lathes.

Key word: automatic programming, NC programme

1. UVOD

Programiranje CNC (eng. Computer Numerical Control) strojeva podrazumijeva izradu naredbi pomoću kojih se upravlja određenim funkcijama nekog alatnog stroja. Postupak programiranja, između ostalog, znači traganje za optimalnom putanjom alata. Optimizacija putanje alata je posebno važna kod velikoserijske proizvodnje jer male uštede na jednom komadu dovedu do značajnih smanjenja troškova ukupne serije.

Danas dostupna softverska rješenja za NC programiranje imaju već u sebi ugrađene module za optimizaciju putanje alata, koji osim geometrije alata i obratka uvažavaju još i tehnološke parametre. Praktični primjeri su dokazali da je neki obradak moguće izraditi na više načina od kojih je, gledajući postavljene zahtjeve, optimalan obično samo jedan. Može se dogoditi da postoji i više jednakovrijednih optimalnih rješenja.

Kod numeričkog upravljanja alatnog stroja svi se podaci, važni za obradu, šalju stroju u numeričkom obliku.

Poseban dio stroja, tzv. upravljanje, te podatke obradi i pošalje izvršnim elementima stroja (pogonskom ili koračnom motoru).

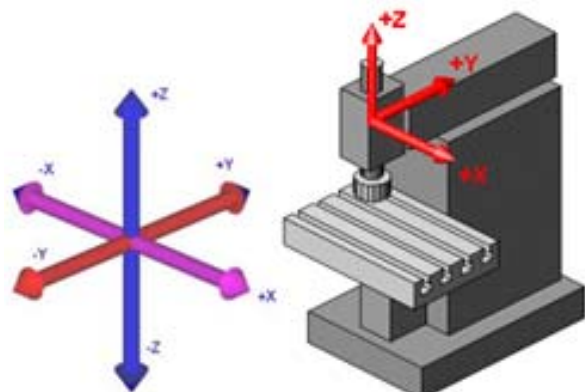
NC programiranje se u osnovi sastoji iz četiri operacije [1]:

- određivanje redoslijeda operacija
- izrada tehnološkog plana
- NC programiranje (kodiranje)
- prijenos programa na upravljački dio alatnog stroja

Prije nego programer pristupi nekoj od ovih aktivnosti mora dobiti podatke o geometriji obratka (nacrt) i podatke o raspoloživim strojevima i alatima. Na temelju tih podataka izrađuje tehnološki plan u kojem detaljno piše o svim operacijama, alatima, načinu stezanja i o stroju za obradu. Nakon toga slijedi NC programiranje gdje se točno definiraju putanje alata i zatim prilagođavaju upravljačkoj jedinici stroja. U zadnjoj fazi programiranja se program prenese u upravljačku jedinicu stroja.

2. OSNOVE NC PROGRAMIRANJA

Kod NC programiranja se koordinatni sistemi stroja i obratka obično postavljaju tako da se kod približavanja alata obratku,



Slika 1. Koordinatni sistem stroja

alat uvijek pomiče u negativnu stranu koordinatnih osi (slika 1.).

Kod ručnog programiranja NC strojeva programer piše NC program bez pomoći namjenskih programa. Sve putanje alata se korak po korak proračunavaju ručno pomoću tehnoloških kartica alata i stroja.

Ručno programiranje je dugotrajan proces, zahtijeva odgovarajuću stručnost programera i postoji velika vjerojatnost pojave grešaka u programu.

Kod izrade NC programa pomoću računala većinu poslova kod programiranja obavlja računalo. Programiranje je lakše i brže, a cijeli postupak obrade je moguće simulirati. Ulazni podaci geometrije obratka su u elektronskom obliku, a tehnološki i geometrijski podaci o strojevima i alatima dobiju se iz baza podataka. Osnovni elementi programske opreme:

- oprema za izradu geometrije
- tehnološka baza podataka
- oprema za NC programiranje
- programer

Oprema za izradu geometrije obratka se sastoji iz računala i programa za CAD modeliranje (SolidWorks, Catia, ProEngineer).

Tehnološka baza podataka sadrži podatke o stroju, alatima i režimima obrade za pojedini alat i materijal. Kod programiranja se tehnološki podaci automatski prikazuju u padajućim izbornicima, a programer samo izabire željene elemente.

Oprema za NC programiranje automatski izračunava parametre obrade i izrađuje listu korištenih alata, naprava i strojeva, a sastoji se iz:

- geometrijskog modula
- tehnološkog modula
- procesora
- postprocesora
- simulatora

Programer korak po korak upisuje pojedine vrijednosti obrade, izabire alate i naprave te na kraju izradi redosljed operacija. Sistem automatski proračuna putanju alata, a pomoću simulacije su izbjegnute kolizije između alata, steznih naprava i stroja.

3. AUTOMATSKO PROGRAMIRANJE CNC STROJEVA

Učinkovit sistem NC programiranja mora biti sposoban u kratkom vremenu napraviti program za izratke komplicirane geometrije i različite vrste obrada (tokarenje, glodanje, bušenje itd). NC program mora biti pouzdan i bez kolizija između pojedinih dijelova sistema. Vrijeme programiranja i pripremno završna vremena trebaju biti što kraća, a programer mora imati mogućnost brzog unosa izmjena. Kod pojedinačne izrade velikih obradaka ili obrade skupocjenih materijala, traži se program "bez greške". Kod masovne proizvodnje pripremno-završna vremena dijele se na mnogo obradaka, pa su važniji vrijeme obrade pojedinog komada i redosljed operacija.

Sistem za programiranje mora svakako imati mogućnost ručne izmjene geometrije obratka, mogućnost izmjene vrste stroja i strategije obrade.

Sistem za automatsko programiranje NC strojeva dijeli se na četiri podsistema [2]:

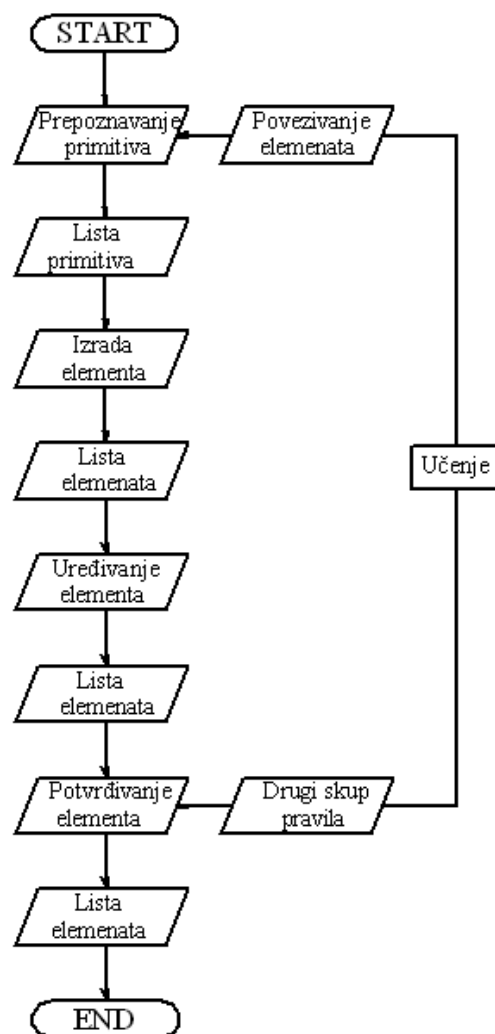
- podsistem za izradu ulaznih informacija o obratku
- baza podataka
- procesor
- postprocesor (prilagođavanje izlaznih informacija).

3.1. Podsistem za obradu ulaznih informacija

Ulazni podaci (geometrija obratka) se u 2D ili 3D obliku dobiju od nekog CAD programa, a nakon toga se prevode u jednostavan oblik. Takav oblik sadrži sve potrebne informacije o obratku i razumljiv je različitim sistemima koji ga trebaju.

Predstavljanje dijelova obratka pomoću volumnog modela omogućuje jednostavno određivanje unutarnjih i vanjskih točaka, mase, zapremine i momenta inercije.

Podatke o geometriji obratka nije moguće direktno koristiti kod programiranja jer sa stajališta proizvodnje sadrže premalu količinu podataka. Modul Automatic Feature Recognition (AFR) služi kao poveznica između CAD i CAM sistema jer na temelju određenih pravila i algoritama prepoznaje i napravi listu geometrijskih elemenata (tijela).

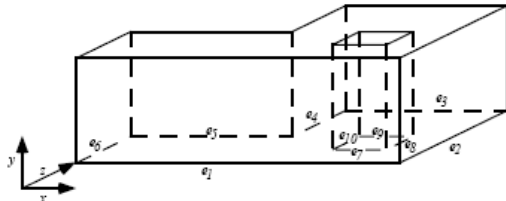


Slika 2. Prepoznavanje karakterističnih svojstava elemenata [9]

Postupak za određivanje elemenata sastoji se od četiri koraka: prepoznavanje primitiva, izrada elementa, uređivanje elementa i potvrđivanje elementa.

3.1.1. Prepoznavanje svojstava primitiva

Kod prepoznavanja primitiva određuju se sve pojedinačne površine, sjecišta i rubovi koji omeđuju element, a nakon toga se primitivi grupiraju po skupinama (slika 2.).



Slika 3. Obradak s utorom [10]

Utor na obradku na slici 3. opisan je sljedećim vrijednostima:

- lokacija: = (0,0,1);
- orijentacija: = (0,1,0);
- dubina: = 2;
- profil: = {e₁,e₂,e₃,e₄,e₅,e₆};
- dno = 0;
- otok = {I₁};
- profil I₁ = {e₇,e₈,e₉,e₁₀};
- dno I₁ = 0;
- visina I₁ = 2.

Brojčane vrijednosti u potpunosti određuju geometriju utora koji predstavlja tijelo određene zapremine odstranjeno od početnog oblika materijala (sirovca). Oduzeta količina materijala se naziva delta volumen i jednaka je razlici volumena sirovca i izratka:

$$\Delta = V_{\text{sirovca}} - V_{\text{izratka}} \quad (1)$$

Za izradak na slici 4 se delta volumen dobije sastavljanjem tijela S₁ i S₂ i oduzimanjem tijela S₃;

$$(S_1 \cup S_2) - S_3, \text{ gdje je:}$$

$$S_1 = \{(x,y,z): 1 \leq x \leq 4, 0 \leq y \leq 1, 1 \leq z \leq 3\}; \quad (2)$$

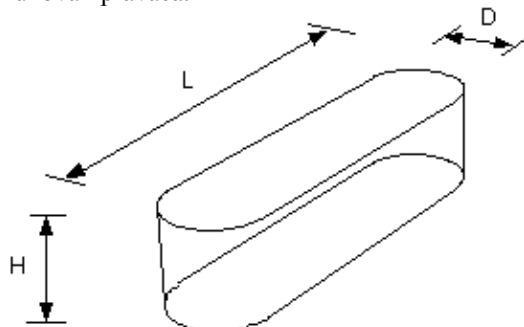
$$S_2 = \{(x,y,z): 4 \leq x \leq 7, 0 \leq y \leq 1, 1 \leq z \leq 5\}; \quad (3)$$

$$S_3 = \{(x,y,z): 5 \leq x \leq 6, 0 \leq y \leq 1, 3 \leq z \leq 4\}; \quad (4)$$

3.1.2. Izgrađivanje elementa

Kada je primitiv određen, može se pomoću geometrijskog algoritma koristiti za izradu elementa. Važno je izgraditi što jednostavnije elemente dijeljenjem i spajanjem površina, zaokruživanjem rubova itd.

Slika [4] prikazuje utor za pero koji je u potpunosti određen s tri brojčane vrijednosti, a sastoji se iz kružnih lukova i pravaca.



Slika 4. Geometrijski oblik utora [11]

Utor je osnovni geometrijski oblik s točno određenim i standardiziranim dimenzijama koje su pohranjene u bazi podataka.

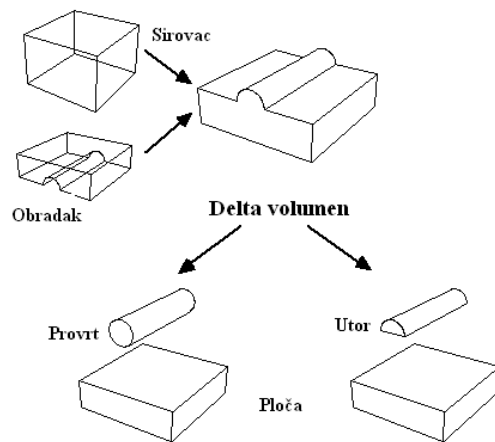
3.1.3. Uređivanje elemenata

Vrlo je važno prepoznati interakciju između primitiva jer se u protivnom može dogoditi da u element nisu uključeni svi primitivi ili je izgrađen pogrešni osnovni element (slika 5.).

Moguće interakcije između primitiva su opisane u tabeli 1.

Tabela 1. Moguće interakcije između primitiva [11]

| Interakcija | Povezivanje ploha | Gubljenje zaobljenja | Dijeljenje ploha |
|-------------|-------------------|----------------------|------------------|
| I | NE | NE | NE |
| II | NE | NE | DA |
| III | NE | DA | NE |
| IV | DA | NE | NE |
| V | DA | DA | NE |
| VI | DA | NE | DA |

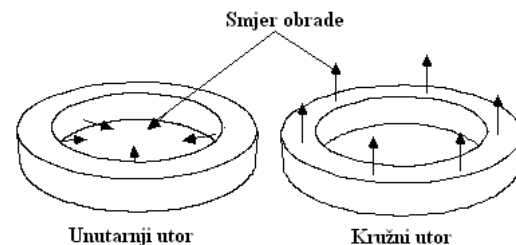


Slika 5. Različito predstavljanje elementa [11]

3.1.4. Potvrđivanje elementa

Drugi skup pravila omogućuje potvrđivanje geometrijskog odnosa među elementima, pri čemu je model u potpunosti verificiran. U slučaju da model nije potvrđen, potrebno je ponovno pristupiti učenju sistema ili dopunjavanju baze podataka novim primitivima.

Važno je napomenuti da se ne uvažavaju sva pravila za kompletnu izradu modela jer sadrže previše informacija i ograničenja, koja usporavaju kasnije proračune pojedinih operacija. Na primjer, za određeni element se provjerava samo slobodan pristup alata za obradu, bez određivanja vrste alata, načina stezanja ili redoslijeda operacija.

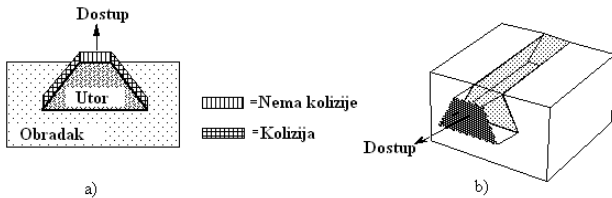


Slika 6. Razvrstavanje primitiva prema dostupnosti alatu [11]

Zbog odstranjivanja materijala s obratka, mora biti omogućen slobodan pristup alata do svih obrađivanih površina. Pristup alata je važan kod povezivanja primitiva. Elementi mogu geometrijski biti jednaki, ali zbog pristupa alata iziskuju različite načine obrade.

Na slici 6. se unutarnji utor (osigurač seger) obrađuje s unutarnje strane, a kružni utor (brtva) s gornje strane. Zbog jednostavnosti se određuju samo potrebni uvjeti za slobodan pristup elementu, kao što su lokalna, polu-beskonačna, djelomična i bočna dostupnost elementa.

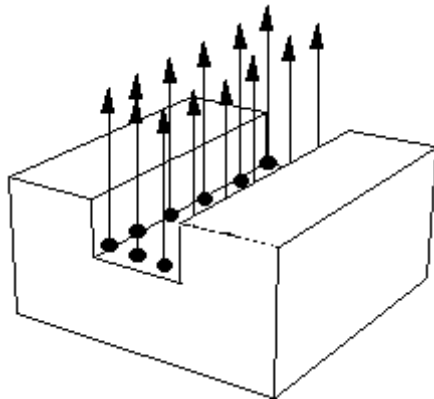
Lokalna dostupnost - element se produžuje u svim smjerovima do rubova sirovca i provjerava se kolizija elementa i sirovca. U slučaju da element siječe sirovac (obradak), obrada nije moguća.



Slika 7. Lokalna dostupnost [11]

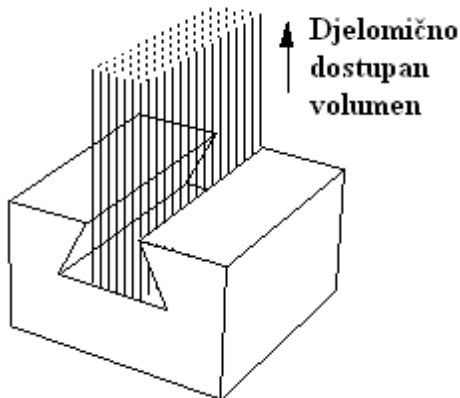
Utor u obliku lastavičjeg repa na slici 7. je lokalno nedostupan u smjeru okomice (a) i lokalno dostupan u horizontalnom smjeru (b).

Polu-beskonačna dostupnost - element je neograničeno dostupan za obradu iz najmanje jedne osi (slika 8.).



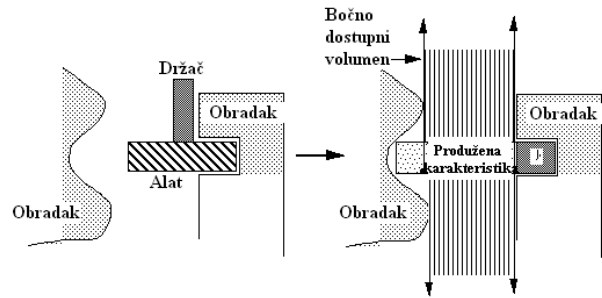
Slika 8. Polu-beskonačna dostupnost [11]

Djelomična dostupnost - podrazumijeva se obrada samo određenog volumena elementa, na primjer glodanje utora u obliku lastinog repa (slika 9.).



Slika 9. Djelomična dostupnost [11]

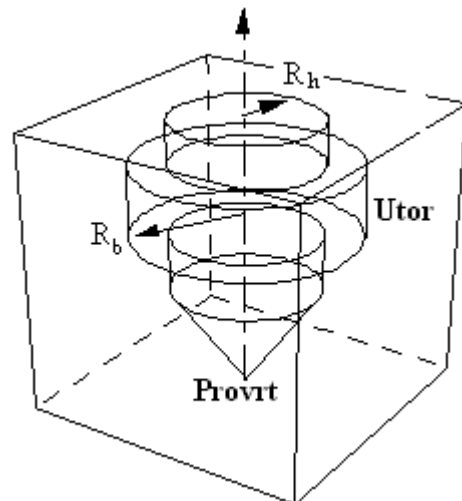
Ograničena-jednostrana dostupnost - element je dostupan za obradu iz smjera d, ako je njegova karakteristika djelomično dostupna za obradu uzduž smjera d (slika 10.).



Slika 10. Ograničena-jednostrana dostupnost [11]

Pravila za potvrđivanje elementa omogućuju da se izgradi geometrijsko ispravan element za obradu. Pravila znatno skraćuju vrijeme određivanja elementa.

Geometrijska pravila se također koriste za osiguranje ispravne obrade, a uvažavaju geometrijske specifičnosti obratka, radnu okolinu i tehnologiju. Primjer geometrijskog ograničenja obratka prikazan je na slici 11.



Slika 11. Geometrijska ograničenja [11]

U slučaju $R_b \geq 3 \cdot R_h$ nije moguće izraditi utor jer nema mjesta za ulaz alata.

Geometrijska ograničenja osiguravaju da elementi ostanu dostupni za obradu alatom; da provrti ne budu preduboki i utori preširoki.

Modul za izgrađivanje elemenata svakom elementu pridruži odgovarajuće tehnološke podatke iz baze, koji određuju mjesta i veličinu rezanja materijala, dubinu rezanja i strategiju obrade. Programer može ručno mijenjati i prilagođavati pravila za prepoznavanje primitiva i izradu elemenata, može stvoriti potpuno novi element i odabrati strategiju obrade. Promjene u geometriji jednog elementa automatski ažuriraju promjene svih ostalih veličina koje su u neposrednoj vezi s elementom.

CAD crteži sadrže u sebi određenu količinu informacija koje nisu nužne za programiranje, kao što su šrafure, tekst, sastavnica itd. Takve informacije se filtriraju na filteru podataka koji izabere samo potrebne elemente.

Ako je crtež u potpunosti određen geometrijskim oblicima, automatski se izradi NC program za obradu. U slučaju da se kod prevođenja ulaznih podataka pojavi greška, CAM sistem mora je prepoznati i popraviti u pravilan geometrijski oblik:

- produživanjem ili skraćivanjem elemenata
- pojednostavljanjem konture
- spajanjem ili rastavljanjem elemenata
- izmjenama radijusa i zaobljenja rubova
- pomicanjem, rotiranjem, kopiranjem, povećanjem ili smanjivanjem elemenata

Elementi koji nemaju toleriranu srednju vrijednost nazivne mjere također se moraju korigirati. Po potrebi, sistemu za programiranje dodaju se podaci o visini pojedinih elemenata (npr. dubina žlijeba) koje nije moguće odrediti iz crteža, a važni su za pozicioniranje alata.

3.2. Baza podataka

U bazama podataka pohranjeni su različiti geometrijski i tehnološki podaci za materijale koji se obrađuju, za alate, strojeve i naprave. Svaki podatak je pohranjen u kodiranom obliku po točno određenom redosljedu. Na početku automatskog programiranja NC stroja mora programer odabrati materijal obratka, na temelju kojeg računalo iz baze podataka izabere geometrijski pogodne i trenutno dostupne alate za obradu.



Slika 12. Geometrijski pogodni alati za obradu

Istodobno s geometrijskim, iz tehnološke se baze generiraju i tehnološki podaci za izabrani alat (max. dubina, posmak i brzina rezanja itd.) –tabela 2.

Tabela 2. Tehnološki podaci o alatu

| TEHNOLOŠKI PODACI | CoroMill 490 | |
|---|--------------|--|
| dubina rezanja a_p (mm) | 1,5 | |
| brzina rezanja v_c (m/min) | 173 | |
| broj okretaja n (min^{-1}) | 2200 | |
| posmak po zubu f_z (mm) | 0,25 | |
| posmična brzina v_f (mm/min) | 1650 | |
| max. dubina rezanja a_e (mm) | 20 | |
| postojanost T (h) | 50 | |

Nakon toga CAM program izračuna prikladnost alata za pojedinu obradu, prema kriterijima koje na početku izvođenja programa postavi programer.

Obično se svakom kriteriju (maksimalno odnašanje materijala, maksimalna postojanost alata, minimalni

troškovi i vrijeme izrade) pridruži neki težinski faktor - prema važnosti tog kriterija.

Baza podataka strojeva sadrži podatke o karakteristikama stroja kao što su pogonska snaga, radno područje, naprave za pritezanje, magazin s alatom itd.

Baza podataka za alate i strojeve može se neprestano dopunjavati novim vrijednostima, a podaci se obično dobivaju neposredno od proizvođača alata i strojeva.

3.3. Procesor

Procesor je skupina programa koji na temelju ulaznih i podataka iz baza podataka određuju putanju alata po unaprijed programiranoj strategiji (minimalno vrijeme izrade, minimalni troškovi itd.). Neke od osnovnih strategija obrade glodanjem:

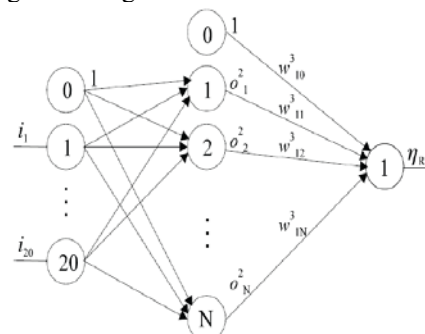
- glodanje po konturi
- glodanje utora
- glodanje navoja
- bušenje

Pri tome sistem za programiranje mora uzvati različita ograničenja:

- standard - izabere ga korisnik
- odstupanja kod upotrebe novih alata, tehnologije i parametara obrade
- specijalne baze podataka
- utjecaj strategije obrade na ostalu geometriju
- povezivanje geometrijskih i obradnih veličina; promjena geometrije obratka dovodi istodobno do promjena režima obrade

CAM sistem mora automatski optimirati redosljed izmjene alata, optimirati stezanje obratka te režime obrade. Moguće je grupirati slične operacije obrade, npr. bušenja te ponovno optimirati putanje alata s uvažavanjem kolizije obradnog stroja, alata, naprava i obratka.

Optimizacija parametara obrade može se izvesti nekim programom umjetne inteligencije, kao što su neuronske mreže ili genetski algoritmi.



Slika 13. Neuronska mreža [7]

Neuronska mreža (eng. Neural Network) je način obrade informacija koji radi po istom principu kao i ljudski mozak. Svaki umjetni neuron je, slično kao i živčana stanica u mozgu, povezan s ostalim umjetnim neuronima. Neuroni na istoj razini nisu međusobno povezani. Povezani su s neuronima na prethodnoj razini, a izlaz im je na neurone na sljedećoj razini (slika 13.).

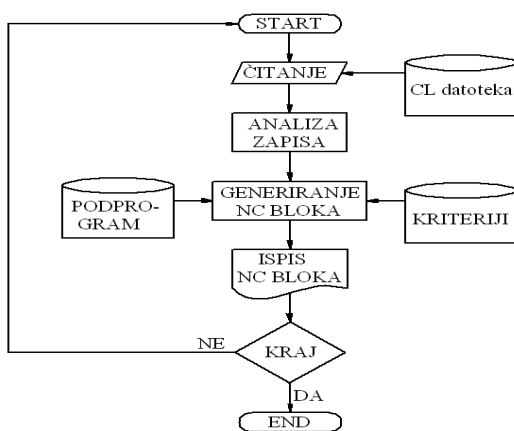
Neuronska mreža dobiva ulazne podatke na ulaznoj razini, koji zatim putuju do izlaza gdje se dobiju odgovori na ulazne signale. Dobijemo informacije o

najpogodnijem alatu za obradu te informaciju o optimalnim parametrima obrade.

Prije prijenosa NC programa na stroj, potrebno je simulirati cjelokupni tijek obrade gdje je vidljiva količina odrezanog materijala nakon svake operacije obrade. Simulacija se izvodi i u slučajevima kad zbog raspršivanja sredstva za hlađenje i podmazivanje nije moguće vizualno pratiti tijek obrade.

3.4. Postprocessor

Postprocessor je program koji datoteku iz CAM programa (CL datoteku) prevodi u programski jezik čitljiv upravljačkoj jedinici obradnog stroja. Kod toga se uvažavaju karakteristike stroja kao što su NC osi, G i M funkcije, kinematika, izmjena alata i obradaka i sl. Princip rada postprocesora je vidljiv iz slike 14.



Slika 14. Shema postprocesora [8]

Postprocessor se sastoji iz četiri modula:

- modul za čitanje CL datoteke
- modul za analizu i prevođenje
- modul za pozivanje potprograma
- modul za generiranje NC koda

Poželjno je imati univerzalan postprocessor, tako da se može napraviti kvalitetan NC program za što više upravljačkih jedinica različitih alatnih strojeva.

Automatski sistem programiranja ima određene prednosti u odnosu na ručno i programiranje uz podršku računala:

- znatno kraće vrijeme programiranja
- promjena geometrije elementa ne iziskuje ponovno programiranje
- broj alata je optimiziran
- optimirane su putanje alata

4. ZAKLJUČAK

Postupak programiranja NC strojeva provodio se dugo vremena ručno. Takav način rada bio je dugotrajan, a testiranje NC programa i otklanjanje grešaka je od programera zahtijevalo mnogo znanja i vremena.

Povećanjem kompleksnosti obradaka, na tržištu su se pojavili programi koji preko padajućih izbornika olakšavaju programiranje. Putanja alata se automatski preračunavala, a cijeli postupak izrade se mogao pratiti na ekranu preko simulacijskog programa.

Nakon toga je razvoj programske opreme išao u smjeru automatskog prepoznavanja geometrije obratka, uz pomoć baza podataka, automatskog određivanja redosljeda operacija, putanje alata i izradu NC programa. Razvojem algoritama (neuronske mreže, genetski algoritmi) koji podržavaju nove strategije obrade (visokobrzinske obrade), osim brzine programiranja poboljšala se i optimalna putanja alata.

Kroz svaku novu generaciju postaju NC programi uspješniji, što znači da se broj kolizija alata i obratka smanjuje, alat je kraće vrijeme u dodiru s obratkom i obradak je izrađen na optimalan način.

Povećanjem kompleksnosti geometrije izradaka i mogućnosti alatnih strojeva, povećat će se i potreba za sistemima za automatiziranu i samostalnu izradu NC programa, s uključenim modulima za optimizaciju i simulaciju obrade.

5. LITERATURA

1. J. Balič: CAD/CAM postopki, Univerza v Mariboru, 2002
2. J. Balič: Intelligentni obdelovalni sistemi, Univerza v Mariboru, 2004
3. J. Balič: Intelligent CAD/CAM systems for CNC programming-an overview, *Advances in Production Engineering & Management*, 01. 2006, 13-22, ISSN 1854-6250
4. G. Peterlin, P. Kržič, J. Kopač: HSP - hitro programiranje modernih strojev; *Orodjarstvo*, Portorož, 2005
5. Hans B. Kief, Helmut A. Roschiwal: *NC/CNC Handbuch 2007/2008*
6. M. Brezočnik, M. Kovačič: Programiranje numerično krmiljenih strojev s pomočjo strojnega učenja; *Orodjarstvo*, Portorož, 11-13 oktober 2005
7. S. Klančnik, M. Ficko, J. Balič, M. Brezočnik, S. Brezovnik, B. Vaupotič: Računalniško podprta izbira stružnega noža s pomočjo usmerjenih nevronske mreže; *Orodjarstvo*, Portorož, 7-9 listopad 2008
8. Z. Car, Z. Jurković: *Proizvodna oprema*; *Zavod za industrijsko inženjerstvo i management*
9. E.B. Brousseau, S.S. Dimov, R.M. Setchi: *Learning and Reasoning Techniques for Automatic Feature Recognition from CAD Models*, Cardiff School of Engineering, CF24 3AA, UK
10. J.H. Vandenbrande, Aristides A.G. Requicha: *Spatial reasoning for the automatic recognition of machinable features in solid models*; *IEEE Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol.15.no.12,pp.1269-1285, prosinac 1993

PODACI O AUTORIMA:

1. Zlatko Botak, dipl.ing. stroj., Veleučilište u Varždinu Križanićeva 33, Varaždin
2. Ljubica Čurković Bogunović, dipl.ing. stroj., Đuro Đaković Specijalna vozila d.d., 35 000 Slavonski Brod

ULOGA SIGNALA TORZIONIH VIBRACIJA KOLJENASTOG VRATILA U DIJAGNOSTICI MOTORA S UNUTARNJIM IZGARANJEM

Petrović M.¹

¹Mašinski fakultet Sarajevo, Sarajevo, Bosna i Hercegovina

Sažetak: *Sofisticirani sistemi mjerenja i upravljanja termoenergetskim sistemima sve se više primjenjuju i kod motora SUI. Prednosti koje se njihovom primjenom ostvaruju, svakim danom su veće, a potencijal ovih sistema nije još iscrpljen. Korištenjem jednog takvog sistema, u obliku beskontaktnog davača za mjerenje kutne brzine i položaja koljenastog vratila, otvaraju se mogućnosti praćenja i dijagnosticiranja rada motora SUI na relativno jednostavan i jeftin način. Praćenjem promjena kutne brzine koljenastog vratila, te njegovim odgovarajućim vrednovanjem, mogu se dobiti pouzdane informacije o stanju SUI motora. S jedne strane to znači da je moguće ustanoviti neispravnosti u njegovom radu, a s druge strane da se mogu ustanoviti čak i uzroci takvog rada.*

Ključne riječi: *Motor SUI, torzione vibracije, dijagnostika*

Abstract: *Sophisticated systems of measurement and control of thermoenergetic systems are finding greater application at IC engines. The advantages accomplished by their use are becoming greater every day and the potential of these systems is far from being used up. Using such a system, in the form of contact-free sensor for angular velocity and crankshaft location measurement, is opening up possibilities for tracking and diagnostics of the IC engine work in a relatively simple and inexpensive way. Monitoring the changes of crankshaft's angular velocity and its appropriate assessment, reliable information about IC engine condition can be obtained. On the one hand, it means that it is possible to determine irregularities in its operation, and on the other, even the causes of such operation can be determined.*

Keywords: *IC engine, torsional vibrations, diagnostics*

1. UVOD

Razvoj motora s unutarnjim izgaranjem (SUI) sve veće snage, sa što manjom potrošnjom goriva i što manjom emisijom štetnih materija, zahtijeva uvođenje novih sustava i metoda kod praćenja, regulacije i dijagnosticiranja njegovog rada, odnosno određivanja veličina koje će to omogućiti.

Mjernom tehnikom danas možemo na jednostavan, jeftin i precizan način beskontaktno izmjeriti kutnu brzinu i položaj koljenastog vratila. Budući da je promjena kutne brzine koljenastog vratila posljedica stanja u motoru, adekvatna obrada ovog parametra trebala bi dati uvid u

najvažnije procese u SUI motoru. Kretanje je vrlo složeno budući da je karakter kutnog kretanja koljenastog vratila uvjetovan prije svega karakterom okretajnog momenta, promjenjivošću otpornog momenta radnog stroja i svojstvima dinamičkog sustava (koljenastog vratila). Temeljito poznavanje obilježja ovih veličina, uz postavljanje odgovarajućih modela, stvara osnovu za simuliranje specifičnih procesa koji se javljaju pri eksploataciji motora SUI.

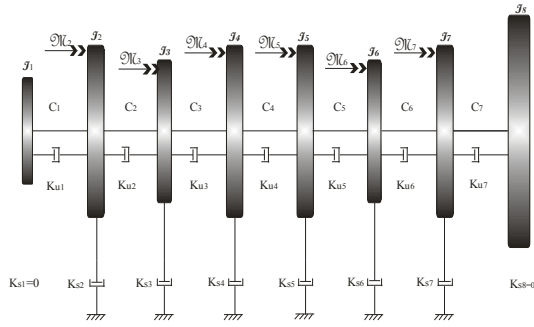
U sklopu ovog rada predočeni su rezultati istraživanja torziona-oscilatornih fenomena SUI motora. Predstavljene su i mogućnosti njihove primjene te uzroci anomalija koje se mogu pojaviti pri radu.

2. EKVIVALENTNI DINAMIČKI SUSTAV MOTORA SUI I RJEŠENJA JEDNADŽBE KRETANJA

Promatranjem bilo kojeg sustava s ciljem analize i matematičke interpretacije procesa rada, zbog ograničenosti spoznaje i zbog vrlo često kompliciranog matematičkog aparata koji prati njegovo izvorno predstavljanje, nužno je u praksi razviti jednostavnije ekvivalentne sustave. Oni istodobno s dovoljnom točnošću oslikavaju događaje u stvarnom sustavu.

Motor SUI je vrlo složen sustav kojeg karakteriziraju različiti interdisciplinarni fenomeni. Pored osnovne konstrukcije SUI motora koju čine krivuljni mehanizam (klip, klipnjača, koljenasto vratilo), glava s razvodnim organima, blok motora, uljno korito itd., za njegov ispravan rad potrebno je mnogo dodatnih sustava i agregata. To je oprema motora (sustav za dobavu goriva, sustav za paljenje, sustav za podmazivanje, remenski prijenosnici, zamašnjak, zupčasti prijenosnici i sl.). Svi ovi sustavi utječu na oscilatorno stanje krivuljnog mehanizma SUI motora.

U sklopu istraživanja torziona-oscilatornih fenomena motora SUI pokazalo se više puta [4, 5, 7] da je tzv. linijski ekvivalentni sustav optimalno rješenje. On je jednostavan i daje vrlo prihvatljive rezultate proračuna, bliskih događanjima u stvarnom sistemu. Na slici 1. prikazan je ekvivalentni dinamički sustav linijskog, šesterocilindričnog, četverotaktnog, prehranjivanog, vodom hlađenog dizelskog motora namijenjenog teškim teretnim cestovnim vozilima. U tabeli 1. prikazane su vrijednosti osnovnih parametara razmatranog sustava.



Slika 1. Ekvivalentni dinamički sustav motora SUI

Slika 1. prikazuje ekvivalentni sustav koji se sastoji iz koncentriranih masa u obliku diskova s momentima inercije \mathcal{J} , međusobno povezanih elastičnim vratilima bez mase krutosti c , unutarnjim prigušenjem K_u i vanjskim prigušenjem K_s . Diskovi su mase stvarnog sistema: disk 1 - remenica i oprema motora koja se pokreće preko remena; disk 2 - prvi cilindar; disk 3 - drugi cilindar; disk 4 - treći cilindar; disk 5 - četvrti cilindar; disk 6 - peti cilindar; disk 7 - šesti cilindar; disk 8 - zamašnjak i oprema motora svedena na zamašnjak (zupčasti pogon uljne pumpe, razvodni mehanizam itd.).

Tabela 1. Karakteristične vrijednosti parametara ekvivalentnog dinamičkog sustava

| Disk | Moment inercije \mathcal{J} [kgm ²] | Krutost c [Nm/rad] | Vanjsko prigušenje K_s [Nms/rad] |
|------|---|----------------------|------------------------------------|
| 1 | 0,02767 | | 0 |
| | | $4,3236 \times 10^6$ | |
| 2 | 0,147 | | 12 |
| | | $2,8083 \times 10^6$ | |
| 3 | 0,08346 | | 12 |
| | | $2,8083 \times 10^6$ | |
| 4 | 0,147 | | 12 |
| | | $2,8083 \times 10^6$ | |
| 5 | 0,147 | | 12 |
| | | $2,8083 \times 10^6$ | |
| 6 | 0,08346 | | 12 |
| | | $2,8083 \times 10^6$ | |
| 7 | 0,147 | | 12 |
| | | $4,119 \times 10^6$ | |
| 8 | 1,8724 | | 0 |

Diferencijalne jednadžbe kretanja pojedinih diskova mogu se opisati kao za i -ti disk (Lagrange-ove jednadžbe druge vrste):

$$\begin{aligned} & \frac{d}{dt} \left[\frac{\partial \left[\frac{1}{2} \mathcal{J}_i(\alpha_i) \dot{\alpha}_i^2 \right]}{\partial \dot{\alpha}_i} \right] - \frac{\partial \left[\frac{1}{2} \mathcal{J}_i(\alpha_i) \dot{\alpha}_i^2 \right]}{\partial \alpha_i} + \\ & + \frac{\partial}{\partial \alpha_i} \left[\frac{1}{2} c_{i-1} (\alpha_i - \alpha_{i-1})^2 + \frac{1}{2} (\alpha_i - \alpha_{i+1})^2 \right] + \\ & + \frac{\partial}{\partial \alpha_i} \left[\frac{1}{2} K_{u,i-1} (\alpha_i - \alpha_{i-1})^2 + \frac{1}{2} K_{u,i} (\alpha_i - \alpha_{i+1})^2 + K_{s,i} \alpha_i^2 \right] = M_i^*(\alpha_i) \end{aligned} \quad (1)$$

Uvođenjem zamjene za kutno okretanje koljenastog vratila u obliku $\alpha_i = \omega_i t + \mathcal{G}_i$, uz pretpostavku da je $\omega_i = const.$ i razvojem funkcija $\mathcal{J}_i(\alpha_i)$, $\frac{d\mathcal{J}_i(\alpha_i)}{d(\alpha_i)}$, $\mathcal{M}_i(\alpha_i)$ u okolini točke $\omega_i t$ u Taylor-ov red, uz odbacivanje članova višeg reda i konstantnih veličina koje ne utječu na oscilatorno stanje sustava, jednadžba (1) se može pisati u obliku:

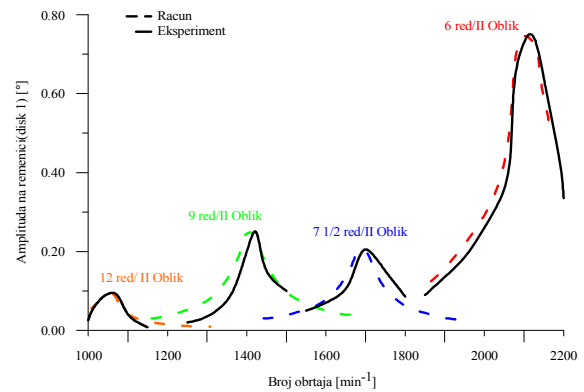
$$\begin{aligned} & \mathcal{J}_i \ddot{\mathcal{G}}_i + K_{s,i} \dot{\mathcal{G}}_i + K_{u,i-1} (\dot{\mathcal{G}}_i - \dot{\mathcal{G}}_{i-1}) + K_{u,i} (\dot{\mathcal{G}}_i - \dot{\mathcal{G}}_{i+1}) + \\ & + c_{i-1} (\mathcal{G}_i - \mathcal{G}_{i-1}) + c_i (\mathcal{G}_i - \mathcal{G}_{i+1}) = \mathcal{M}_i \end{aligned} \quad (2)$$

Pravilnom identifikacijom pojedinih parametara razmatranog sustava te određivanjem njihovih veličina [1, 2, 3, 4], moguće je riješiti sustav diferencijalnih jednadžbi tipa jednadžbe (2) koja opisuje njegovo kretanje. Matricni oblik glasi:

$$[\mathcal{J}] \ddot{\mathcal{G}} + [K_s] \dot{\mathcal{G}} + [K_u] \Delta \dot{\mathcal{G}} + [c] \Delta \mathcal{G} = \{\mathcal{M}\}, \quad (3)$$

gdje je \mathcal{G} kut uvijanja, $\dot{\mathcal{G}}$ i $\ddot{\mathcal{G}}$ odgovarajući izvodi kuta uvijanja, a $\Delta \dot{\mathcal{G}}$ razlika brzina uvijanja susjednih diskova, dok je \mathcal{M} moment pobude sustava.

Verifikacija pristupa svođenja stvarnog sustava na ekvivalentni sustav, identifikacije parametara sustava te potvrda primijenjenog matematičkog modela za predmetni motor, ispitivan na probnom stolu, obavljena je na temelju usporedbe amplituda osciliranja na remenici (disk 1) dobivenih računskim putem (slika 2.)



Slika 2. Amplitude osciliranja na remenici (disk 1) za srednje brzohodni prehranjivani dizelski motor

Sa slike 2. uočljiva su vrlo dobra slaganja između eksperimenta i proračuna, ali se u praksi kada je potrebna vrlo jednostavna i brza analiza, odnosno dijagnostika rada SUI motora, ovakav pristup ne može iskoristiti. Problem je u kompliciranim mjerenjima koja zahtijevaju posebnu mjernu opremu te prethodno ispitivanje isključivo na probnom stolu. Takav pristup je nužan i opravdan pri promatranju oscilatornih fenomena motora SUI u fazama njegove konstrukcije, kao i pri izboru dodatnih elemenata u obliku prigušivača torzionih

oscilacija, gdje je potrebno SUI motor ispitati po pravilima rada.

Za dijagnosticiranje rada motora dovoljno je promatranje, odnosno mjerenje kutne brzine jednog od diskova ekvivalentnog sustava. Korištenjem beskontaktnih metoda za mjerenje kutne brzine na bazi inkrementalnih davača, dobiva se informacija koja omogućava analiziranje stanja, odnosno utvrđivanje ispravnosti rada SUI motora. Poznavanjem promjene kutne brzine, tj. kutnog pomicanja promatranog diska ekvivalentnog sustava pri ispravnom radu, utvrđivanje neispravnosti u radu samo je stvar usporedbe „ispravnog“ s dobivenim signalom. Iako se na taj način dobiva potvrda o ispravnosti ili neispravnosti rada motora SUI, ne dobiva se informacija o tome što je uzrok neispravnog rada. Mogući uzroci neispravnosti rada motora mogu se podijeliti u dvije grupe:

- mehaničke greške na sustavu (napuknuća, mehanička oštećenja, nedostatak ulja za podmazivanje itd.),
- greške u termodinamičkom procesu (promjena kuta predubrizgavanja, nefunkcioniranje regulatora dobave goriva, izostanak zapaljenja goriva itd.).

Za poznavaoce osobina motora - promjena pobude (tlaka) u motoru, promjena krutosti pojedinih dijelova motora i promjena prigušenja u pojedinim dijelovima motora – one se mogu prepoznati na snimljenom dijagramu kutne brzine, odnosno kuta osciliranja koljenastog vratila motora. Spomenuti fenomeni mogu se identificirati i odgovarajućim softverima koji kao temelj koriste sustav jednadžbi (3).

Korištenjem prikladnog ekvivalentnog modela dinamičkog sustava, pravilnom identifikacijom i definiranjem parametara modela, te prikladnim rješavanjem jednadžbe kretanja (3), dobiva se vrlo efikasan alat za predviđanje ponašanja dinamičkih sustava.

Rezultati proračuna prikazani u ovom radu bazirani su na numeričkoj metodi središnjih razlika, a kao alat za programiranje korišten je softver MatLab.

U nastavku rada prikazani su primjeri proračuna dinamičkog sustava koji se odnose na najčešće susretane uzroke neispravnosti rada motora SUI.

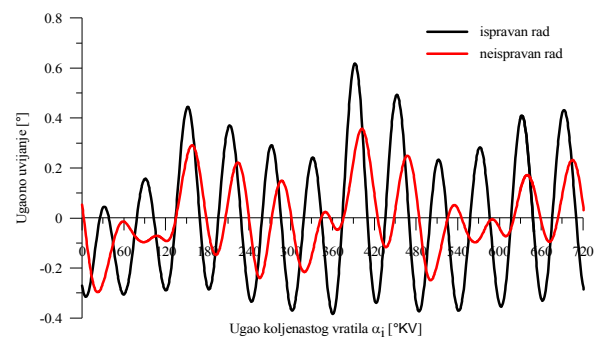
3. SIMULACIJA UZROKA NEISPRAVNOSTI RADA MOTORA SUI

Današnji razvoj motora SUI nezamisliv je bez primjerenih simulacijskih modela koji ga ubrzavaju, uz istodobno smanjenje troškova. Nerijetko se susreću sustavi koji posjeduju funkciju samodijagnosticiranja, gdje sustav prepoznaje neispravnosti u radu koje tada i korigira. U specijalnim slučajevima to može biti prekid rada sustava da ne nastanu veća oštećenja.

U sklopu ovog rada analizirani su ekstremni slučajevi pri radu motora SUI, a koji se mogu pojaviti u praksi.

3.1. Napuknuća koljenastog vratila

Napuknuća koljenastog vratila motora SUI su najčešće uzrokovana torzionim oscilacijama i čine jedan od kvarova koji se ne može direktno identificirati. Matematički gledano, napuknuća koljenastog vratila mogu se opisati promjenom, tj. smanjenjem krutosti određenog elementa sustava, odnosno odsječka vratila u ekvivalentnom dinamičkom sustavu. Na slici 3. prikazani su rezultati proračuna u slučaju napuknuća koljenastog vratila, kao i njihova usporedba s ispravnim SUI motorom. Korišten je broj okretaja motora 2100 min^{-1} , koji je rezonantni broj okretaja.

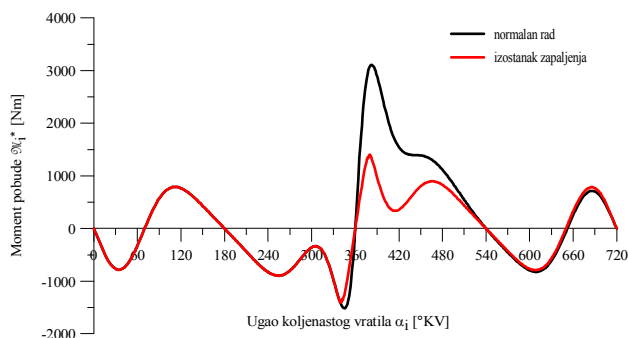


Slika 3. Kutno uvijanje oko ravnotežnog ugla okretaja na mjestu remenice (disk 1) razmatranog SUI motora s mikropukotinama na koljenastom vratilu pri 2100 min^{-1}

Iz krivulje kutnog pomicanja kod ispravnog motora jednoznačno se može utvrditi vrsta i broj cilindara. U vremenu od 360°KV izraženo je šest polaznih točaka što pokazuje da je riječ o četverotaktnom, šesterocilindričnom SUI motoru. Odstupanja krivulje kutnog pomicanja u slučaju napuknuća koljenastog vratila u odnosu na izvornu krivulju, vidi se da je posrijedi neko oštećenje na sustavu koje je izazvalo smanjenje krutosti. Time se smanjila karakteristična frekvencija osciliranja oko ravnoteže, a došlo je i do smanjenja amplituda kutova uvijanja, što upućuje na pomicanje položaja rezonantnog režima rada motora.

3.2. Izostanak zapaljenja u cilindrima

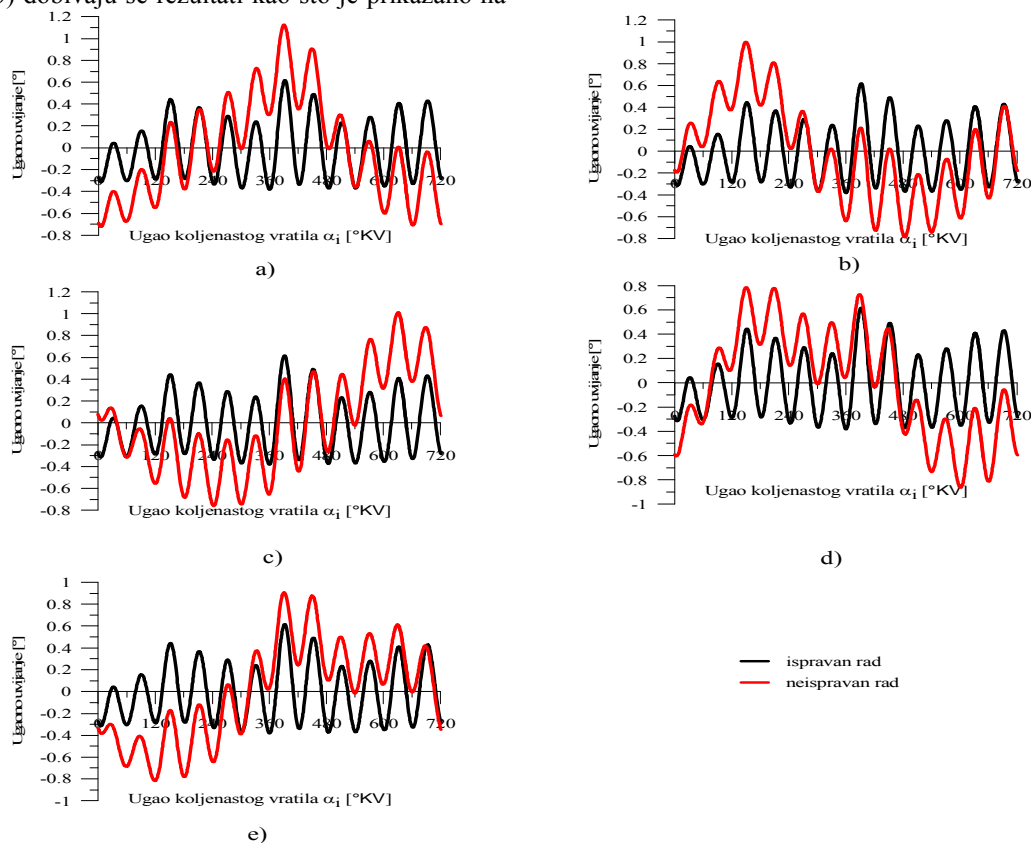
Izostankom zapaljenja u cilindru, indicirani tlak u motoru će se svesti isključivo na tlak čiste kompresije jer neće doći do oslobađanja vezane kemijske energije goriva putem sagorijevanja. To znači da će i dio okretajnog momenta $\mathcal{M}_i^*(\alpha_i)$, dobivenog na temelju tog tlaka, imati drukčije vrijednosti. Na slici 4. uspoređen je pobudni moment u cilindru motora SUI u slučaju izostanka paljenja s odgovarajućim momentom pri normalnom radu motora.



Slika 4. Pobudni moment SUI motora od jednog cilindra pri normalnom radu i pri izostanku paljenja pri 2100 min^{-1}

Kao što se vidi sa slike 4., razlika je u periodu sagorijevanja i ekspanzije u datom cilindru, dok je intenzitet krivulje u vremenu obavljanja preostalih taktova gotovo jednak normalnom radu motora.

Uvođenjem trenutka pobude $\mathcal{M}_i^*(\alpha_i)$ u jednadžbu kretanja (3) dobivaju se rezultati kao što je prikazano na



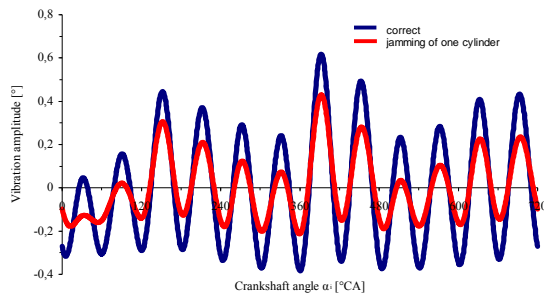
Slika 5. Kutna pomicanja remenice (disk 1) razmatranog motora SUI u slučaju izostanka paljenja u a) prvom, b) drugom, c) trećem, d) prvom i drugom, e) prvom i trećem cilindru pri 2100 min^{-1}

3.3 Slučaj zaribavanja cilindra

Zaribavanje cilindara uvjetovano je trenjem polumokrih ili suhih dodirnih površina između cilindarske košuljice i klipa. Slučaj „zaribavanja“ jednog sklopa (klip–cilindar) manifestira se velikim povećanjem otpora kretanja klipa i povećanjem otpora uslijed osciliranja. Primjer

slici 5. Na slici 5. a), b) i c) dati su rezultati kutnog uvijanja u slučaju isključivanja po jednog cilindra (različiti cilindri). Na slici 5. d) i e) isključena su po dva cilindra istodobno pri broju okretaja $n = 2100 \text{ min}^{-1}$ (rezonantni režim) te su uspoređeni s kutovima uvijanja kod ispravnog rada motora.

zaribavanja na jednom cilindru motora vidi se na slici 6. Rezultati na slici 6. pokazuju da je osciliranje (kutno pomicanje) nepromijenjeno, samo su smanjene apsolutne vrijednosti amplituda uvijanja. To je posljedica povećanja otpora osciliranju zbog zaribavanja nekog od cilindara.



Slika 6. Usporedni dijagram kuta uvijanja remenice (disk 1) razmatranog SUI motora kod ispravnog rada i sa zaribavanjem jednog cilindra

Prikazani primjeri simuliranja torzionog osciliranja koljenastog vratila motora kod njegove neispravnosti baza su podataka koja služi za identifikaciju potencijalnih grešaka na motoru.

4. ZAKLJUČAK

Mjerenje trenutačne kutne brzine i položaja koljenastog vratila motora SUI beskontaktnim metodama, korištenjem inkrementalnih davača, pruža jeftinu i snažnu alternativu za otkrivanje nepravilnosti u njegovom radu. Ako se uzme u obzir da se kod modernih SUI motora otvaraju i mogućnosti njihove serijske ugradnje, važnost analize signala trenutačne kutne brzine i položaja koljenastog vratila postaje još izraženiji.

U članku je prikazana mogućnost simuliranja pojedinih anomalija u radu motora SUI na temelju ekvivalentnog torziona-oscilatornog sustava, te model za rješavanje jednadžbi kretanja takvog sustava. Dobiveni rezultati ukazuju na veliki potencijal takve metode dijagnosticiranja rada motora SUI. Ona može, uz odgovarajuću bazu podataka analiziranih pojedinačnih slučajeva, dati iskaz o uzrocima eventualnih neispravnosti u radu.

Iz prikazanih rezultata proračuna, krivulje kutnog uvijanja su glatke krivulje dobivene matematičkim putem. Prilikom njihovog korištenja treba uzeti u obzir način obrade izvornog signala davača. Zbog smetnji u signalu čiji uzroci mogu biti kvaliteta davača, prijenosnih veza, mjernog lanca i sl., prilikom njegove obrade treba imati na umu da je motor SUI kružni stroj koji vezanu

kemijsku energiju goriva putem procesa sagorijevanja pretvara u mehanički rad. Sama stohastičnost procesa sagorijevanja izaziva odstupanja između izmjerenih vrijednosti po pojedinim ciklusima. Prije usporedbe sa simuliranim karakteristikama, potrebno je promatrati više mjerenih uzastopnih ciklusa te zatim napraviti selekciju po frekvencijama koje su mogući nositelji smetnji.

5. LITERATURA

- [1] Doleček V., Filipović I., Bibić Dž., "Istraživanje karakteristika unutrašnjeg trenja viskoelastičnih elemenata u torziono – oscilatornom sistemu", 04-39-3840-1/04, Mašinski fakultet Univerziteta u Sarajevu, 2005
- [2] Doleček V., Filipović I., Bibić Dž., Petrović M.: "Possibilities of Indirect Control of Combustion Process Parameters at IC Engines", *Proceedings of the International Congress Motor Vehicles and Motors*, 2006, Krajevac, Serbia, 71
- [3] Doleček V., Petrović M.: "Combustion Analysis and Diagnostics of Diesel Engine by Monitoring of Instantaneous Angular Velocity", *Sbornik vědeckých prací Vysoké školy báňské*, Technical University Ostrava, Vol. 1, 2008, pp 98-103
- [4] Hafner E. K., Mass H., „*Theorie der Triebwerksschwingungen der Verbrennungskraftmaschine*“, Springer-Verlag Wien - New York A, 1984
- [5] Hafner K. E., Mass H., „*Torsionsschwingungen in der Verbrennungskraftmaschine*“, Springer-Verlag Wien - New York A, 1985
- [6] Moskwa J. J., Bucheger D. J., "A New Methodology for Use in Engine Diagnostics and Control, Utilizing „Synthetic“ Engine Variables: Theoretical and Experimental Results“, *Journal of Dynamic Systems, Measurement and Control*, vol. 123, september 2001, pp 528-534
- [7] Taraza D., „Estimation of the Mean Indicated Pressure from Measurements of the Crankshaft Angular Speed Variation“, *SAE paper 932413 USA*, 1993

Kontakt:

Marin Petrović
Mašinski fakultet Sarajevo
Vilsonovo šetalište 9, 71000 Sarajevo
petrovic@mef.unsa.ba

UTJECAJ POKRETA I BOJE NA UOČLJIVOST TEKSTA

Ivančić S.¹, Valdec D.¹

¹Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, Hrvatska

Sažetak: Otkako postoji tipografija, boja je imala veliku važnost. Kada se nešto htjelo naglasiti označilo se bojom koja je bila drukčija od teksta. Danas se sve više primjenjuje pokretna tipografija koja se koristi u reklamama, na mobitelima, uvodnim špicama i sl.

Već je dosta ispitano područje koje govori o boji kao čimbeniku koji utječe na upečatljivost teksta. Ovaj rad prikazuje kako na riječi utječu boja i pokret, a temeljen je na rezultatima ankete provedene među studentima. Ispitanici su trebali reći zapamte li lakše riječi u pokretu ispisane crnom bojom ili statične riječi napisane različitim bojama.

Zahvaljujući anketi dobivena je slika utjecaja boje i pokreta na upečatljivost teksta.

Ključne riječi: tipografija, pokret, boja, tekst, riječi

Abstract: Since the beginnings of typography, color has had great influence on it. Whenever you want to emphasize something, it has to be marked with a color which stands out from the entire text. Nowadays, motion typography has been more and more used in commercials, on cell phones, opening credits, etc.

The area that presents color as a factor that affects the distinctiveness of a text has already been tested quite a lot. However, this paper explores how color and motion affect the words. Do the respondents more easily remember words that are in motion but are black or static words that are written in different colors?

The paper is based on the research results got by a survey conducted among the students. Thanks to the survey we can get the real picture of influence the color and motion have on the distinctiveness of the text.

Key words: Typography, Motion, Color, Text, Words

1. UVOD

Tipografija je vrlo važan element svagdanjeg života. Pojavljuje se u raznim medijima kao što su ambalaža, plakati, grafiti, promotivni materijali, filmovi, monitori, mobilni telefoni, reklame ... Ona je ključni element u vizualnoj komunikaciji i velik dio individualnosti svakog branda proizlazi iz njegove tipografije [5].

Tipografija se danas definira kao znanost o slovima, kao umjetnost i vještina baratanja slovima.

Bavi se izborom i organizacijom oblika slova te svim pitanjima koja utječu na izgled neke riječi ili teksta. Osim vrste i veličine fonta, na izgled tipografije utječu

još i razmak između slova i riječi, prored, dužina redova, veličina margina, korištenje boje i drugo. Prilikom tiska nekog teksta treba pripaziti na vrstu tiskarske boje, na izbor papira i način otiskivanja.

2. TEORETSKI DIO

Izbor fonta je prvi i najvažniji korak u izradi određenog projekta. Svaki dobar dizajner će s pažljivo odabranom tipografijom od nekog prosječnog rada napraviti umjetničko djelo.

Prije današnjeg digitalnog doba, tipografija je bila posebna djelatnost i posebna vrsta zanimanja kojom su se služili tipografi, slovoslageri, kaligrafi, grafičari. Razvoj tipografije krenuo je s razvojem tiskarstva.

Tako je danas tipografija svagdanja pojava i njome se s lakoćom koriste svi kompjuterski obrazovani ljudi. Ono što nije toliko zastupljeno je pokretna tipografija.

2.1. Pokretna tipografija

Pokretna tipografija je naziv za tekst koji se kreće u nekom sklopu, u određenom vremenu i na određeni način.

Budući da nekada računala nisu bila na raspolaganju svima, pokretna tipografija se rijetko pojavljivala, najčešće kao uvodna špica za filmove, ali većinom za one visoko budžetne.

U posljednjih nekoliko godina pokretna tipografija i pokretna grafika doživjele su veliki pomak u razvoju. Ako se prati televizijski program, u jednom satu je prosječno dvanaest minuta iskorišteno na pokretnu tipografiju i pokretnu grafiku, s time da se koriste sve usavršeniji i sofisticiraniji efekti.

Pojavom programa kao što su Adobe After Effects, Adobe Flash i ostalih, pokretna tipografija je sve dostupnija.

Neki primjeri tipografije u pokretu koji se svakodnevno koriste su titlovi za film, uvodne špice za emisije i filmove, reklame za različite proizvode, teme za mobitele.

Prednost pokretne tipografije je ta što osim boje, oblika i veličine teksta može koristiti i kretnju koja na gledaoca ostavlja najjači dojam.

Tako npr. riječ „valovi“ može biti napisana plavim fontom i može biti statična, a u slučaju pokretne tipografije dovoljno je napisati istu riječ crnom bojom i napraviti takav efekt da se riječ lagano giba po površini.

Dojam na gledaoca bi u oba slučaja bio snažan, u prvom slučaju zbog boje, a u drugom zbog pokreta.

Kod primjene tipografije postoji razlika između one koja se koristi za tekst i tipografije kao elementa nekog grafičkog dizajna. Kod tekstualne tipografije puno pozornosti se pridaje čitljivosti. Naprotiv, kod korištenja tipografije kao jednog od elemenata grafičkog dizajna, pozornost se usmjerava na boju i veličinu slova pa takva tipografija na neki način dočarava raspoloženje. Isto tako veliku važnost ima i vrsta fonta, npr. tehnički fontovi se koriste za dočaravanje ozbiljnosti i snažnog karaktera. Uz odabranu vrstu fonta, veličinu slova i određeni efekt, veliku važnost ima i boja.

2.2. Boja

Boja je jedan od najupečatljivijih dizajnerskih elemenata po kojem najlakše zapamtimo logotip, plakat, ili neki brand. Boja se već godinama proučava s motrišta fizike, psihologije, umjetnosti i grafičkog dizajna. Tako boja nekog objekta ne ovisi isključivo o samom objektu nego i o izvoru svjetlosti, boji okoline i čovjekovu sustavu vida [6]. Neki objekti odbijaju svjetlost, a neki je propuštaju. Doživljaj boje povezan je s pojmom svjetlosti. Mnoga istraživanja su provedena u području značenja pojedine boje i utjecaju te boje na potrošača. Poznato je da tople boje prividno približuju objekte, a hladne ih udaljuju. Jedan od najvećih svjetskih kolorista Henry Matisse još je 1909. godine na svojoj slici Harmonija u crvenom (Crvena soba) toplo-hladnim kontrastom dočarao blizinu prostora tako što u prednjem dijelu slike prevladava crvena boja.

Svaka boja ima značenje, pa se isto tako obraća pozornost na boju teksta. Većinom se tekst piše crnom bojom koja je izrazito snažna boja, ima autoritet i ostavlja dojam profinjenosti i ozbiljnosti. Također je ekološki najprihvatljivija jer monitor troši najmanje energije kod prikazivanja iste boje [7]. No jasno je da se bolje pamte riječi u boji nego u crno bijelim tonovima. Ono što nije toliko jasno je crno bijeli tekst, ali u pokretu. Je li upečatljiviji takav tekst ili tekst u boji?

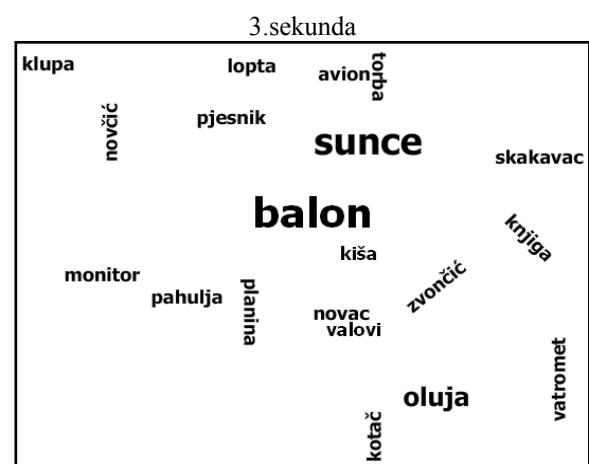
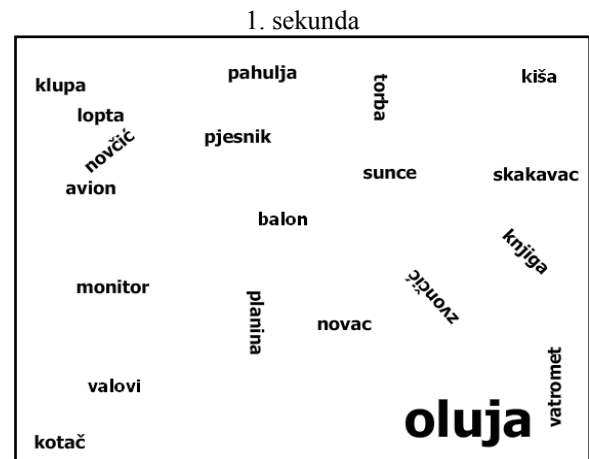
3. Eksperimentalni dio

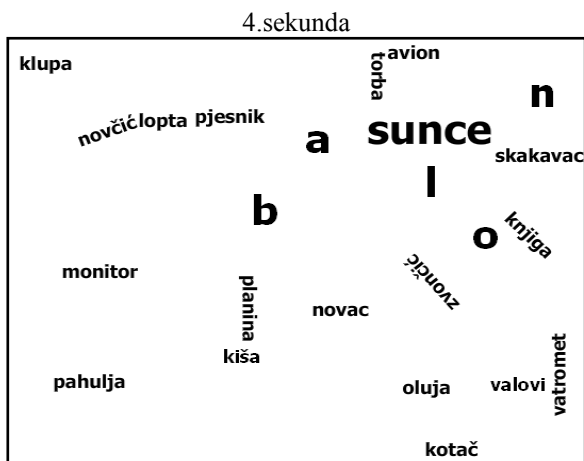
Kako je pokretna tipografija nedovoljno istraženo područje, a sve se više koristi u svakodnevici, u ovom radu ispitano je u kojoj mjeri ona utječe na tekst koji treba upamtiti. Ideja je bila usporediti pokretnu tipografiju i tipografiju u boji kao najefikasnije parametre koji utječu na čitljivost i upečatljivost tipografije. Krenulo se od pretpostavke da je pokretna tipografija upečatljivija i dulje ostaje u sjećanju jer je boja oduvijek bila sredstvo naglašavanja nečega.

Upravo zbog toga su uspoređena ta dva parametra: boja i pokret.

U Adobe Flashu izrađene su dvije scene po 20 različitih riječi koje se sastoje od 5 do 10 slova i traju svega 4 sekunde. Istraživanje se provelo na 70 studenata. Nakon što su četiri sekunde promatrali pojedinu scenu, na papir su zapisali riječi koje su upamtili. U prvoj sceni crnom bojom prikazano je 10 statičnih i 10 dinamičnih riječi tako da je na svakoj dinamičnoj riječi bio upotrijebljen

različiti efekt tipa rotacija, spuštanje, njihanje, zumiranje, raspršivanje i sl. Kako je scena u pokretu, a pokret se ne može prikazati na papiru, u ovom radu se svaka sekunda scene prikazivala na posebnoj slici pa se tako moglo zaključiti kakav efekt je korišten na kojoj riječi. Tako se može primijetiti da se npr. riječ „oluja“ smanjuje od prve prema zadnjoj sekundi scene. Riječ „novčić“ okreće za određeni broj stupnjeva u svakoj sekundi, riječ „pahulja“ se spušta, riječ „balon“ raste do raspršenja itd. Upravo zbog tog razloga neke riječi s prve scene su okomite, neke ukošene, a samo 10 njih je stalno u vodoravnom položaju. Tih deset riječi je statično i zato su na svakoj od četiri slike prikazane na istom mjestu i položaju.





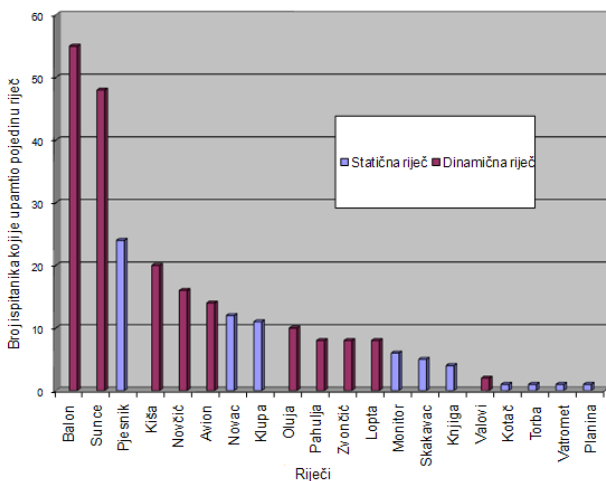
Slika 1. Izgled dinamične scene koja se izmjenjivala u svakoj sekundi

Druga scena ispunjena je s 10 riječi obojenih u crno i 10 riječi od kojih je na svakoj pojedinoj primijenjena različita boja. Sve te riječi su statične kroz cjelokupno trajanje scene. Razlikuju se jedino po boji teksta i položaju unutar scene.

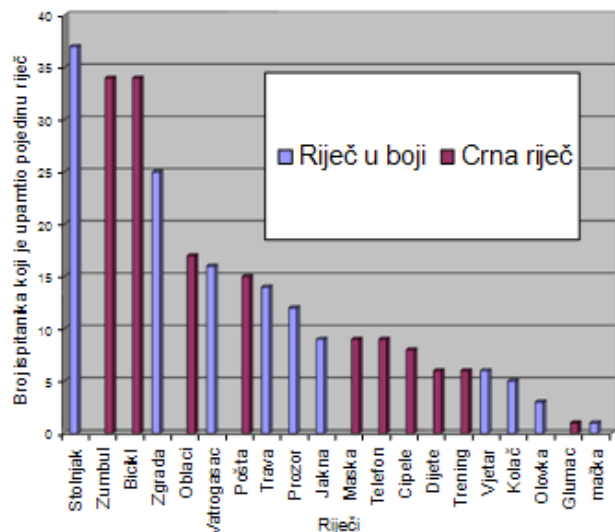


Slika 2. Izgled statične scene koja traje četiri sekunde.

4. Rezultati ankete



Grafikon 1. Rezultati ispitivanja scene s pokretnom tipografijom



Grafikon 2. Rezultati ispitivanja scene s tipografijom u boji

5. ANALIZA REZULTATA I ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Na temelju dobivenih rezultata može se zaključiti da je pokretna tipografija upečatljivija od tipografije u boji. U oba slučaja, sveukupno je zapamćen podjednak broj riječi (255 riječi kod prve scene i 254 riječi kod druge scene). Razlika je u tome što je kod prve scene 189 zapisanih riječi bilo u pokretu, a 66 ih je bilo statičnih. Čak 3/4 zapamćenih riječi imalo je primijenjen efekt, pa rezultati govore kako dinamične riječi više privlače pozornost od statičnih premda su napisane istom bojom. Kod analize rezultata druge scene koja je imala deset riječi u boji i deset crnih, rezultati su podjednaki. Premda je najviše ispitanika zapisalo riječ koja je obojena u plavo, rezultat pokazuje da je 128 zapamćenih riječi bilo u boji, a 126 zapamćenih je bilo crnih. Podjednak postotak pokazuje da riječi u boji ipak u ovom slučaju nisu upečatljivije od riječi napisanih crnom bojom.

Velika prednost pokretne tipografije u odnosu na statičnu, što se i vidi iz dobivenih rezultata ankete, je ta što osim boje, veličine teksta i različitih stilova može koristiti i pokret koji na svoj jedinstven način privlači pozornost gledaoca. U skladu s time, za riječi koje se žele posebno naglasiti potrebno je što više koristiti pokret. Istraživanjem ove pokretne tipografije ostvarila se pretpostavka da je tekst u pokretu upečatljiviji od statičnog. Premda stoji mišljenje da se tekst u boji više pamti nego crno-bijeli, on nije toliko upečatljiv kao dinamični crno-bijeli tekst. Upravo se zbog toga pokretna tipografija sve više koristi za televizijske reklame i uvodne špice za različite emisije i filmove. Pokret i dinamika su dugo bili u povojuima što se razvoja tiče, ali zahvaljujući programima koji se specijaliziraju posebno za ovo područje, napredak je sve veći i brži. Sve se više pozornosti pridaje boji kao i efektu koji će se primijeniti na neku riječ.

6. LITERATURA

Knjige

- [1] Craig, J: "Basic Typography: A Design Manual", Watson-Guptil, New York, 1990.
- [2] Jury, D: "What is typography?", RotoVision, Switzerland, 2006.
- [3] Tracy, W: "Letters of Credit: A View of Type Design", David R. Godine, Boston 2003.
- [4] Wheildon, C: Type&Layout: How Typography and Design Can Get Your Message Across-or Get in The Way, Strathmoor Press, Berkeley, 1995.

Internet stranice

- [5] <http://www.pictoris.hr/blog/graficki-dizajn-i-dozivljaj-branda>
- [6] http://lab405.fesb.hr/igraf/Frames/fP5_1.htm
- [7] <http://www.webasticno.com/dizajn/utjecaj-boja-na-korisnike/>

KALIBRACIJA I KARAKTERIZACIJA REPRODUKCIJSKOG PROCESA TISKA NA TEMELJU ISO SPECIFIKACIJA

Valdec D.¹, Ivančić S.¹, Vusić D.¹

¹Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, Hrvatska

Sažetak: Na kvalitetu otiska u suvremenoj grafičkoj tehnologiji utječe velik broj čimbenika. Stoga ih je potrebno kontrolirati na temelju standardnih vrijednosti kako bismo dobili predvidljiv i ponovljiv rezultat. Da bi se mogli ostvariti ujednačeni otisci visoke kvalitete, u reproduksijski proces je potrebno ukomponirati upravljanje bojama (eng. color management) s dobrom kalibracijom i izrađenim ICC profilima tiskarskih strojeva. U ovom radu analiziran je reproduksijski proces na osnovi ISO specifikacija.

Gljučne riječi: karakterizacija, kalibracija, ISO specifikacije, kolorimetrija

Abstract: A great number of factors influence the quality of print in modern graphic technology. Thus it is important to control them on the basis of standard values in order to get a predictable and easily repeated outcome. For the realization of standardized prints of high quality, it is necessary to implement "color management" in the reproduction process together with quality calibration and ICC profiles of printing machines. This paper will present complete analysis of reproduction process based on ISO specifications.

Key words: characterization, calibration, ISO specifications, colorimetry

1. UVOD

Cilj svakog procesa tiska je što kvalitetnija reprodukcija originala te minimalna devijacija boje tijekom procesa. Standardizacija tiskarskih procesa u ofset tisku definirana je međunarodnim standardom ISO 12647-2 : 1998.

Da se informacija o boji točno transferira iz jednoga medija u drugi i da su performanse medija pri tome stabilne, provode se dva postupka standardizacije. To su kalibracija i karakterizacija, a razlikovne definicije između ovih pojmova dao je 1996. Johnson:

Kalibracija je podešavanje (ugađanje) medija, uređaja ili procesa tako da on daje ponovljive vrijednosti. Kako bi se ostvarila visoka vjernost u procesu reprodukcije boja, prvi korak je osigurati da medij može konzistentno reproducirati istovjetne boje iz istovjetnih ulaznih podataka (informacija o boji).

Karakterizacija definira odnose između prostora boja medija, uređaja ili procesa i uniformiranih prostora boja CIE sustava na kojima se temelji kolorimetrija (CIE XYZ ili CIE L*a*b*).

2. ISO SPECIFIKACIJE ZA OFSET TISAK

Kada je riječ o upravljanju bojama, uvijek se postavlja pitanje vezano uz korekciju CIE L*a*b* vrijednosti za procesne boje. Te vrijednosti su definirane i opisane u internacionalnom standardu ISO 2864 i ISO 12647-2.

ISO 12647-2 (ofset tisk na arke i revijalni rotacijski ofset tisk) definira parametre i metode ispitivanja, potrebne uvjete za izradu probnog otiska te proizvodnju. Ovi standardi ne sadrže samo ciljne kolorimetrijske vrijednosti za pet razreda klasifikacije papira već i specifikacije vezane uz rad s bojama, prirast rastertonskih vrijednosti, pravilo rastriranja i ostale parametre.

Standardi proizvodnje klasificiraju papire za tisk u pet razreda i specificiraju CIELAB vrijednosti boja za proizvodna bojila prikazano u tabeli 1.

Tabela 1. CIELAB vrijednosti za pet kategorija papira mjereni na bijeloj podlozi [5]

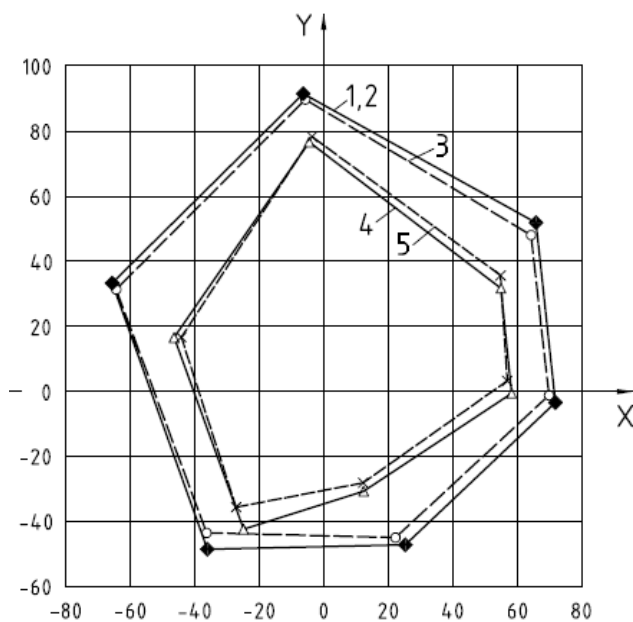
| Paper grade | L* | a* | b* | Gloss | Grammage g/m ² |
|----------------------------|----|----|----|-------|---------------------------|
| 1. glossy coated wood-free | 95 | 0 | -2 | 65 | 115 |
| 2. matt coated wood-free | 94 | 0 | -2 | 38 | 115 |
| 3. glossy LWC | 92 | 0 | 5 | 55 | 65 |
| 4. uncoated white | 95 | 0 | -2 | 6 | 115 |
| 5. uncoated yellowish | 90 | 0 | 9 | 6 | 115 |
| Tolerance | ±3 | ±2 | ±2 | ±5 | |

¹ Specified values per ISO/CD 12 647 - 2.2: D50, 2°, 0/45 or 45/0

Tabela 2. CIELAB vrijednosti primarnih i sekundarnih boja mjenjenih na punim poljima za pet kategorija papira mjenjenih na bijeloj podlozi [5]

| Paper grade | 1+2 | | | 3 | | | 4 | | | 5 | | |
|---------------------------|-----|-----|-----|----|-----|-----|----|-----|-----|----|-----|-----|
| | L* | a* | b* | L* | a* | b* | L* | a* | b* | L* | a* | b* |
| on white substrate | | | | | | | | | | | | |
| Black | 16 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 | 31 | 1 | 1 | 31 | 1 | 3 |
| Cyan | 55 | -37 | -50 | 58 | -38 | -44 | 60 | -26 | -44 | 60 | -28 | -36 |
| Magenta | 48 | 74 | -3 | 49 | 75 | 0 | 56 | 61 | -1 | 54 | 60 | 4 |
| Yellow | 91 | -5 | 93 | 89 | -4 | 94 | 89 | -4 | 78 | 89 | -3 | 81 |
| Red (M+Y) | 49 | 69 | 52 | 49 | 70 | 51 | 54 | 58 | 32 | 53 | 58 | 37 |
| Green (C+Y) | 50 | -68 | 33 | 51 | -67 | 33 | 53 | -47 | 17 | 50 | -46 | 17 |
| Blue (C+M) | 20 | 25 | -49 | 22 | 23 | -47 | 37 | 13 | -33 | 34 | 12 | -29 |

¹ Specified values per ISO/CD 12 647 - 2.2: D50, 2°, 0/45 or 45/0



Slika 1. Gamut boja za 5 različitih kategorija papira prikazan u CIELAB kolornom prostoru [5]

Tabela 3. CIELAB ΔE tolerancije primarnih boja na punim poljima [5]

| | Black | Cyan | Magenta | Yellow |
|-------------|-------|------|---------|--------|
| Variation | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Fluctuation | 4 | 4 | 4 | 5 |

Tabela 4. Prirast rasterskog elementa za 5 kategorija papira mjereno na poljima od 40% i 80% RTV-a [5]

| Screen | Paper grade 1 | | | | Paper grade 2 | | | | Paper grade 3 | | | | Paper grade 4 | | | | Paper grade 5 | | | |
|--------|---------------|----|----|----|---------------|----|----|----|---------------|----|----|----|---------------|----|----|----|---------------|----|----|----|
| | K | C | M | Y | K | C | M | Y | K | C | M | Y | K | C | M | Y | K | C | M | Y |
| 40% | 16 | 13 | 13 | 13 | 16 | 13 | 13 | 13 | 19 | 16 | 16 | 16 | 22 | 19 | 19 | 19 | 22 | 19 | 19 | 19 |
| 80% | 13 | 11 | 11 | 11 | 13 | 11 | 11 | 11 | 13 | 11 | 11 | 11 | 14 | 12 | 12 | 12 | 14 | 12 | 12 | 12 |

3. EKSPERIMENTALNO

3.1. Metodologija

Tiskovne forme za kalibraciju i karakterizaciju izrađene su na CtP uređaju Creo Trendsetter 3244VF Spectrum, amplitudno moduliranim rasterom finoće 60 lin/cm. Za proces otiskivanja je korišten šesterobojni tiskarski stroj Roland 706 formata B1, a kao tiskovna podloga papir za umjetnički tisak (1. kategorija papira prema ISO 2864). Nakon izrade otisaka na stroju, na papiru za umjetnički tisak, radi se kalibracija u skladu s procedurom opisanom u točki 3.2.

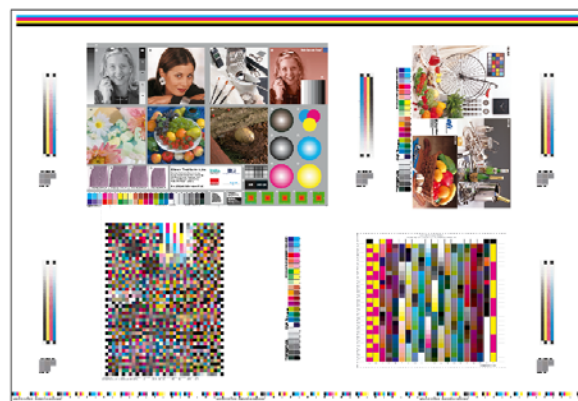
Denzitometrijske vrijednosti na dobivenim otiscima mjerene su X- Rite 508 denzitometrom, a kolorimetrijske vrijednosti boja pomoću spektrometra GretagMachbeth Eye-One. Kao rezultat mjerenja uzeta je srednja vrijednost triju mjerenja svakog pojedinog polja za svaku osnovnu boju tiska. Mjerenja se odvijaju pod ISO 13655 uvjetima: 0/45, D50, 2°, CIELAB.

Proračunava se kolorimetrijska razlika (ΔE^*) na temelju izmjerenih vrijednosti na otisku i ciljanih CIELAB vrijednosti (tabela 1., 2., i 4.).

Prema ISO 12647-2 definirane su dopuštene tolerancije ΔE u odnosu na ciljane vrijednosti za:

- srednju vrijednost (eng. average) 4
- maksimalnu vrijednost 10
- papir 3
- cyan, magentu, žutu, crnu 5

Testna forma sastoji se od nekoliko obaveznih kontrolnih elemenata koji služe za vizualno vrednovanje otiska te za mjerenje određenih karakteristika boja na otisku. [1]



Slika 2. Izgled testne forme za tisak [9]

3.2. Kalibracija tiskarskog stroja

Kalibracija tiskarskog stroja ovisi o mnogo faktora koji se moraju uzeti u obzir, počevši od nabavljenih bojila u skladu sa standardom ISO 2846-1, zatim vrstom tiskovne podloge te uvjetima tiska.

Tiskovnu podlogu na kojoj tiskamo moramo na temelju njenih svojstava svrstati u neku od 5 kategorija kako bismo rezultate mjerenja usporedili s adekvatnim vrijednostima.

Kalibracija se sastoji od 5 osnovnih faza rada:

1. Izrada lineariziranih tiskovnih formi

Prvi korak je priprema testne forme koja sadrži kontrolne stripove za kontrolu parametara boje pomoću spektrometrijskih i denzitometrijskih mjernih metoda. Potrebno je kalibrirati proces za izradu tiskovnih formi, što se određuje mjerenjem tiskovnih formi te definiranjem krivulje osvjetljavanja (eng. expose curve). Na taj način se izrađuju linearizirane tiskovne forme.

2. Tisak testne forme

Tisak počinje malim nanosom bojila CMYK boja i kontinuirano se povećava sve do prekomjernog nanosa. Kada se obojenje na otisku na stroju dovedu u okvire ISO specifikacije, treba odabrati nekoliko najboljih otisaka i na njima vidjeti što se događa s prijenosom rastertonskih vrijednosti na podlogu.

3. Mjerenje otisnutog arka papira

Prvo se provjerava promjena gustoća obojenja po cijeloj širini arka. Razlika između najmanje i najveće vrijednosti gustoće obojenja ne smije prelaziti 10%, a ako prelazi tada treba podesiti valjke za razribavanje bojila.

CIELAB vrijednosti boja (ISO 13655 uvjeti mjerenja: 0/45, D50, 2°, CIELAB) i odgovarajuće vrijednosti gustoće obojenja punih polja mjere se u mokrom stanju. Zatim se pohranjuju kao vrijednosti za mokri arak, a ti će se podaci koristiti kao ciljane vrijednosti za sljedeće korake.

Pojedinačni arci iz serije tiska se vrednuju najranije nakon 20 sati zato što se standardne CIELAB vrijednosti odnose na osušeni arak i to na temelju srednje vrijednosti tri mjerenja.

Utvrđuje se povećanje rastertonskih vrijednosti na otisku (eng. Dot gain ili Tone Value Increase-TVI) i postavlja se kao osnova za bilo kakve promjene ili podešavanja LUT krivulja (eng. Look Up Table) na RIP-u za CMYK boje.

4. Izrada korigiranih tiskovnih formi i ponovni tisak

Nakon korekcije, LUT krivulja na RIP-u tiskovne forme se ponovno osvjetljavaju i tada se tiska novim gustoćama obojenja punog polja.

5. Verifikacija

U ovoj fazi rada mora se provjeriti jesu li promjene ili podešavanja RIP LUT krivulja dale rezultat na otisku. Postignute vrijednosti u tisku moraju odgovarati denzitometrijskim specifikacijama punog tona te specifikacijama vezanim za prirast rasterskog elementa prema kategorizaciji prirasta ovisno o vrsti tiskovne podloge.

Pojedinačni parametri (CIELAB vrijednosti, gustoća obojenja, povećanje tonske vrijednosti) ponovno se sprema kao parametri tiska i postave kao ciljane vrijednosti.

Sva podešavanja moraju se ponoviti za svaki tip papira i pojedinačno postaviti jer kolorimetrijske vrijednosti i povećanje tonske vrijednosti ovisi o materijalu na kojem se tiska.

4. REZULTATI I RASPRAVA

Pojedinačni arci iz serije tiska se vrednuju najranije nakon 20 sati kada se arak osuši. Pomoću uređaja za mjerenje, na određenim poljima mjernih klinova mjere se karakteristike boja koje su relevantne za kontrolu kvalitete u tisku.

Obavezni elementi mjerne evaluacije otiska su CIELAB vrijednosti i na njima se bazira kalibracija reprodukcijskog procesa, dok ostale karakteristike boja pripadaju informativnima.

4. 1. CIELAB vrijednosti boja

Na temelju izmjerenih CIELAB vrijednosti za papir, CMYK i RGB boje i ciljanih vrijednosti definiranih prema ISO standardu, proračunava se kolorimetrijska razlika. Te se vrijednosti uspoređuju s dopuštenim tolerancijama. Ako su odstupanja veća od dopuštene

tolerancije, tada se izrađuju korigirane tiskovne forme na osnovi korekcije LUT krivulja te se ponovno tiska njima i ponavlja se izrada kalibracije.

Tabela 6. Kolorimetrijska razlika za papir te puna polja CMYK i RGB boja s označenom minimalnom, maksimalnom te srednjom vrijednošću

| DeltaE / Lab | |
|--------------|-----------|
| PaperTyp | 1 |
| DeltaE | |
| Paper | 2,08 |
| K | 8,34 |
| C | 4,78 min |
| M | 7,87 |
| Y | 9,08 |
| R | 5,83 |
| G | 14,30 max |
| B | 12,20 |
| 8,06 avg | |

Tabela 7. Kolorimetrijska razlika za tiskovnu podlogu

| DeltaE/MW | |
|-----------|------------|
| Paper | 2,08:OK |
| Avg | 8,06:Fail |
| Max | 14,30:Fail |

Na temelju rezultata mjerenja može se zaključiti da samo papir i cyan imaju dopušteno odstupanje od standarda, dok ostale vrijednosti odstupaju izvan dopuštenih granica. Vidljivo je da maksimalna i srednja vrijednost ΔE za CMYK i RGB boje odstupaju više u odnosu na dopuštene tolerancije.

4. 2. Denzitometrijske vrijednosti boja

Gustoća obojenja

Vrijednost gustoće obojenja za papir i osnovne boje u tisku mjeri se na punom polju, a konačna srednja vrijednost određuje se na osnovi tri mjerenja.

Tabela 8. Gustoća obojenja za CMYK boje

| Dens.S | k | c | m | y |
|--------|------|------|------|------|
| C | 0,71 | 1,32 | 0,40 | 0,17 |
| M | 0,65 | 0,26 | 1,48 | 0,85 |
| Y | 0,11 | 0,09 | 0,14 | 0,92 |
| K | 1,35 | 1,33 | 1,35 | 1,35 |

Tabela 9. Gustoća obojenja za papir

| Dens.Paper | |
|------------|------|
| C | 0,07 |
| M | 0,07 |
| Y | 0,05 |
| K | 0,07 |

Na temelju izmjerenih i standardnih vrijednosti, prema ISO 5-3 za kategorizaciju papira 1 utvrđeno je da je izmjerena vrijednost za magentu prema standardu, cyan i žuta imaju prihvatljivu vrijednost dok crna ima odstupanje veće od dopuštenog.

Prirast rastertonske vrijednosti

Za konstruiranje krivulje prirasta RTV potrebno je izmjeriti postotak pokrivenosti površine na poljima od 0% do 100% u koracima od 10%.

Prema kategorizaciji prirasta, za tu vrstu materijala (krivulja prirasta A) definirane su standardne vrijednosti prirasta kod 40% i 80% za CMYK boje prikazane u tabeli 4.

Tabela 10. Prirast RTV za CMYK

DotGain CMY@40%/70%, K@40%/80%

| C | 40 | 70 |
|----------------------|-------|-------|
| IZMJERENA VRIJEDNOST | 17,98 | 13,02 |
| CILJANA VRIJEDNOST | 13 | 11 |
| M | 40 | 70 |
| IZMJERENA VRIJEDNOST | 13,92 | 9,82 |
| CILJANA VRIJEDNOST | 13 | 11 |
| Y | 40 | 70 |
| IZMJERENA VRIJEDNOST | 16,32 | 11,87 |
| CILJANA VRIJEDNOST | 13 | 11 |
| K | 40 | 80 |
| IZMJERENA VRIJEDNOST | 19,68 | 9,00 |
| CILJANA VRIJEDNOST | 16 | 13 |

Na osnovi ciljanih vrijednosti može se reći da je prirast unutar dopuštenih granica, osim za cyan (40%) te crnu (80%).

Relativni tiskovni kontrast

Relativni tiskovni kontrast je jedan od pokazatelja kvalitete reprodukcije, a mjeri sposobnost tiskovnog procesa da reproducira tamne tonove.

Tabela 11. Relativni tiskovni kontrast za CMYK

PrintContrast CMY@70%, K@80%

| C | 39,39 |
|--------------------|-------|
| CILJANA VRIJEDNOST | 38 |
| M | 48,65 |
| CILJANA VRIJEDNOST | 38 |
| Y | 32,61 |
| CILJANA VRIJEDNOST | 33 |
| K | 26,67 |
| CILJANA VRIJEDNOST | 43 |

Izmjerene vrijednosti relativnog tiskovnog kontrasta za cyan i žutu su unutar dopuštenog odstupanja, dok su za magentu i crnu odstupanja prevelika.

Prihvaćanje bojila, pogreška tona, sivoća boje

Tabela 12. Prihvaćanje bojila kod tiska boje na boju

| ApparentTrap | | |
|--------------|-------|----|
| R | 63,22 | 70 |
| G | 94,25 | 80 |
| B | 63,83 | 75 |

Tabela 13. Pogreška tona i sivoća CMY boja

| HueError | | |
|-----------|-------|----|
| C | 20,00 | 20 |
| M | 48,36 | 46 |
| Y | 6,02 | 5 |
| Greytness | | |
| C | 12,88 | 14 |
| M | 17,57 | 14 |
| Y | 9,78 | 6 |

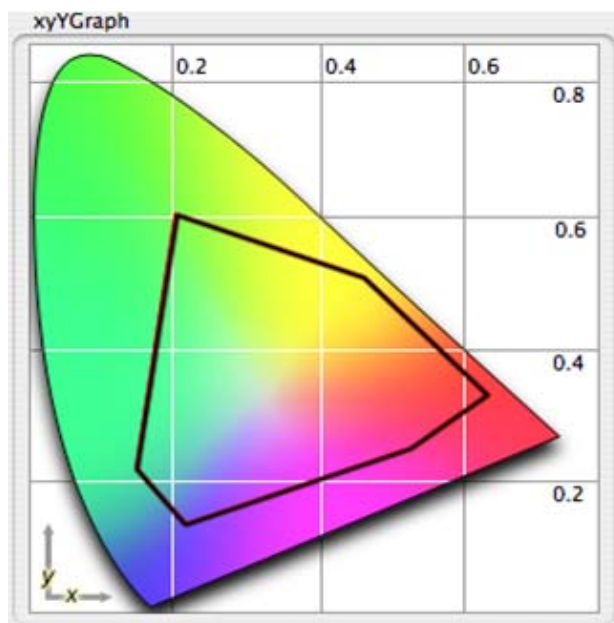
Na temelju izmjerenih vrijednosti (drugi stupac) te ciljanih vrijednosti (treći stupac) utvrđeno je da su odstupanja unutar dopuštenog.

4.3. ICC profil reprodukcijskog procesa

Karakterizacija reprodukcijskog procesa ovisi o cijelom nizu varijabli koje je potrebno kontrolirati tijekom tiska. Kao konačni rezultat karakterizacije, izrađuje se izlazni ICC profil, a jedan od podataka koji sadržava je raspon boja ili gamut koji takav sistem može reproducirati.

Izrada ICC profila zasniva se na mjerenjima spektralne refleksije izmjerene na testnoj karti za profilaciju izlaznih uređaja pomoću spektrometra. Za potrebe mjerenja korišten je spektrofotometar GretagMacbeth Eye-One. Testna karta definirana je prema uređaju za mjerenje, a za ovaj rad je korištena testna karta TC3.5 CMYK i1 (A3) PM 5.0.5 koja sadrži 540 polja za mjerenje. Takav ICC profil se koristi u izradi grafičke pripreme te kod izrade probnog otiska.

Za prikazivanje gamuta korištena je aplikacija ColorShop X tako da su gotovi profili prikazani kao graf u kolornom prostoru CIE xyY, a pojedine točke grafa su definirane kromatskim koordinatama x i y (slika 3.).



Slika 3. Prikaz gamuta boja reprodukcijskog procesa u kolornom prostoru CIE xyY

5. ZAKLJUČAK

U radu je pokazana metoda kalibracije reprodukcijskog procesa bazirana prije svega na CIELAB mjerenjima s otiska u odnosu na standardne vrijednosti definirane ISO specifikacijama.

Korištenjem karti boja za mjerljive karakteristike boja, moguće je na relativno jednostavan način određeni reprodukcijski proces kontrolirati kako bismo dobili ujednačenu i ponovljivu kvalitetu otiska.

Kao što je vidljivo iz rezultata, sama kalibracija nakon prvog tiska testnih formi ne daje zadovoljavajuće rezultate, odnosno neke karakteristike boja odstupaju od dopuštenih granica. Da bi se vrijednosti dovele unutar dopuštenih odstupanja, radi se korekcija pomoću LUT krivulja i tisak se ponavlja.

Kalibracija reprodukcijskog procesa ovisi o samoj metodi i uređajima koje koristimo. Potrebno je i znanje korisnika te dobro provedeno mjerenje. Ljudski faktor često utječe na ostvarene rezultate pa je važna stalna edukacija kadrova i adekvatna primjena ISO specifikacija. Nakon uspješno provedene kalibracije reprodukcijskog procesa, važna je i kontinuirana verifikacija i kontrola prema zadanom standardu.

6. LITERATURA

- [1] Fogra, Control Device, FOGRA Forschungsgesellschaft Druck
- [2] Gustavson s., Color Gamut of Halftone Printing, Journal of Imaging Science and Technology, 1997
- [3] Heidelberg, Colour & Quality, Heidelberger Druckmaschinen AG, 1999.
- [4] Huber group, Technical information, Technical information hubergroup, 2004.
- [5] ISO 2004, International standard ISO 12647-2, ISO 2004.
- [6] Sharma A., Understanding Color Management, Thomas delmar learning, 2004.
- [7] Zjakić I., Upravljanje kvalitetom ofsetnog tiska, Hrvatska sveučilišna naklada Zagreb, 2007.
- [8] <http://ourworld.compuserve.com/homepages/tobiasinc/TAPages/bulletins.htm>, Dostupno: 28.12.2009.
- [9] <http://www.altonatestsuite.de/en/index.php>, Dostupno: 28.12.2009.
- [10] <http://www.rpimaging.com/store/CID133>, Dostupno: 28.12.2009.
- [11] <http://www.colourmanagement.net/pressgear.html>, Dostupno: 28.12.2009.

MJERENJA KVALITETE SLIKE U MULTIMEDIJSKIM APLIKACIJAMA

Matković D.¹

¹Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, Hrvatska

Sažetak: Pojava brojnih i različitih digitalnih formata za prijenos komprimiranog videosadržaja uzrokovala je razvoj i implementaciju novih mjernih postupaka za ocjenu kvalitete slike. Cilj je postići takvo objektivno vrednovanje kvalitete slike kod kojega je procijenjena kvaliteta slike što bliža onoj kod subjektivnog vrednovanja. Drugim riječima postupkom se predviđa kvaliteta slike koju bi dao prosječni promatrač. Za definiranje mjernih postupaka koriste se rezultati iz tri područja istraživanja: osobine ljudskog vida, obilježja visokokvalitetnih slika i izobličenja (pogrešaka) u slici. U ovom radu dan je pregled postupaka za objektivno vrednovanje kvalitete slike. Navedene su prednosti i nedostaci pojedinog postupka te naznačeni smjerovi budućeg razvoja.

Ključne riječi : Subjektivno vrednovanje kvalitete slike. Objektivno vrednovanje kvalitete slike. Percepcija kvalitete slike.

Abstract: The recent expansion of numerous digital formats for compressed video content transmission led to the development of new image quality measures. The idea is to provide a numerical, thus objective measures of image quality that would correlate well to the subjective human perceptions. With the proposed algorithms, one would obtain the image quality measure of an average observer. Generally, three areas of research need to be implemented in this process: human visual system (HVS), high-quality image characteristics and image distortions. This paper gives a review of existing objective image quality measures. The advantages and limitations of each method are also given, as well as guidelines for the future work.

Key words: Subjective Image Quality Measures. Objective Image Quality Measures. Perceptual image processing.

1. UVOD

U nedavnoj prošlosti gledanje televizijskog programa svodilo se na TV prijamnike kod kuće i na javnim mjestima. Kontrola kvalitete slike svodila se na mjerenje i kontrolu parametara sklopova i uređaja unutar cijelog

videolanca od kamere do TV prijamnika mjernim ispitnim signalima [1]. Ispitni signali koncipirani su tako da se njihovim prolaskom kroz videolanac mogu iz njihovog oblika ocijeniti linearna i nelinearna izobličenja pojedinih sklopova. Na temelju ovih izobličenja zaključivalo se o stupnju izobličenja televizijske slike, odnosno o njenoj kvaliteti. Kako ovakva mjerenja daju iste rezultate neovisno o broju ponovljenih mjerenja, nazivaju se objektivnim mjerenjima. U samom razvoju i definiranju tehničkih karakteristika analognog televizijskog sustava dominirale su s jedne strane tehničke mogućnosti i okruženje, tehničko-tehnološka ograničenja, složenost i isplativost konstrukcije uređaja i političke odluke, a s druge strane korektna i zadovoljavajuća reprodukcija najprije crno-bijele, a zatim i slike u boji. Kod definiranja korektno reprodukcije slike u boji dugi niz godina primjenjuje se ITU-R BT.500 norma [2] (prvo izdanje 1974. poznato kao CCIR Rec.500, verzija 7, s naslovom: „Metodologija za subjektivnu procjenu kvalitete televizijske slike“) kao metoda za subjektivnu procjenu kvalitete televizijske slike u boji. Ovom normom definirani su uvjeti pod kojima se vrednuje kvaliteta televizijske slike. Uvjetima su obuhvaćene i definirane: vrste zaslona (ekrana), razdaljina s koje se gleda zaslon, ambijent u kojem se gleda i osobine ljudskog vida. U svakoj etapi razvoja televizijskog sustava provodila su se i danas se provode opsežna mjerenja subjektivne ocjene kvalitete televizijske slike prema navedenoj normi.

Danas se televizijski program prenosi u digitalnom obliku preko radiodifuzijske mreže, u satelitskom prijenosu, u kabelskom prijenosu, unutar internetske mreže i preko mobilnih telekomunikacija. Televizijska slika se može pratiti na TV prijammniku u standardnoj kvaliteti (SD-Standard Definition) i visokoj kvaliteti (HD-High Definition), na stolnom i prijenosnom računalu, na mobilnim telefonskim uređajima i u digitalnim kinima u dobro definiranim uvjetima gledanja. Integriranjem (konvergencijom) tehnologija komunikacija, informatičke tehnologije (IT) i televizijske tehnologije omogućeno je pristupiti TV programima iz cijelog svijeta na bilo kojoj lokaciji i u bilo koje vrijeme. Razvojem LCD (Liquid Crystal Display- zasloni s tekućim kristalima) i plazma ekrana (PDP-Plasma

Display Panel- zasloni s plemenitim plinovima pobuđivanim u stanje plazme) pojavile su se i različite veličine istih (od veličina na mobilnim uređajima (LCD) do veličina kino platna (PDP)). Istovremeno razvijeno je mnoštvo digitalnih vrsta formata za zapisivanje i prijenos audio/video sadržaja. Omjerom kompresije i kvalitetom algoritama za komprimiranje slike određena je kvaliteta televizijske slike. Polazište stvaranja televizijske slike su slikovni senzori (CCD(Charge Coupled Device-sklop s prijenosom naboja) -izvor analognog RGB signala (R- red, G-green, B- blue, crvena, zelena, plava komponenta videosignala slike u boji), CMOS (SoC-System on Chip, Complementary Metal-Oxide Semiconductor-komplementarna MOS tehnologija) -izvor digitalnog RGB signala i slikovni senzor u razvojnoj fazi OOLI (Organic Optical Layered Imager) koji nema sustav optičkih prizmi i s cijelom elektronikom za digitalnu obradu signala se nalazi na jednom integriranom krugu [3]). Slikovni senzori su razvrstani prema definiranim rezolucijama slike, broju analiziranih slika u sekundi (u progresivnom (p) ili s proredom (i-interlace) načinu analize), veličini šuma u slici, osjetljivosti, dinamičkom opsegu, veličini zamućivanja (smear) i vrijednosti aliasing-a (pojava oblika i struktura u analiziranoj slici kojih nema u originalnoj slici koja se analizira). Neke od standardnih rezolucija i veličina televizijske slike (Europa) su :HD formati (1920x1080)/(50i ili 50p) i (1280x720)/50p, SD format (720x576)/50i, videokonferencijski format (CIF): (352x288)/30p i format slike za mobilne uređaje (180x144)/30p.

U novonastalim uvjetima različitih formata kod snimanja, različitih algoritama za kompresiju i digitalnih formata za zapis i prijenos audio/video sadržaja do reprodukcije na različitim zaslonima i vrlo različitim uvjetima gledanja, traži se novi pristup u mjerenju i vrednovanju kvalitete televizijske slike.

2. VREDNOVANJE KVALITETE TELEVIZIJSKE SLIKE U ANALOGNIM TELEVIZIJSKIM SUSTAVIMA

Tijekom više od pola stoljeća postoji relativno jednostavan model analiziranja analognog videosustava. Analizom ispitnih signala [1] u pojedinim točkama cijelog prijenosnog sustava zaključuje se o tehnički ispravnoj televizijskoj slici. S istim mjernim instrumentima (osciloskop, vektorskop i monitor) kontrolira se korektnost prijenosa luminantnog (Y) i krominantnih (U, V) signala. Jedan od ključnih parametara dobiven u mjerenjima je omjer signal/šum i čvrsto je povezan sa kvalitetom reproducirane slike. Ujedno je omjer signal/šum televizijskog signala čvrsto povezan sa rezultatima dobivenim subjektivnim vrednovanjem kvalitete slike. Ispitnim signalom reproduciranim na televizijskom zaslonu (kromatske pruge) moguća je potpuna interpretacija kvalitete prijenosa sustava i ocjena veličine izobličenja reproducirane slike. Mjerenja se mogu provoditi u proizvodnim linijama, javnim servisima (za vrijeme

odvijanja programa) ili kod dijagnosticiranja uzroka pojave određenih izobličenja u slici unutar televizijskog sustava. Kako rezultati mjerenja ne ovise o broju mjerenja i uvjetima pod kojima se mjerenja izvode, a jednoznačno vrednuju kvalitetu reproducirane slike, nazivaju se ova mjerenja objektivnim.

Pored objektivnih mjerenja od samih početaka razvoja televizije definirana je metoda subjektivne procjene kvalitete televizijske slike [2]. Subjektivnim mjerenjem ocjenjuje se kvaliteta određenog videosadržaja od strane odabrane grupe ljudi prema određenim pravilima ocjenjivanja. Ovakvim testiranjima ocjenjuje se kvaliteta sustava u optimalnim uvjetima i najnepovoljnijim očekivanim tehničkim uvjetima. Ova testiranja uključuju različite metode mjerenja i uvjeta pod kojima se mjerenja odvijaju. Prednosti ovakvog načina ocjenjivanja kvalitete slike su: dobiveni rezultati jednako su vrijedni i za komprimirane i za nekomprimirane videosadržaje, dobiveni brojevi podaci dobro se slažu kod vrednovanja i mirnih slika i slika sa promjenljivim sadržajem. Nedostaci su: vrlo veliki broj metoda i parametara se koristi prilikom testiranja, brojni su i strogi uvjeti pod kojima se testiranja odvijaju, veliki broj ljudi se mora odabrati i pripremiti za testiranje, cjelokupno testiranje zahtjeva mnogo vremena i vrlo je skupo. Rezultat je da su ovakvi testovi izuzetno dobri u svrhu razvoja određenog sustava i nisu pogodni kod praktičnih svakodnevnih potreba kontrole kvalitete televizijske slike u proizvodnim linijama, javnim servisima (za vrijeme odvijanja programa) ili kod dijagnosticiranja uzroka pojave određenih izobličenja u slici.

3. VREDNOVANJE KVALITETE DIGITALNOG VIDEOSIGNALA U MULTIMEDIJSKIM SUSTAVIMA

Analogno-digitalnom konverzijom video signala (definiranom Rec. ITU-R BT.601 normom [4]) usložnjavaju se mjerenja potrebna za kontrolu ispravnosti prijenosnog sustava. Osim kontrole analognog komponentnog signala (Y-luminantna komponenta, $U=B-Y$ i $V=R-Y$ – krominantne komponente) kontroliraju se: kodirani videosignal, digitalni formati videosignala i digitalni valni oblici videosignala. Ispitni signal je i dalje od ključne važnosti za ocjenu kvalitete reprodukcije slike u boji . Mjerenjem ispitnih signala u multimedijским sustavima s nekomprimiranim videosignalom dobiva se podatak o korektnoj reprodukciji televizijske slike. Razlog leži u linearnosti sustava, odnosno unutar sklopova su moguća superponiranja signala a fazna karakteristika sklopova je linearna.

Nakon kompresije digitalnog videosignala nestaje korelacija između izobličenja mjernog ispitnog signala i kvalitete televizijske slike. Objektivna mjera vršni omjer signal/šum (PSNR-peak signal to noise ratio) definiran je kao:

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{L^2}{MSE} \quad (1)$$

obrnuto je proporcionalan srednjoj kvadratnoj greški (Mean Squared Error-MSE).

L je dinamičko područje signala ($L=2^8-1=255$ za primjer crno bijele slike s 8 bita/slikovnom elementu) a

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - y_i)^2 \quad (2)$$

je srednja kvadratna greška, gdje je x originalna slika a y slika s izobličenjem čija se kvaliteta vrednuje.

MSE je najčešće korištena mjera za procjenu objektivne kvalitete slike. Njen velik nedostatak je mala korelacija sa subjektivnom procjenom kvalitete slike. Razlog leži u činjenici da ne uzima u obzir osobine ljudskog vida, odnosno ne vrednuje pogreške u slici na način kako se taj proces vrednovanja odvija u ljudskoj svijesti. Pretpostavke koje su sadržane primjenom MSE su sljedeće :

1. Percepcija kvalitete slike nezavisna je od prostornih odnosa pojedinih elemenata unutar slike. Kao rezultat svaka promjena u redoslijedu elementa slike neće utjecati na izobličenje slike.
2. Percepcija kvalitete slike nezavisna je od odnosa između elemenata originalne slike i pogrešaka koje se elementima slike superponiraju. Kao rezultat za istu veličinu pogreške superponiranu originalnoj slici, nezavisno od sadržaja originalne slike, veličina izobličenja će biti ista.
3. Percepcija kvalitete slike određena je jedino veličinom pogreške. Kao rezultat promjenom predznaka pogreške po pojedinom elementu slike neće se utjecati na izobličenje slike.
4. Svi slikovni elementi su od jednake važnosti kod percepcije kvalitete slike.

Ni jedna od navedenih pretpostavki nije u skladu sa osobinama ljudskog vida. Dakle, bilo koja druga metoda za procjenu kvalitete komprimiranih slika mora uvažiti nedostatke MSE postupka. Sustavi za procjenu kvalitete komprimiranih slika temelje se općenito na poznavanju: originalne slike, vrste pogrešaka (izobličenja) superponiranih elementima slike i modelu osobina ljudskog vida (slika 3.1.). Tri su danas poznata sustava unutar kojih su razvijene metode vrednovanja kvaliteta komprimiranih slika:

1. Vrednovanje kvalitete slike korištenjem originalne slike kao referentne (Full-Reference, **FR**).
2. Vrednovanje kvalitete slike bez referentne slike (No-Refernce, **NR**).

3. Vrednovanje kvalitete slike korištenjem manjeg broja određenih obilježja iz originalne slike kao referentne (Reduced-Reference, **RR**).



Slika 3.1. Područja istraživanja uključena u sustave za procjenu kvalitete komprimiranih slika.

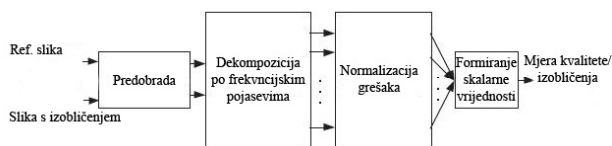
Osim toga neki sustavi objektivnog vrednovanja kvalitete razvijeni su za određene, konkretne primjene. Na primjer onima koje kod kompresije koriste diskretnu kosinusnu transformaciju (DCT) ili onima koje koriste wavelet transformaciju (WT). U takvim slučajevima sustavi su jednostavniji zbog unaprijed poznatih vrsta pogrešaka. S druge strane oni su ograničeni samo za aplikacije za koje su razvijeni.

Da bi se dobila visoka korelacija objektivnog i subjektivnog mjerenja mora u objektivno mjerenje biti uključen model osobine ljudskog vida. Simulaciju modela osobine ljudskog vida se može ostvariti na dva načina. Jedan način je predstaviti svaku pojedinu osobinu ljudskog vida s određenim elementarnim funkcionalnim blokom i zatim sve blokove povezati u sustav. Ovakav pristup sličan je pristupu analiziranja rada organa ljudskog vida rastavljenog na niz funkcionalnih jedinica (blokova) povezanih u cjelinu. Drugi način je simuliranje cjeline sastavljene od svih organa koji sudjeluju u procesu stvaranja slike u svijesti čovjeka. Ovdje je model ljudskog vida predstavljen kao crna kutija kod koje su poznati samo ulazno-izlazni odnosi. Prvi način nazvan je modeliranje od dna prema vrhu (Bottom-Up), dok je drugi nazvan modeliranje od vrha prema dnu (Top-Down) ljudskog vida. Oba načina modeliranja imaju svoje prednosti i nedostatke a oštru granicu između njih nije moguće povući. Strogo gledano ovakva podjela posljedica je korištenja dvaju koncepcija u pristupu izrade modela. Kod realiziranih modela algoritmi sadrže elemente i jedne i druge koncepcije. Elementi koji budu više prevladavali u modelu odredit će o kojoj koncepciji je riječ.

3.1. Vrednovanje kvalitete slike korištenjem originalne slike kao referentne

3.1.1. Modeliranje od dna prema vrhu

Ovom metodom simulira se rad organa ljudskog vida na način da se u algoritme implementiraju pojedine osobine ljudskog vida u cilju postizanja vrednovanja kvalitete slike što sličnije odnosno vjernije ljudskom vizualnom sustavu. Mnogi modeli FR sustava zasnovani na ovoj koncepciji iskorištavaju princip najmanje još vidljive pogreške u slici (slika 3.2.). Svaka razlika između originalne i izobličene slike uzima se kao pogreška i vrednuje se (ponderira) na način ljudskog vizualnog sustava, odnosno prema poznatim osobinama ljudskog vida.



Slika 3.2. Model FR sustava vrednovanja kvalitete slike prema principu najmanje još vidljive pogreške u slici.

Stupanj predobrade obuhvaća: prostorno poravnanje originalne (referentne) i izobličene (koja se vrednuje) slike, transformaciju prostora boja, lokalnu nelinearnost (koja se primjenjuje kod pretvaranja digitalne vrijednosti iz memorije računala u luminanciju piksela a na temelju osobina ljudskog vida), karakteristike optičkog dijela oka i karakteristike osjetljivosti vizualnog sustava na kontrast. Sljedeći stupanj temeljen na funkcioniranju i građi neurona od oka do primarne vidne kore mozga obuhvaća rastavljanje signala slike na mnogo frekvencijskih pojaseva. Za dekompoziciju slike na frekvencijske pojaseve koriste se različite transformacije: Fourierova, Gaborova, diskretna kosinusna transformacija, wavelet transformacija i polarna wavelet transformacija. Međutim, nema jasnog odgovora koja od spomenutih transformacija daje najbolju aproksimaciju prvog stupnja obrade vizualne informacije u ljudskom vizualnom sustavu. U stupnju za normalizaciju pogrešaka obrađuju se razlike između koeficijenata originalne i izobličene slike ponderiranjem prema karakteristikama ljudskog vizualnog sustava. Zadnji stupanj ovoga sustava osigurava objedinjavanje normaliziranih pogrešaka svih frekvencijskih pojaseva i formiranje skalarnih vrijednosti kojom se objektivno vrednuje kvaliteta izobličene slike.

Razvijen je veliki broj modela prema koncepciji modeliranja od dna prema vrhu a prema principu najmanje još vidljive pogreške. Neki od njih su: Dalyjev model [5,6], Lubinov model [7,8], Safranek-Johnsonov model [9], Watsonov wavelet model [10] i drugi. Važno je naglasiti da svi modeli imaju svoja ograničenja i nedostatke. Ograničenja proizlaze iz nemogućnosti potpunog simuliranja vizualnog sustava, a iz toga proizlazi nemogućnost točnog vrednovanja kvalitete slike. Nemogućnost potpunog simuliranja

posljedica je vrlo složenog vizualnog sustava s mnogim nelinearnostima u sebi. Posljedica ovih ograničenja je i smanjena korelacija između subjektivnog i objektivnog mjerenja kvalitete slike.

3.1.2. Modeliranje od vrha prema dnu

Modeli zasnovani na ovoj koncepciji za vrednovanje kvalitete slike mogu raditi na potpuno različiti način od rada ljudskog vizualnog sustava. Važno je s modelima postići vrednovanje kvalitete slike što bliže vrednovanjima prosječnog promatrača.

Dva su pristupa unutar ove koncepcije razvijena: pristup određivanja sličnosti struktura i informacijsko-teoretski pristup. Oba pristupa koriste najvjernije hipoteze funkcioniranja ljudskog vizualnog sustava. Algoritmi su na ovaj način maksimalno pojednostavljeni i ovise jedino o ispravnosti korištene hipoteze. Hipoteze se formuliraju na temelju tri izvora: poznavanju ljudskog vizualnog sustava, poznavanju statističkih svojstava slike i poznavanju pogrešaka u slici.

3.1.2.1. Pristup određivanja sličnosti struktura

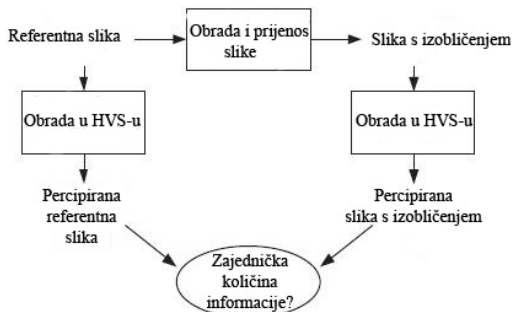
Uzorci signala slike pokazuju veliku međusobnu korelaciju koja je ujedno pokazatelj količine informacije sadržane u strukturi objekata obuhvaćenih određenom scenom. Glavna ideja pristupa određivanja sličnosti struktura osniva se na činjenici da ljudski vizualni sustav vrlo uspješno izdvaja informacije vezane za strukture u slici pa se zbog toga može upotrijebiti kod mjerenja sličnosti struktura kao dobra aproksimacija subjektivnog vrednovanja kvalitete slike. Za implementaciju ovog pristupa u određeni algoritam mora se odgovoriti na dva pitanja: kako definirati strukturalna i nestrukturalna izobličenja i kako ih izdvojiti? Odgovor su dale dvije metode: indeks sličnosti struktura (SSIM-Structural Similarity Index) [11] i indeks sličnosti struktura promatran u kompleksnoj wavelet domeni (CW-SSIM-Complex Wavelet Domain Structural Similarity Index) [12]. Metode su se pokazale vrlo uspješne u vrednovanju kvalitete slike u usporedbi s ostalim metodama u sustavima koji koriste referentnu sliku (FR). Iznimno dobrim su se pokazale kod mirnih slika komprimiranih prema normama JPEG i JPEG2000 [13,14] kod kojih su greške uzrokovane različitim stupnjem kompresije vrlo različite (aditivni Gaussov šum, zamućenja, brzo promjenljive veličine grešaka) [15].

3.1.2.2. Informacijsko-teoretski pristup

Osnovna ideja ovoga pristupa vrednovanja kvalitete slike prikazana je na slici 3.3. U ovom pristupu ljudski vizualni sustav – HVS modelira se kao kanal koji dostavlja mozgu određenu količinu informacije o slici. Postavlja se pitanje kolika je količina informacije na izlazu tog kanala za izobličenu sliku u odnosu na količinu informacije za referentnu sliku. Važan aspekt

ovoga pristupa je pojam „vjernost informacije“ za razliku od pojma „vjernost signala“. Vjernošću signala mjeri se razlika referentne i izobličene slike. Vjernošću informacije stavljaju se u odnos kvaliteta slike i količina informacije u vrednovanoj izobličenoj i referentnoj slici. Ova količina informacije precizno je definirana mjera u teoriji informacija poznata kao uzajamna količina informacija. Uzajamna količina informacija je statistička mjera „vjernosti informacije“ s malom korelacijom s količinom informacija percipiranom ljudskim vidom. Usprkos tome njome je određena ukupna spoznajna količina informacije izdvojena iz slike uz uvjet da su modeli izvora slike, kanala izobličene slike i kanala referentne slike dobro odabrani.

Algoritmi zasnovani na informacijsko-teoretskom pristupu [16,17] pokazali su se dobri u usporedbi s prethodno navedenim algoritmima [15]. Na izgled se može uzeti da, kako postoje konačna ograničenja algoritama za vrednovanje kvalitete slike, tako ovakvi različiti pristupi konvergiraju k jedinstvenom rješenju.



Slika 3.3. Informacijsko-teoretski pristup vrednovanja kvalitete slike.

3.2. Vrednovanje kvalitete slike bez referentne slike

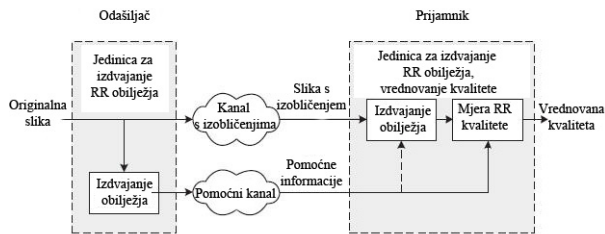
Modeli NR sustava vrednovanja kvalitete slike su najzahtjevniji za realizaciju iako su jednostavne koncepcije. Objektivno mjerenje se provodi u sustavu bez poznavanja originalne slike. Na prvi pogled izgleda nemoguće kvantitativno procijeniti izobličenje slike bez poznavanja referentne slike. Za ljude ovaj zadatak i nije tako težak. Većina će uočiti i kvalificirati pogreške u slici, iako nije vidjela originalnu sliku. Razlog leži u korištenju pamćenja već viđenih scena kod vrednovanja kvalitete slike. Poznavanjem izobličenja koja se u slici mogu pojaviti kod primjene određenog sustava dolazi se do jednostavnijih modela u odnosu na modele namijenjene za sve sustave. Dvije glavne koncepcije primjenjene su u razvoju modela NR sustava za vrednovanje kvalitete slike. Prema prvoj koncepciji mjerenje se zasniva na određivanju vrste i veličine određenih pogrešaka u slici. Prema drugoj mjerenje se oslanja na prethodnom poznavanju statističkih obilježja slika. Statistička obilježja slika neovisna su od izobličenja koja se u njima mogu pojaviti. Ova koncepcija bi se mogla pokazati dobrom kod izrade

modela namijenjenog za bilo koju aplikaciju. Kod točno određenih aplikacija kao što su JPEG, MPEG-1, MPEG-2 i H.26x [13,18-21] mjere se pogreške najčešće generirane DCT (Discrete Cosine Transform-diskretna kosinusna transformacija) postupkom transformacije primjenjenog na blokove prilikom kodiranja slika. Pogreške koje se ovdje javljaju su vidljivost blokova (blocking artifact) u slici (posljedica podjele slike na blokove od 8x8 elemenata slike) i zamucenje (interblock blurring) unutar blokova slike. Kod aplikacija baziranih na wavelet transformaciji, norma JPEG2000, pogreške su drugačijeg karaktera (pojava kontura oko objekata na slici) i modeli za vrednovanje kvalitete slike prilagođeni su njima [22]. Kod aplikacija baziranih na DCT transformaciji razvijene su metode u prostornoj domeni [23] i frekvencijskoj domeni [24]. Metode u prostornoj i frekvencijskoj domeni se zasnivaju na izdvajanju određenih obilježja slike, koje sudjeluju kod subjektivnog vrednovanja kvalitete slike, u prostornu odnosno u frekvencijsku domenu. Pojava pogrešaka u slici se na taj način vrednuje u jednoj ili drugoj domeni. Dosadašnji modeli NR sustava pokazuju ispravnost u pristupu i primjeni određene koncepcije, ali ostavljaju otvoreno područje istraživanja i raznolike praktične primjene.

3.3. Vrednovanje kvalitete slike korištenjem manjeg broja određenih obilježja iz originalne slike kao referentne

Modeli RR sustava vrednovanja kvalitete slike relativno su novi u području istraživanja u odnosu na modele FR i NR sustava. Koncipirani su prvi puta 1990. godine za vrlo konkretne potrebe u razvoju sustava multimedijских komunikacija. Želja za stalnim praćenjem promjenljive veličine vizualnog izobličenja u slici (odnosno gubitka kvalitete videosignala) izazvane u prijenosu kompleksnim komunikacijskim mrežama dovela je do kompromisnog rješenja između modela FR i NR sustava. Modeli FR sustava nisu upotrebljivi jer na mjestu prijama unutar prijenosne mreže ne postoji originalna (referentna slika), dok modeli NR sustava zahtijevaju dobro definirane i stalne uvjete u prijenosu (definirana izobličenja i njihove veličine). Kompromisno rješenje koncipirano je na prijenosu samo dijela informacija referentne slike (Reduced-Reference-RR). Na slici 3.4. prikazana je metoda RR sustava za vrednovanje kvalitete slike. Na odašiljačkoj strani izdvajaju se određena obilježja iz slike i zatim se pomoćnim kanalom šalju prema prijammiku. Pomoćni kanal može biti pod utjecajem smetnji jer je i smanjena količina informacija dovoljna za procjenu izobličenja prenesene slike. Na strani prijammika izdvajaju se obilježja slike koja se prenosi te se uspoređuju s obilježjima dobivenim iz pomoćnog kanala. Na temelju usporedbe dolazi se do podatka o kvaliteti (izobličenju) prenesene slike. Točnost u vrednovanju kvalitete prenesene slike zavisna je od brzine prijenosa podataka u pomoćnom kanalu. U praktičnim slučajevima ove brzine su male jer bi u protivnom oduzimale veći dio od

ukupnog kapaciteta u prijenosu što bi smanjilo kvalitetu prenesene slike. Male brzine u pomoćnom kanalu postavljaju velike zahtjeve na postupke izdvajanja obilježja iz slike na odašiljačkoj strani. Oni su slijedeći: obilježja moraju sadržavati učinkovitu minimalnu količinu informacija izdvojenu iz originalne (referentne) slike, moraju ukazivati na široki raspon izobličenja u slici i moraju biti u tijesnoj vezi s ljudskom percepcijom kvalitete slike.



Slika 3.4. Model RR sustava za vrednovanje kvalitete slike

Do sada je predloženo nekoliko modela RR sustava za vrednovanje slike. Gotovo svi modeli su razvijeni za videokomunikacije kod kojih su glavni izvori pogrešaka u postupcima kompresije i prijenosa [25-29]. Modeli su se pokazali dobrim u vrednovanju kvalitete slike u JPEG i JPEG2000 formatu, kod vrednovanja pogrešaka zamagljenja u slici, bijelog Gaussovog šuma i slučajnih grešaka u JPEG2000 toku podataka (streamu). Modeli koji se oslanjaju na statistička obilježja u slici su među najzahtjevnijima, primjenljivi su na vrednovanje kvalitete slike širokog raspona izobličenja i zbog toga se mogu primijeniti u različitim aplikacijama [30,31].

4. ZAKLJUČAK

Vrednovanje kvalitete komprimiranog digitalnog videosignala predmet je intenzivnog istraživanja proteklih nekoliko godina. Broj novih pristupa i novih algoritama stalno se povećava. Odabir i upotreba pojedinih algoritama traži prethodno dobro poznavanje sustava. Općenito ono obuhvaća tri cjeline: poznavanje osobina ljudskog vida, poznavanje obilježja visoko kvalitetnih slika i poznavanje izobličenja u slici. Konkretno, potrebno je poznavati slijedeće: raspoloživost referentne slike, zahtijevanu točnost u vrednovanju kvalitete slike, primjenu za određenu normu u kojoj je slika kodirana ili općenito za više normi, namjenu (na primjer: za nadzor kvalitete slike televizijskog programa koji se odvija, kod mjerenja u laboratorijima ili kod optimizacije algoritama), zahtijevnost algoritma prema računskim operacijama i memorijskim prostorom, ograničenja postavljena na algoritam kod određenih primjena i način rada algoritma. Pored istraživanja spomenutih cjelina čije poznavanje i implementacija određuje kvalitetu algoritma, a time veličinu korelacije između vrednovanja kvalitete slike algoritmom i subjektivnih mjerenja, provode se istraživanja realizacije mjerne koncepcije za vrednovanje kvalitete slike koja bi radila u sva tri spomenuta sustava (*FR*, *NR* i *RR*). Isto

tako, veliki napori usmjereni su na pronalazak zamjene mjere srednje kvadratne greške (MSE) kod vrednovanja kvalitete slike drugom mjerom, potpuno prihvatljivom sa stajališta ljudske percepcije.

5. LITERATURA

- [1] L.E. Weaver. Television Video Transmission Measurements. Marconi Instruments, 1973.
- [2] ITU-R Rec. BT. 500-11, Methodology for the Subjective Assessment of the Quality of Television Pictures. June 2002.
- [3] Broadcast Engineering magazine, February 2008.
- [4] ITU-R Rec. BT. 601: "Encoding Parameters of Digital Television for Studios", ITU, Geneva, 1993.
- [5] S. Daly. The visible difference predictor: An algorithm for the assessment of image fidelity. In Proc. SPIE, volume 1616, pages 2-15, 1992.
- [6] S. Daly. The visible difference predictor: An algorithm for the assessment of image fidelity. In A.B. Watson (Ed.), Digital images and human vision, pages 179-206. The MIT Press, Cambridge, MA, 1993.
- [7] J. Lubin. The use of psychophysical data and models in the analysis of display system performance. In A.B. Watson (Ed.), Digital Images and Human Vision, pages 163-178. The MIT Press, Cambridge, MA, 1993.
- [8] J. Lubin. A visual discrimination mode for image system design and evaluation. In E. Peli (Ed.), Visual Models for Target Detection and recognition, pages 207-220. World Scientific Publishers, Singapore, 1995.
- [9] R.J. Safranek, J.D. Johnston. A perceptually tuned sub-band image coder with image dependent quantization and post-quantization data compression. In Proc. IEEE Int. Conf. Acoust., Speech and Signal Processing, pages 1945-1948, May 1989.
- [10] A.B. Watson, G.Y. Yang, J.A. Solomon, J. Villasenor. Visibility of wavelet quantization noise. IEEE Trans. Image Processing, 6(8): pages 1164-1175, Aug. 1997.
- [11] Z. Wang, A.C. Bovik, H.R. Sheikh, E.P. Simoncelli. Image quality assessment: From error visibility to structural similarity. IEEE Trans. Image Processing, 13(4): pages 600-612, Apr. 2004.
- [12] Z. Wang, E.P. Simoncelli. Translation insensitive image similarity in complex wavelet domain. IEEE Iner. Conf. Acoustics, Speech, Signal Proc., volume II, pages 573-576, Philadelphia, PA, Mar. 2005.

- [13] G.K. Wallace. The JPEG Still Picture Compression Standard. *Comm.ACM*, vol.34, No.4, Apr.1991, pages 31-44.
- [14] D. Taubman, M. Marcellin. *JPEG2000: Image Compression Fundamentals, Standards and Practice*. Norvell, Massachusetts, Kluwer Academic Publishers, 2004.
- [15] H.R. Sheikh, M.F. Sabir, A.C. Bovik. An evaluation of recent full reference image quality assessment algorithms. *IEEE Trans. Image Processing*, 2005.
- [16] H.R. Sheikh, A.C. Bovik. Image information and visual quality. *IEEE Trans. Image Processing*, 2005.
- [17] H.R. Sheikh, A.C. Bovik. Information theoretic approaches to image quality assessment. Chapter 8.4 in *Handbook of Image and Video Processing*, 2nd ed., A.C. Bovik, ed., Academic Press., May 2005.
- [18] A.C. Bovik (Ed). *The Handbook of Image and Video Processing*. New York, Elsevier Academic Press, 2005.
- [19] W. Fischer. *Digital Video and Audio Broadcasting Technology*. Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag, 2008.
- [20] L. Hanzo, P. Cherriman, J. Streit. *Video Compression and Communications*. West Sussex, England, John Wiley&Sons Ltd, 2007.
- [21] I. E.G. Richardson. *H.264 and MPEG-4 Video Compression*. West Sussex, England, John Willey&Sons Ltd, 2003.
- [22] H.R. Sheikh, A.C. Bovik. No-reference quality assessment using natural scene statistics: JPEG2000. *IEEE Trans. Image Processing*, 2005.
- [23] Z. Wang, H.R. Sheikh, A.C. Bovik. No-reference perceptual quality assessment of JPEG compressed images. *IEEE Inter. Conf. Image Proc.*, Sept. 2002.
- [24] Z. Wang, A.C. Bovik, B.L. Evans. Blind measurement of blocking artifacts in images. In *Proc. IEEE Int. Conf. Image Proc.*, 3: pages 981-984, Sept. 2000.
- [25] A.A. Webster, C.T. Jones, M.H. Pinson, S.D. Voran, S. Wolf. An objective video quality assessment system based on human perception. *Proc. SPIE*, 1913: pages 15-26, 1993.
- [26] S. Wolf, M.H. Pinson. Spatio-temporal distortion metrics for in-service quality monitoring of any digital video system. *Proc. SPIE*, 3845: pages 266-277, 1999.
- [27] I.P. Gunawan, M. Ghanbari. Reduced reference picture quality estimation by using local harmonic amplitude information. *Proc. London Communication Symposium*, pages 137-140, Sept. 8-9, 2003.
- [28] S. Wolf, M. Pinson. Low bandwidth reduced reference video quality monitoring system. In *International Workshop on Video Processing and Quality Metrics for Consumer Electronics*, Scottsdale, AZ, Jan. 23-25, 2005.
- [29] P. Le Callet, C. Viard-Gaudin, D. Barba. Continuous quality assessment of MPEG2 video with reduced reference. *International Workshop on Video Processing and Quality Metrics for Consumer Electronics*, Scottsdale, Arizona, Jan. 23-25, 2005.
- [30] Z. Wang, E.P. Simoncelli. Reduced-reference image quality assessment using a natural image statistic model. *Human Vision and Electronic Imaging X*, *Proc. SPIE*, volume 5666, San Jose, CA, Jan. 2005.
- [31] Z. Wang, G.Wu, H.R. Sheikh, E.P. Simoncelli, E.H. Yang, A.C. Bovik. Quality-aware images. *IEEE Trans. Image Processing*, 2006.

IZBOR OPTIMALNOG MODELA ODRŽAVANJA PREMA STANJU NA LINIJI ZA PEČENJE SUHE OPEKE

Breški V.¹, Kondić Ž.¹

¹Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, Hrvatska

Sažetak: Ovaj članak skraćeni je prikaz završnog rada Vjerana Breškog sa studija elektrotehnike Veleučilišta u Varaždinu. Rad je napisan uz mentorstvo profesora visoke škole dr. sc. Živka Kondića. U članku je prikazan optimalni model održavanja na liniji za pečenje suhe opeke, odnosno na postrojenju za dovod zraka plamenicima. Na temelju provedenog izračuna, pouzdanosti elemenata i kompletnog postrojenja te objektivnih mjerenja koja su bila moguća, izabire se optimalni model održavanja za konkretan sustav. Na kraju se iznose prijedlozi za održavanje, s ciljem očuvanja visoke pouzdanosti i raspoloživosti spomenutog postrojenja. Opisani postupak primjenjiv je u praksi, uz razmatranje svih komponenata, podsklopova i sklopova na postrojenju. Nakon izdvajanja kritičnih, moguć je objektivni izbor varijante održavanja.

Ključne riječi: održavanje, održavanje prema stanju, pouzdanost

Abstract:

The work presents the shorter outline of the thesis written by Vjeran Breški, the undergraduate of Electrical Engineering at the University of Applied Sciences in Varaždin, under the mentorship of professor Živko Kondić, Sc.D. The work presents how to choose the optimum model of maintenance according to the condition on the line for dry brick burning, i.e. in the plant for burners' air supply. On the basis of applied calculation of reliability of elements and of the whole plant and the objective measurements which were possible, the choice of the optimum model of maintenance is made for the particular system. In the end, specific maintenance suggestions are made; the aim is to preserve high reliability and disposability of the mentioned plant. The described procedure is applicable in practice by taking into consideration all the components, subsystems and systems of the plant. After separating the critical variants, the objective choice of maintenance variant is possible.

Key words: maintenance, maintenance according to the condition, reliability

1. UVODNO RAZMATRANJE

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

Tehnički sustavi u gospodarstvu pružaju mogućnost primjene većeg broja modela održavanja prema stanju. Razlikuju se dva modela (slika 1.):

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

Održavanje prema stanju s kontrolom parametara predviđa stalnu ili periodičnu kontrolu te mjerenje tehničkih parametara kojima se određuje stanje sastavnih komponenata ili sustava. Odluka o održavanju donosi se kad vrijednosti kontroliranih parametara dostignu granicu upotrebljivosti, odnosno pred kritičnu razinu.

Održavanje prema stanju s kontrolom razine pouzdanosti sastoji se u prikupljanju, obradi i analizi podataka o pouzdanosti sastavnih komponenata ili sustava te o razradi održavanja.

Kako oba modela imaju svojih prednosti na konkretnim sustavima, zanimao nas je izbor optimalnog modela održavanja prema stanju na liniji za pečenje suhe opeke u proizvodnom procesu.



Slika 1. Dva osnovna modela održavanja prema stanju

2. OPIS RADA NA LINIJI ZA PEČENJE SUHE OPEKE

Proces za izradu i pečenje opeke sastoji se od sedam proizvodnih linija (slika 2.). Proizvodnja počinje linijom za grubu obradu zemlje, gdje se u transportni dodavač otprema grubo iskopana zemlja - glina. Nakon toga zemlja dolazi do drobilice pa do mlina. Tako pripremljena glina odvozi se do mjesta za odležavanje.

Završetkom linije za grubu obradu počinje proizvodna linija opeke ili linija modeliranja. Linija počinje mlinom za fino mljevenje. Mljevena glina odlazi u homogenizator gdje se miješa i prema potrebi joj se dodaje voda. Tako se glina pari. Prije samog modeliranja, glina se ponovno miješa u mješalici. Modeliranje se provodi u preši pod kontroliranim uvjetima prema određenim modelima. Izlaskom iz preše, oblikovani modeli se režu na zadanu veličinu.

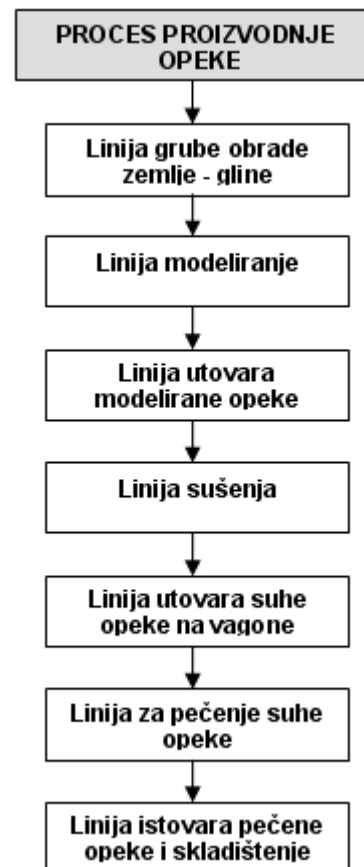
Linija utovara modelirane opeke je dio procesa gdje se opeka utovaruje u vagone tunelske sušare. Utovar obavlja automatizirana robotska ruka.

Nakon takvog utovara počinje linija sušenja. Linija se sastoji od tunelske sušare u koju se upuhuje zagrijani suhi zrak. Poslije sušenja modelirana opeka dolazi do linije utovara suhe opeke u vagone tunelske peći. I u ovom slučaju utovar je automatiziran. Automatski sustav potiskuje vagona pred tunel.

Automatskim potiskivanjem vagona ispred tunela prema tunelskoj peći počinje linija pečenja. U određenim vremenskim razmacima, u peć odlazi po jedan vagon. Vagon u peći za pečenje prolazi tri zone: zonu zagrijavanja, zonu pečenja i zonu ohlađivanja. Nakon izlaska vagona s pečenom opekama iz tunelske peći, automatski sustav potiskuje vagona na liniju istovara.

Na liniji istovara automatizirana robotska ruka istovaruje pečenu opeku na transportnu traku, a automatski sustav za potiskivanje vagona gura prazne vagone na daljnji utovar suhe opeke.

Po dolasku pečene opeke s transportne trake, automatskim putem opeka se stavlja na palete koje se zatim omataju plastičnom folijom. Zapakirana opeka se viličarima odvozi na skladištenje.



Slika 2. Proces proizvodnje opeke

3. ODRŽAVANJE PREMA STANJU S KONTROLOM RAZINE POUZDANOSTI

Održavanje prema stanju s kontrolom razine pouzdanosti svodi se na to da se linija za pečenje suhe opeke koristi bez ograničenja između remontanog resursa, uz obavezno održavanje kako bi se otklonili nastali kvarovi. Stvarna razina pouzdanosti je u granicama utvrđenih (dopuštenih) normi. Ako dođe do odstupanja od tih normi, analizira se uzrok odstupanja te se povećava razina pouzdanosti linije.

Kod ovog modela održavanja, kao kriterij tehničkog stanja linije usvaja se razina pouzdanosti, a izražava se pokazateljima pouzdanosti. U našem slučaju izabran je intenzitet kvara (λ) kao pokazatelj pouzdanosti jer je pogodan za usporedne analize i ima informacije o tehničkom stanju linije koja se promatra.

Intenzitet kvara računa se [1] prema izrazu:

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{1-F(t)} = -\frac{1}{R(t)} \cdot \frac{dR}{dt} \quad (1)$$

Rješavanjem jednadžbe (1) po $R(t)$ i $f(t)$ dobiva se:

$$R(t) = e^{-\int_0^t \lambda(t) \cdot dt} \quad (2)$$

$$f(t) = \lambda(t) \cdot e^{-\int_0^t \lambda(t) \cdot dt} \quad (3)$$

Ove dvije jednadžbe daju vezu između intenziteta kvara i funkcije pouzdanosti, odnosno gustoće funkcije razdiobe. Iz ovih jednadžbi mogu se izvesti sljedeći zaključci za intenzitet kvara:

- intenzitet kvara je definiran za sve pozitivne vrijednosti promjenljive “t”
- intenzitet kvara je negativna funkcija
- $\int_0^{\infty} \lambda(t) \cdot dt \rightarrow \infty$ (4)

Imajući u vidu izraze (1), (2), (3), funkcija intenziteta kvara dana izrazom (1) može imati oblik

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} \quad (5)$$

Izraz za funkciju intenziteta kvara (5) može se primijeniti u slučaju bilo koje funkcije gustoće kvara, a odnosi se na prekidne promjene i možemo ga izraziti kao

$$\lambda(t) = \frac{N_2(\Delta t)}{[N \cdot (t - \Delta t)] \cdot \Delta t} \quad (6)$$

Intenzitet kvara može se izračunati i preko srednjeg vremena između kvarova \bar{T}_{uk} :

$$\lambda = \frac{1}{\bar{T}_{uk}} \quad (7)$$

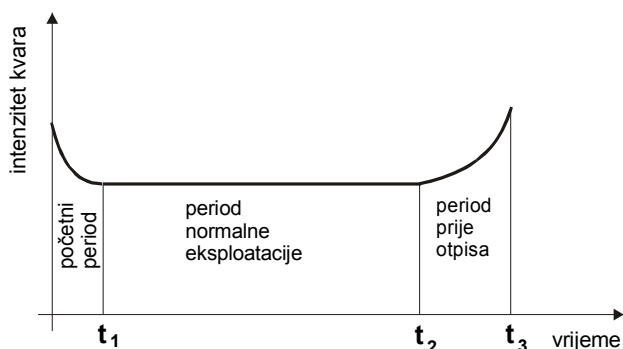
Srednje vrijeme “U KVARU” određuje se prema:

$$\bar{T}_{uk} = \frac{\sum_{i=1}^m t_{uk(i)}}{m} \quad (8)$$

gdje je: m - broj pojava “u kvaru”

Važnost funkcije intenziteta kvara je u tome što ona pokazuje promjenu intenziteta kvara tijekom vijeka trajanja tehničkog sistema. Na primjer, dva tehnička sistema mogu imati istu pouzdanost u određenom trenutku vremena, ali se intenziteti kvarova do tog trenutka vremena mogu razlikovati.

Na slici 3. prikazana je promjena intenziteta kvara u funkciji vremena.



Slika 3. Promjena λ u funkciji vremena

Na slici uočavamo tri perioda za koja su uobičajeni nazivi:

- prvi period ili period ranih kvarova
- drugi period ili period “konstantnog” intenziteta kvara
- treći period ili period starenja komponenta

Prvi period ili period ranih kvarova je vrijeme nakon stavljanja tehničkog sustava u eksploataciju, kada dolazi do kvarova na nepouzdanim komponentama. Ovi kvarovi mogu biti uzrokovani greškama u proizvodnji, u materijalu, oštećenjima pri transportu i sl. Mnogi rani kvarovi mogu se izbjeći tako da se sustav prije pusti u rad te boljom kontrolom proizvodnje (ulazna, međufazna i završna).

Drugi period ili period konstantnog intenziteta kvara je period normalnog rada gdje su kvarovi uglavnom slučajni. Eksponencijalna razdioba kvara se široko koristi kao matematički model za aproksimaciju ovog vremenskog perioda. On je različit za određene tipove komponenta, a važan je za prognoziranje i ocjenu pouzdanosti.

Treći period ili period starenja komponenta je period vremena kada intenzitet kvara brzo raste s vremenom. Na početku tog perioda, kvarovi nastaju zbog dotrajalosti elemenata tako da ih je potrebno zamijeniti. Preventivne intervencije su korisne i zasnivaju se na poznavanju ovog perioda.

U praksi je jako važno poznavati ova tri vremenska perioda jer tek tada možemo pristupiti adekvatnim preventivnim ili korektivnim radnjama.

Rani kvarovi mogu biti uklonjeni sistematskim postupcima kontrole i ispitivanja. Slučajni kvarovi mogu biti minimizirani adekvatnim projektiranjem i validacijom proizvoda. Starenje može biti eliminirano u vremenski određenim intervalima preventivnog održavanja za elemente s kraćim radnim vijekom.

Iskustvo je pokazalo da mnogi tehnički sistemi imaju krivulju intenziteta kvara koja odgovara obliku krivulje na slici 3. Prema tome, ako se krivulja $\lambda(t)$ na slici 3. može prihvatiti kao dobar model za određeni slučaj, onda se najveća pouzdanost postiže prethodnim radom tehničkog sistema do vremena t_1 , eksploatacijom u vremenu $t_2 - t_1$ i preventivnom zamjenom u vremenu t_2 . Eventualnom preventivnom zamjenom u periodu $t_2 - t_1$ ne bi se puno postiglo jer u tom periodu intenzitet kvara ne ovisi o vremenu.

Za analizu i izračun pouzdanosti sistema koriste se različiti matematički modeli koji daju vezu između pouzdanosti sistema i pouzdanosti njegovih elemenata. U praksi nailazimo na sljedeće veze:

- serijsku
- paralelnu
- pasivnu paralelnu
- djelomično paralelnu
- specifičnu
 - * kvazi-serijsku
 - * kvazi-paralelnu
- kompleksnu

3.1. Serijska veza elemenata

Ako kvar na tehničkom sistemu ili sklopu nastaje zbog kvara na jednom od njegovih elemenata, može se smatrati da je uređaj sastavljen od serijske konfiguracije elemenata (slika 4.). U slučaju kvara na bilo kojem elementu, sklop sa serijskom vezom gubi svoju funkciju. U strojogradnji i elektrotehnici ima mnogo sklopova sa serijskom konfiguracijom elemenata i za njihovo prepoznavanje potrebno je poznavanje principa rada.



Slika 4. Serijska veza elemenata

Budući da je kvar na svakom pojedinačnom elementu slučajan, prema teoremu o složenoj vjerojatnosti važi relacija:

$$R_s = R_1 \cdot R_2 \cdot \dots \cdot R_n = \prod_{i=1}^n R_i \quad (9)$$

gdje je:

- R_s - pouzdanost cijelog sistema ili cjeline
- R_1, R_2, \dots, R_n - pouzdanost pojedinih elemenata

Ako je pouzdanost svih elemenata međusobno jednaka, tada se gornja formula može napisati u obliku

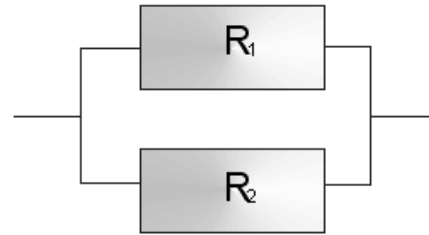
$$R_s = R^n \quad (10)$$

3.2. Paralelna veza

U praksi je čest slučaj da se u tehničkim sistemima koriste dodatni ili redundantni elementi kako bi se osiguralo da najmanje jedan od elemenata radi u predviđenom vremenu "t". Prema tome, redundanca je metoda povećavanja pouzdanosti sistema uvođenjem dopunskog broja elemenata ili veza u odnosu na minimalno neophodne za ispunjenje potrebnih funkcija u zadanim uvjetima rada. Postoje dva osnovna tipa redundance, aktivni i pasivni. Aktivne veze elemenata poznate su još pod nazivom čiste paralelne veze kod kojih su svi elementi u vezi aktivni, znači da su svi istodobno u funkciji. Pasivne veze koriste elemente koji se uključuju u rad kada je primarni element u kvaru. Ta zamjena se obavlja automatski ili ručno. U daljnjem tekstu pojašnjavaju se aktivne i pasivne paralelne veze.

Paralelna konfiguracija elemenata u strukturi sistema predstavlja takvu vezu kod koje kvar na svim elementima izaziva kvar na cijelom sustavu. U elektrotehničkim sklopovima ovakvih veza ima zaista mnogo. Čest je slučaj da se više otpornika, tranzistora ili drugih elektroničkih komponenata vežu paralelno radi osiguranja zahtijevane pouzdanosti ili sigurnosti. U strojogradnji također susrećemo paralelne veze. Paralelna konfiguracija koristi se pri projektiranju sistema (cjelina) kada treba osigurati uspješan rad uređaja, povećanje pouzdanosti ili radi povećanja sigurnosti korisnika i okoline.

Paralelna konfiguracija s gledišta pouzdanosti prikazana je na slici 5.



Slika 5. Paralelna veza elemenata

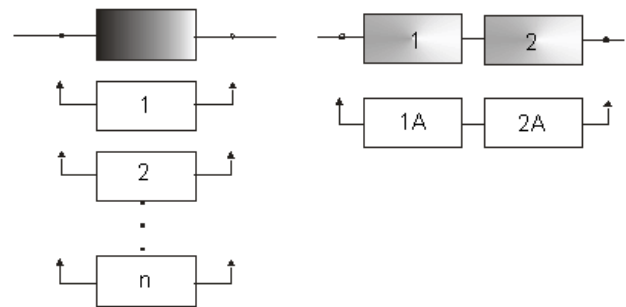
Opći analitički izraz za pouzdanost ove veze je

$$R_s = 1 - \prod_{i=1}^{i=n} (1 - R_i) \quad (11)$$

3.3. Pasivna paralelna veza

Pod pasivnom paralelnom vezom ili pasivnom pričuvom smatra se ugradnja paralelnog elementa, ali tako da se njegovo uključivanje u rad ostvaruje samo ako dođe do pojave stanja "u kvaru" elementa koji je aktivan. Često se ovakva konfiguracija naziva vezom s elementima u pričuvi.

Slika 6. prikazuje pasivnu paralelnu vezu.



Slika 6. Pasivna paralelna veza

Elementi u pričuvi ne funkcioniraju sve dok je ispravan element koji radi. U trenutku kvara elementa koji je do tada radio, uključuje se sljedeći element koji je bio u pričuvi, dok ostali i dalje ostaju u pričuvi. Uključivanje u rad pričuvnog elementa ostvaruje se uz pomoć prekidača. Prekidač koji služi za uključivanje elemenata u pričuvi može biti neki automatski senzorski uređaj koji otkriva kvar i odmah prebacuje vezu na idući element. Međutim, prekidač može biti i operater koji otkriva kvar i prebacuje vezu na element u pričuvi.

Funkcija pouzdanosti sustava za pasivne paralelne veze, čija je shema prikazana na slici 7., može se odrediti pomoću Poissonove raspodjele u obliku:

$$R_s(t) = \sum_{k=0}^n \frac{(\lambda \cdot t)^k}{k!} \cdot e^{-\lambda t} = \left[1 + \lambda \cdot t + \frac{(\lambda \cdot t)^2}{2!} + \dots + \frac{(\lambda \cdot t)^n}{n!} \right] \cdot e^{-\lambda t} \quad (12)$$

gdje je:

t = vrijeme

k = broj elemenata

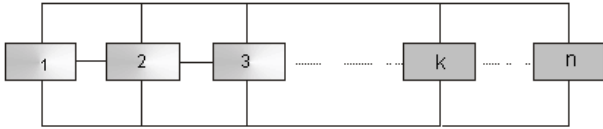
λ = intenzitet kvara

n = ukupan broj pričuvnih elemenata u sistemu (ukupan broj elemenata u sistemu je n+1)

3.4. Djelomično paralelna veza

Ima slučajeva kada je za uspješno funkcioniranje sistema potrebno više od jednog ispravnog elementa u paralelnoj konfiguraciji. Na primjer, na osmocilindričnom motoru nužno je da najmanje sedam svjećica od ukupno osam bude ispravno.

Ovakve veze mogu se nazvati djelomično paralelne veze, gdje sistem funkcionira s "k" ispravnih od "n" elemenata. Slika 7. prikazuje ovakvu vrstu veze.



Slika 7. Djelomično paralelna veza

Funkcija pouzdanosti za ovu vezu može se odrediti preko binomne raspodjele u obliku:

$$R_s(t) = \sum_{x=k}^{x=n} \frac{n!}{x!(n-x)!} \cdot [R_i(t)] \cdot [1 - R_i(t)]^{n-x} \quad (13)$$

gdje je:

- x - minimalni broj elemenata sistema koji moraju biti u ispravnom stanju (postavljeni kriterij)
- n - ukupan broj elemenata u sustavu
- $R_i(t)$ - pouzdanost elemenata sustava za vrijeme t

3.5. Specifična veza (kvazi-serijska i kvazi-paralelna)

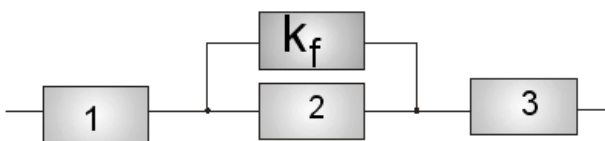
U stručnoj literaturi ovakve veze se spominju kao kvazi-veze, odnosno kvazi-serijske ili kvazi-paralelne. Postoje sistemi koji prema svom karakteru imaju karakteristike rednih ili paralelnih veza ili i jednih i drugih. To znači da se kod sistema s rednom vezom zna da je pri kvaru jednog elementa cijeli sistem u kvaru. Kod kvazi-serijske veze kvar jednog ili više elemenata ne uzrokuje kvar sistema, nego se rad nastavlja s pogoršanim karakteristikama.

Shema pouzdanosti sistema s kvazi-serijskom vezom prikazana je na slici 8., a pouzdanost se računa:

$$R_s = R_1 \cdot \left[1 - (1 - R_2)(1 - k_f) \right] \cdot R_3 \quad (14)$$

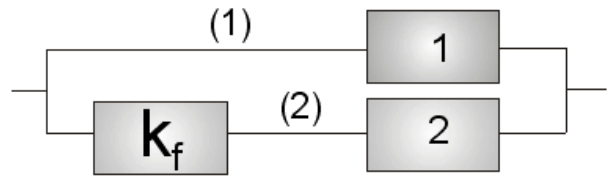
gdje je:

k_f - (uvjetno) fiktivni element sistema sa stanovišta pogoršavanja uvjeta rada



Slika 8. Kvazi-serijska veza

Kvazi-paralelna veza sistema, čija je shema prikazana na slici 9., predstavlja vezu osnovne grane (1) čije performanse odgovaraju performansama sistema i paralelne grane (2) čije performanse u potpunosti ne odgovaraju performansama sistema.



Slika 9. Kvazi-paralelna veza

Pouzdanost se računa kao

$$R_s = 1 - (1 - R_1) \cdot (1 - R_2 \cdot k_f) \quad (15)$$

Vrijednost koeficijenta k_f se računa kao

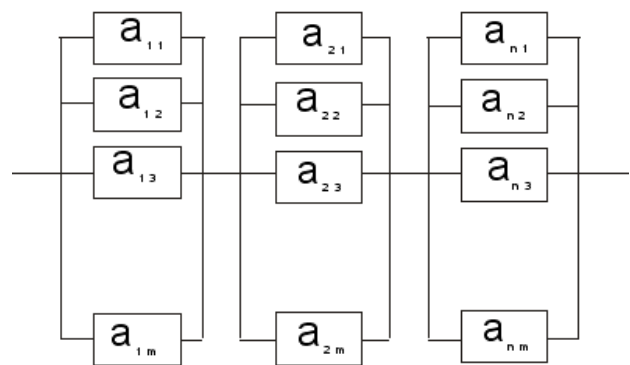
$$k_f = \frac{\text{performanse}(2)}{\text{performanse}(1)} < 1 \quad (16)$$

To znači da se pri kvaru osnovne grane (1) sistema s paralelnom granom (2) neće ostvarivati iste performanse sistema, pa će i pouzdanost grane (2) biti umanjena za faktor k_f koji u ovome slučaju predstavlja fiktivni element.

3.6. Kompleksna veza

U praksi se teško mogu naći tehnički sistemi sa čistom serijskom, paralelnom ili nekom drugom vezom elemenata. U najvećem broju slučajeva oni su skup elemenata od kojih su neki povezani paralelno, neki serijski ili nekom drugom vezom. Takve veze elemenata nazivaju se kompleksne. U svakom slučaju, kod ovakvih veza pristupa se formiranju blok dijagrama sistema i onda se, u ovisnosti od načina povezivanja elemenata, primjenjuju konkretni izrazi za izračun funkcije pouzdanosti cijelog sistema.

Na slici 10. prikazana je kompleksna veza elemenata u serijsko-paralelnoj kombinaciji.



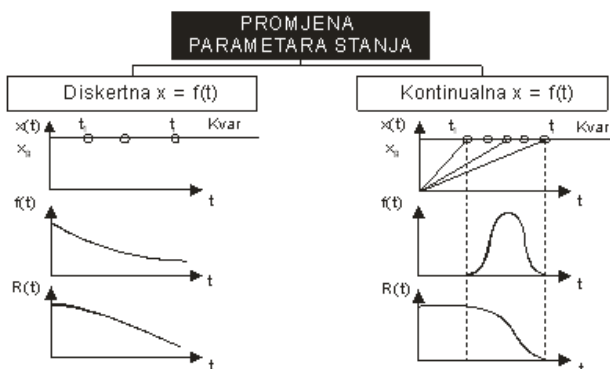
Slika 10. Kompleksna veza

4. ODRŽAVANJE PREMA STANJU S KONTROLOM PARAMETARA

Teoretska postavka ove koncepcije zasniva se na pregledu stanja, odnosno na diskretnom ili kontinuiranom praćenju stanja sastavnih elemenata i uočavanju ili prognoziranju vremenskog trenutka dostizanja graničnih vrijednosti stanja. Prema rezultatima pregleda, odnosno provjere stanja, poduzima se odgovarajuće održavanje.

Ova metodologija shematski je prikazana na slici 11., na kojoj se vidi mogući slučaj zakonitosti promjene parametara stanja $x(t)$ s dinamikom provjere stanja. Tu su definirane granice upozorenja (x_d – razina prije kvara) i granica kvara (x_g) koja se eksperimentalno utvrđuje i daje se u normativno-tehničkoj dokumentaciji sustava.

Na temelju prikupljenih promjena parametara stanja i utvrđenih odnosa parametara, određuju se potrebni postupci održavanja. Model ima plansko-preventivni karakter. Planiraju se periodičnosti i opseg postupaka pregleda stanja. Preventivni karakter osigurava se stalnim praćenjem parametara sustava radi pravodobnog otkrivanja kvara. Promatraju se dopuštene vrijednosti parametara stanja (x_d) ili se otkrivaju granične vrijednosti parametara stanja (x_g), pri kojoj se javlja kvar. Iz toga proizlazi da se ovaj model može primijeniti kod sustava koji imaju kontinuiranu promjenu stanja tijekom vremena eksploatacije, tj. kod sustava gdje se promjene stanja mogu iskazati kao funkcionalna ovisnost između intenziteta promjene parametara stanja i vremena rada, odnosno $x = f(t)$.



Slika 11. Model preventivnog održavanja prema stanju s provjerom parametara stanja

4.1. Tehnička dijagnostika – temelj održavanja prema stanju s provjerom parametara

Uz efikasnu primjenu održavanja sustava prema stanju na temelju provjere izabranih parametara, veže se i efikasna primjena tehničke dijagnostike.

Stanje dijagnosticiranog sustava definira se određenim (usvojenim) graničnim vrijednostima promatranog parametra. Uspoređivanjem izmjerenih (utvrđenih) vrijednosti promatranog parametra s propisanim graničnim vrijednostima, donosi se odluka o tome

ispunjava li sustav unaprijed definiranu (projektiranu) funkciju. Ukoliko se utvrdi da sustav ne ispunjava projektirani cilj, potrebno je održavanje (podešavanje, zamjena, popravak i sl.).

Najvažniji zadatak kod primjene tehničke dijagnostike je izbor adekvatnog parametra za praćenje stanja. Taj parametar mora imati svojstva tog procesa. Najčešće korišteni parametri za praćenje ispravnosti sustava su temperatura, broj okretaja, zakretni moment, opterećenje ili snaga, stupanj iskorištenja, buka i dr.

5. IZRAČUN POUZDANOSTI ELEMENATA POSTROJENJA ZA DOVOD ZRAKA PLAMENICIMA

U tablici 1. prikazane su izračunate vrijednosti svakog elementa postrojenja za dovod zraka plamenicima. Na temelju izračunatih vrijednosti mogla se izračunati pouzdanost kompletnog postrojenja za dovod zraka plamenicima.

Izračun je obavljen na temelju sljedećih ograničenja:

- postrojenje radi neprekidno tijekom godine (24 sata na dan)
- vrijeme rada svakog elementa je 365 dana, odnosno 8760 radnih sati
- vrijednost intenziteta kvarova za komponente uzete su na temelju iskustva

Za točan izračun pouzdanosti potrebni su stvarni podaci o funkcioniranju sustava u nekom vremenu eksploatacije. Budući da se o konkretnom sustavu ne vode podaci o kvarovima, o vremenima potrebnim za popravke, o utrošku rezervnih dijelova i ostali zapisi, izračunu pouzdanosti pristupilo se na temelju tabelarnih podataka o intenzitetima kvarova i podataka do kojih se došlo razgovorom s djelatnicima na održavanju.

Tablica 1. Pouzdanost elemenata postrojenja za dovod zraka plamenicima

| Elementi postrojenja za dovodenje zraka plamenicima | | | | |
|---|--|------------------------------------|---|---|
| Redni br.: | Element: | Vrijeme rada u jednoj godini t [h] | Intenzitet kvara λ [sat ⁻¹] | Pouzdanost $R(t) = e^{-\lambda t}$ elementa u vremenu "t" |
| 1. | START tipkalo T1 | 8760 [h] | 0.21×10^{-6} | $R_{T1} = 0.998$ |
| 2. | START tipkalo T2 | 8760 [h] | 0.21×10^{-6} | $R_{T2} = 0.998$ |
| 3. | Ručna sklopka S1 | 8760 [h] | 2.0×10^{-6} | $R_{S1} = 0.983$ |
| 4. | Ručna sklopka S2 | 8760 [h] | 2.0×10^{-6} | $R_{S2} = 0.983$ |
| 5. | Vodiči 2.5mm ² V1 | 8760 [h] | 0.0001×10^{-6} | $R_{V1} = 0.999$ |
| 6. | Vodiči 2.5mm ² V2 | 8760 [h] | 0.0001×10^{-6} | $R_{V2} = 0.999$ |
| 7. | Sklopnik (CN63) C1 | 8760 [h] | 1.01×10^{-6} | $R_{C1} = 0.991$ |
| 8. | Sklopnik (CN63) C2 | 8760 [h] | 1.01×10^{-6} | $R_{C2} = 0.991$ |
| 9. | Sklopnik (CN63) C3 | 8760 [h] | 1.01×10^{-6} | $R_{C3} = 0.991$ |
| 10. | Sklopnik (CN63) C4 | 8760 [h] | 1.01×10^{-6} | $R_{C4} = 0.991$ |
| 11. | Sklopnik (CN63) C5 | 8760 [h] | 1.01×10^{-6} | $R_{C5} = 0.991$ |
| 12. | Sklopnik (CN63) C6 | 8760 [h] | 1.01×10^{-6} | $R_{C6} = 0.991$ |
| 13. | Vremenski relej (CRT-01) D1 | 8760 [h] | 6.08×10^{-6} | $R_{D1} = 0.948$ |
| 14. | Vremenski relej (CRT-01) D2 | 8760 [h] | 6.08×10^{-6} | $R_{D2} = 0.948$ |
| 15. | Tromi osigurač (80A) F1 | 8760 [h] | 5.0×10^{-6} | $R_{F1} = 0.957$ |
| 16. | Tromi osigurač (80A) F2 | 8760 [h] | 5.0×10^{-6} | $R_{F2} = 0.957$ |
| 17. | Tromi osigurač (80A) F3 | 8760 [h] | 5.0×10^{-6} | $R_{F3} = 0.957$ |
| 18. | Tromi osigurač (80A) F4 | 8760 [h] | 5.0×10^{-6} | $R_{F4} = 0.957$ |
| 19. | Tromi osigurač (80A) F5 | 8760 [h] | 5.0×10^{-6} | $R_{F5} = 0.957$ |
| 20. | Tromi osigurač (80A) F6 | 8760 [h] | 5.0×10^{-6} | $R_{F6} = 0.957$ |
| 21. | Bimetalni relej E1 | 8760 [h] | 13.07×10^{-6} | $R_{E1} = 0.892$ |
| 22. | Bimetalni relej E2 | 8760 [h] | 13.07×10^{-6} | $R_{E2} = 0.892$ |
| 23. | Kabel (4x16mm ²) K1 | 8760 [h] | 0.0001×10^{-6} | $R_{K1} = 0.999$ |
| 24. | Kabel (4x16mm ²) K2 | 8760 [h] | 0.0001×10^{-6} | $R_{K2} = 0.999$ |
| 25. | Glavni trofazni asinkroni motor (22kW) M1 | 8760 [h] | 8.6×10^{-6} | $R_{M1} = 0.927$ |
| 26. | Pomoćni trofazni asinkroni motor (22kW) M2 | 8760 [h] | 8.6×10^{-6} | $R_{M2} = 0.927$ |
| 27. | Servomotor | 8760 [h] | 1.51×10^{-6} | $R_{SERVO} = 0.987$ |
| 28. | Zaklopka zraka servomotora | 8760 [h] | 0.02×10^{-6} | $R_{ZS} = 0.999$ |
| 29. | Kabel servomotora (4x2.5mm ²) | 8760 [h] | 0.0001×10^{-6} | $R_{KS} = 0.999$ |
| 30. | Tromi osigurač servomotora (1A) FIS | 8760 [h] | 5.0×10^{-6} | $R_{FIS} = 0.957$ |
| 31. | Relej 24V DC R1 | 8760 [h] | 1.01×10^{-6} | $R_{R1} = 0.991$ |
| 32. | Relej 24V DC R2 | 8760 [h] | 1.01×10^{-6} | $R_{R2} = 0.991$ |
| 33. | Vodiči za spajanje DC releja (1mm ²) | 8760 [h] | 0.0001×10^{-6} | $R_{VR} = 0.999$ |
| 34. | Membranski presostat | 8760 [h] | 8.0×10^{-6} | $R_{MP} = 0.932$ |
| 35. | Metalna cijev (promjer 25cm) | 8760 [h] | 0.0022×10^{-6} | $R_{MC} = 0.999$ |
| 36. | Gumena cijev presostata | 8760 [h] | 0.2×10^{-6} | $R_{CP} = 0.998$ |
| 37. | Ručna zaklopka zraka | 8760 [h] | 0.02×10^{-6} | $R_{RZ} = 0.999$ |
| 38. | Plastična cijev | 8760 [h] | 2.38×10^{-6} | $R_{PC} = 0.979$ |
| 39. | Plamenik | 8760 [h] | * 0.022×10^{-6} | $R_P = 0.999$ |
| 40. | Glavni ventilator (17kW) | 8760 [h] | 15.9×10^{-6} | $R_{GV} = 0.870$ |
| 41. | Pomoćni ventilator (17kW) | 8760 [h] | 15.9×10^{-6} | $R_{PV} = 0.870$ |
| 42. | Glavna ručna zaklopka zraka | 8760 [h] | 0.02×10^{-6} | $R_{GRZ} = 0.999$ |
| 43. | Pomoćna ručna zaklopka zraka | 8760 [h] | 0.02×10^{-6} | $R_{PRZ} = 0.999$ |
| 44. | Glavni metalni cijevovod (promjer 40cm) | 8760 [h] | 0.0022×10^{-6} | $R_{GMC} = 0.999$ |
| 45. | Sklopnik (CN16) C7 | 8760 [h] | 1.01×10^{-6} | $R_{C7} = 0.991$ |
| 46. | Sklopnik (CN16) C8 | 8760 [h] | 1.01×10^{-6} | $R_{C8} = 0.991$ |
| 47. | Simatic Siemens SITOP power 4 | 8760 [h] | * 0.022×10^{-6} | $R_{SITOP} = 0.999$ |

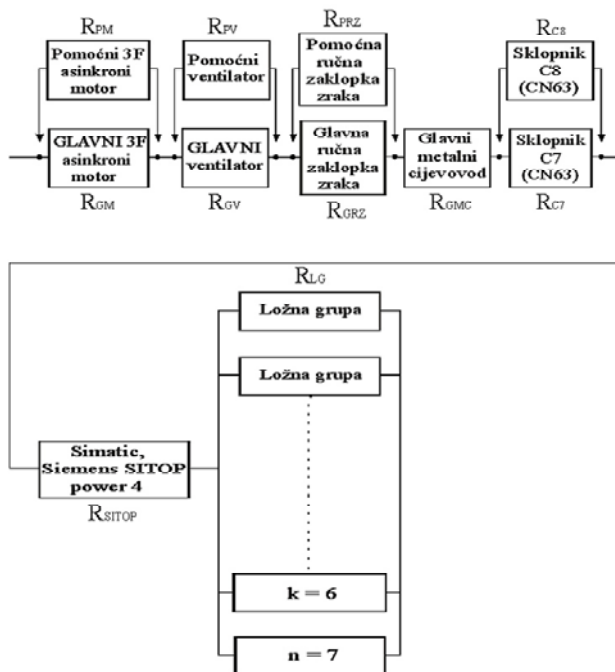
(*) – procijenjeni kvarovi

Na temelju izračunatih pouzdanosti elemenata, izračunata je pouzdanost glavnih sustava kao što su:

- automatski sustav (zvijezda – trokut) za zalet glavnog trofaznog asinkronog motora nazivne snage 22 kW
- automatski sustav (zvijezda – trokut) za zalet pomoćnog trofaznog asinkronog motora nazivne snage 22 kW
- sustav za dovođenje zraka ložnoj grupi od ukupno 15 plamenika

Pouzdanost postrojenja za dovod zraka plamenicima za sedam mjesta za loženje izračunata je prema shemi na slici 12., ali na temelju prethodno izračunatih pouzdanosti glavnih sklopova. Vidljivo je da se struktura postrojenja sastoji od elemenata koji su vezani serijskom, pasivnom paralelnom i djelomično paralelnom vezom.

Pouzdanost sustava izračunata je na temelju izraza 9, 12 i 13:



Slika 12. Strukturna shema pouzdanosti postrojenja za dovod zraka plamenicima

$$R_{POSTROJENJA} = \left[R_{GM} \cdot \left(\frac{(\lambda \cdot t)^0}{0!} + \frac{(\lambda \cdot t)^1}{1!} \right) \right] \cdot \left[R_{GV} \cdot \left(\frac{(\lambda \cdot t)^0}{0!} + \frac{(\lambda \cdot t)^1}{1!} \right) \right] \cdot \left[R_{GRZ} \cdot \left(\frac{(\lambda \cdot t)^0}{0!} + \frac{(\lambda \cdot t)^1}{1!} \right) \right] \cdot R_{GMC} \cdot \left[R_{C7} \cdot \left(\frac{(\lambda \cdot t)^0}{0!} + \frac{(\lambda \cdot t)^1}{1!} \right) \right] \cdot R_{SITOP} \cdot \left[\frac{7!}{6!(7-6)!} \cdot (R_{LG})^6 \cdot (1-R_{LG})^{7-6} + \frac{7!}{7!(7-7)!} \cdot (R_{LG})^7 \cdot (1-R_{LG})^{7-7} \right]$$

$$R_{GM}(8760h) = 0,746 = e^{-\lambda t} \rightarrow \lambda = -\frac{\ln R_{GM}}{t} = \frac{\ln 0,746}{8760} = 33,45 \cdot 10^{-6} (sat^{-1})$$

$$R_{GV}(8760h) = 0,870 \rightarrow \lambda = 15,9 \cdot 10^{-6} (sat^{-1})$$

$$R_{GRZ}(8760h) = 0,999 \rightarrow \lambda = 0,02 \cdot 10^{-6} (sat^{-1})$$

$$R_{C7}(8760h) = 0,991 \rightarrow \lambda = 1,01 \cdot 10^{-6} (sat^{-1})$$

$$R_{POSTROJENJA} = \left[0,746 \cdot \left(\frac{(33,45 \cdot 10^{-6} \cdot 8760)^0}{0!} + \frac{(33,45 \cdot 10^{-6} \cdot 8760)^1}{1!} \right) \right] \cdot \left[0,870 \cdot \left(\frac{(15,9 \cdot 10^{-6} \cdot 8760)^0}{0!} + \frac{(15,9 \cdot 10^{-6} \cdot 8760)^1}{1!} \right) \right] \cdot \left[0,999 \cdot \left(\frac{(0,02 \cdot 10^{-6} \cdot 8760)^0}{0!} + \frac{(0,02 \cdot 10^{-6} \cdot 8760)^1}{1!} \right) \right] \cdot 0,999 \cdot \left[0,991 \cdot \left(\frac{(1,01 \cdot 10^{-6} \cdot 8760)^0}{0!} + \frac{(1,01 \cdot 10^{-6} \cdot 8760)^1}{1!} \right) \right] \cdot 0,999 \cdot \left[\frac{7!}{6!(7-6)!} \cdot (0,856)^6 \cdot (1-0,856)^{7-6} + \frac{7!}{7!(7-7)!} \cdot (0,856)^7 \cdot (1-0,856)^{7-7} \right] = 0,699$$

$$\left[0,870 \cdot \left(\frac{(15,9 \cdot 10^{-6} \cdot 8760)^0}{0!} + \frac{(15,9 \cdot 10^{-6} \cdot 8760)^1}{1!} \right) \right] \cdot \left[0,999 \cdot \left(\frac{(0,02 \cdot 10^{-6} \cdot 8760)^0}{0!} + \frac{(0,02 \cdot 10^{-6} \cdot 8760)^1}{1!} \right) \right] \cdot 0,999 \cdot \left[0,991 \cdot \left(\frac{(1,01 \cdot 10^{-6} \cdot 8760)^0}{0!} + \frac{(1,01 \cdot 10^{-6} \cdot 8760)^1}{1!} \right) \right] \cdot 0,999 \cdot \left[\frac{7!}{6!(7-6)!} \cdot (0,856)^6 \cdot (1-0,856)^{7-6} + \frac{7!}{7!(7-7)!} \cdot (0,856)^7 \cdot (1-0,856)^{7-7} \right] = 0,699$$

$$\left[0,999 \cdot \left(\frac{(0,02 \cdot 10^{-6} \cdot 8760)^0}{0!} + \frac{(0,02 \cdot 10^{-6} \cdot 8760)^1}{1!} \right) \right] \cdot 0,999 \cdot \left[0,991 \cdot \left(\frac{(1,01 \cdot 10^{-6} \cdot 8760)^0}{0!} + \frac{(1,01 \cdot 10^{-6} \cdot 8760)^1}{1!} \right) \right] \cdot 0,999 \cdot \left[\frac{7!}{6!(7-6)!} \cdot (0,856)^6 \cdot (1-0,856)^{7-6} + \frac{7!}{7!(7-7)!} \cdot (0,856)^7 \cdot (1-0,856)^{7-7} \right] = 0,699$$

$$\left[0,991 \cdot \left(\frac{(1,01 \cdot 10^{-6} \cdot 8760)^0}{0!} + \frac{(1,01 \cdot 10^{-6} \cdot 8760)^1}{1!} \right) \right] \cdot 0,999 \cdot \left[\frac{7!}{6!(7-6)!} \cdot (0,856)^6 \cdot (1-0,856)^{7-6} + \frac{7!}{7!(7-7)!} \cdot (0,856)^7 \cdot (1-0,856)^{7-7} \right] = 0,699$$

$$\left[\frac{7!}{6!(7-6)!} \cdot (0,856)^6 \cdot (1-0,856)^{7-6} + \frac{7!}{7!(7-7)!} \cdot (0,856)^7 \cdot (1-0,856)^{7-7} \right] = 0,699$$

Pouzdanost postrojenja za dovođenje zraka plamenicima iznosi:

$$R_{POSTROJENJA} = 0,699$$

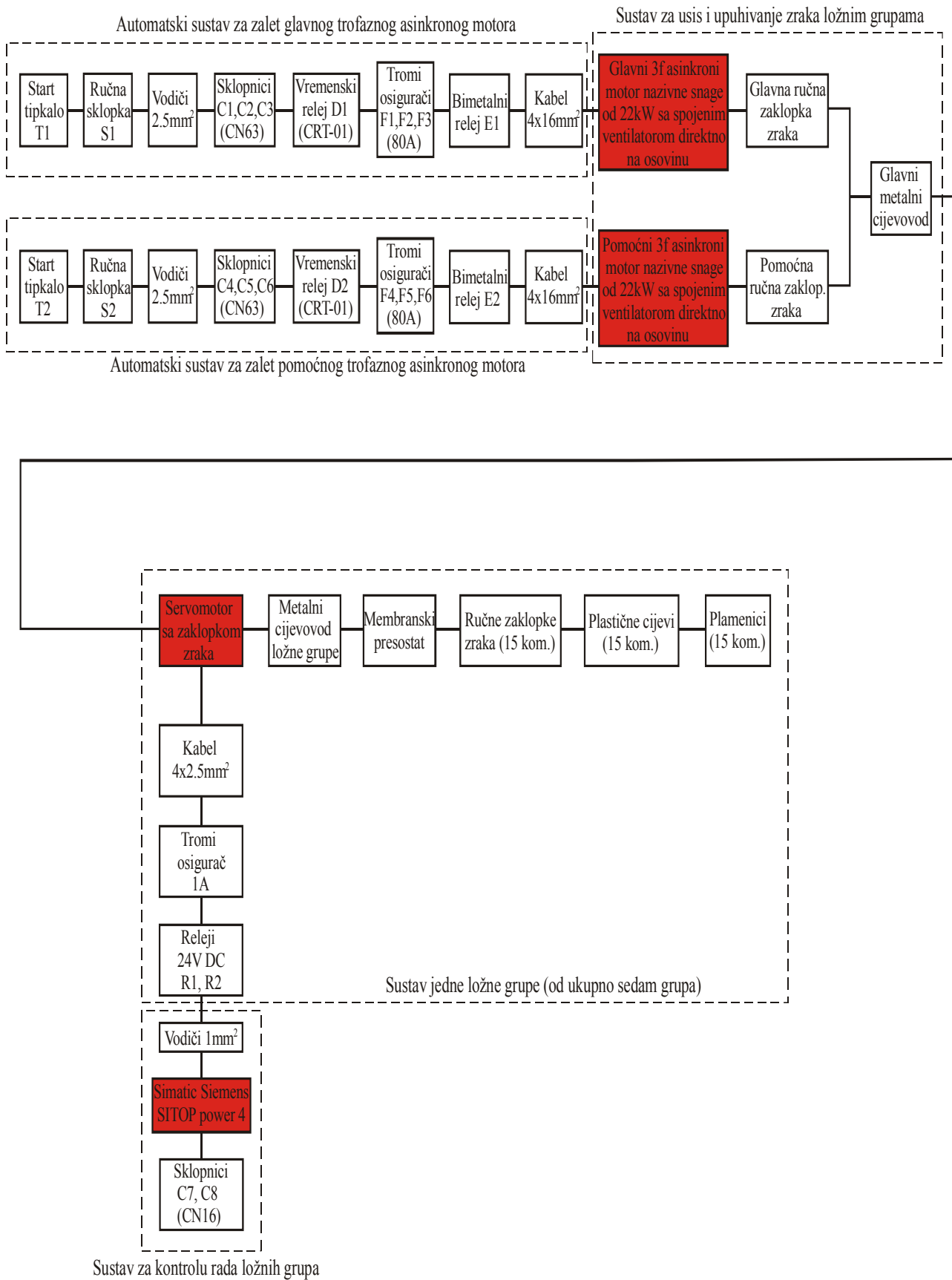
Vidljivo je da pouzdanost postrojenja za dovođenje zraka plamenicima iznosi 0,699 - odnosno 69,9 % - što znači da je unutar postrojenja vjerojatnost 69,9 % da se neće dogoditi nikakav kvar u razdoblju od jedne godine (8760 radnih sati).

6. MJERENJE PARAMETARA NA ELEMENTIMA POSTROJENJA

U konkretnom radu provedena su objektivna dijagnostička mjerenja na elektro-komponentama postrojenja za dovod zraka plamenicima (slika 13.), i to:

- Mjerenje neprekinutosti zaštitnog vodiča između glavnog razvodnog ormara (u daljnjem tekstu: GRO) i servomotora, simatica, glavnog trofaznog asinkronog motora te pomoćnog trofaznog motora
- Mjerenje otpora izolacije namota glavnog trofaznog asinkronog motora te namota pomoćnog trofaznog asinkronog motora
- Mjerenje buke glavnog trofaznog asinkronog motora i pomoćnog trofaznog asinkronog motora tijekom opterećenja
- Mjerenje vibracija na glavnom i pomoćnom trofaznom asinkronom motoru tijekom opterećenja
- Mjerenje radne temperature glavnog trofaznog asinkronog motora i pomoćnog trofaznog asinkronog motora tijekom opterećenja
- Mjerenje struje po fazama tijekom opterećenja na glavnom i pomoćnom trofaznom asinkronom motoru

Elementi postrojenja, na slici 13. označeni crvenom bojom, najčešće se provjeravaju subjektivnom dijagnostikom (vizualni pregled elemenata) pa zbog toga nisu razmatrani u ovom radu.



Slika 13. Strukturna shema postrojenja za dovođenje zraka plamenicima

7. IZBOR OPTIMALNOG MODELA ODRŽAVANJA

Na temelju rezultata mjerenja, u radu je izabrana optimalna varijanta održavanja prema usvojenim kriterijima i mjerilima. Predložena je varijanta održavanja prema stanju s kontrolom parametara. U tablici 2. prikazani su parametri predložene varijante održavanja.

Tablica 2. Parametri za modeliranje održavanja sustava za dovođenje zraka plamenicima

| Red.br. i Element | Dijagnostička metoda | Instrument | Granična vrijednost | Pouzdanost $R(t)$ elementa za vrijeme rada od 8760h | Vrijeme trajanja dijagnostike [minuta] | Period dijagnostike u razdoblju od jedne godine |
|---|--|---|---|---|--|---|
| 1. Glavni trofazni asinkroni motor nazivne snage od 22kW | mjerenje neprekinutosti PE zaštitnog vodiča između GRO-a i motora | Metrel Eurotest 61557 | $R_{PE} < 2 \Omega$ | 0.927 | 15 minuta | jednom godišnje |
| | mjerenje otpora izolacije namota motora | Metrel Eutotest 61557 | $R_{IZO} \geq 0,5 M \Omega$ | | 15 minuta | jednom godišnje |
| | mjerenje struje po fazama motora tijekom opterećenja | Strujna kliješta: MASTECH 266 clamp meter | $I_{L1}=I_{L2}=I_{L3}<I_n$ $I_n = 40A$ | | 5 minuta | triput godišnje |
| | mjerenje radne temperature motora tijekom opterećenja | kontaktni termometar Voltcraft 302 K/J | $T_{mj} << 155^\circ C$ | | 15 minuta | triput godišnje |
| | mjerenje buke motora tijekom opterećenja | bukomjer: SVAN 949 | $Leq < 85dB$ | | 10 minuta | jednom godišnje |
| | mjerenje vibracija motora (ukupne i ležaji) | SKF, CMVL 3600-IS | uk.vib.< 3.65mm/s vib.lež<3gE | | 10 minuta | jednom mjesečno |
| | subjektivno određivanje radne temperature motora tijekom opterećenja | operater | $T_{mj} << 155^\circ C$ | | 1 minuta | jednom mjesečno |
| | vizualni pregled motora | operater | - | | 1 minuta | jednom mjesečno |
| 2. Pomoćni trofazni asinkroni motor nazivne snage od 22kW | mjerenje neprekinutosti PE zaštitnog vodiča između GRO-a i motora | Metrel Eurotest 61557 | $R_{PE} < 2 \Omega$ | 0.927 | 15 minuta | jednom godišnje |
| | mjerenje otpora izolacije namota motora | Metrel Eutotest 61557 | $R_{IZO} \geq 0,5 M \Omega$ | | 15 minuta | jednom godišnje |
| | mjerenje struje po fazama motora tijekom opterećenja | strujna kliješta: MASTECH 266 clamp meter | $I_{L1}=I_{L2}=I_{L3}<I_n$ $I_n = 40A$ | | 5 minuta | triput godišnje |
| | mjerenje radne temperature motora tijekom opterećenja | kontaktni termometar Voltcraft 302 K/J | $T_{mj} << 155^\circ C$ | | 15 minuta | triput godišnje |
| | mjerenje buke motora tijekom opterećenja | bukomjer: SVAN 949 | $Leq < 85dB$ | | 10 minuta | jednom godišnje |
| | mjerenje vibracija motora (ukupne i ležaji) | SKF, CMVL 3600-IS | uk.vib.< 3.65mm/s vib.lež<3gE | | 10 minuta | jednom mjesečno |
| | subjektivno određivanje radne temp. motora tijekom opterećenja | operater | $T_{mj} << 155^\circ C$ | | 1 minuta | jednom mjesečno |
| | vizualni pregled motora | operater | - | | 1 minuta | jednom mjesečno |
| 3. Glavni ventilator nazivne snage od 17kW | vizualni pregled kućišta te lopatica ventilatora | operater | - | 0.870 | 30 minuta | dvaput godišnje |
| 4. Pomoćni ventilator nazivne snage od 17kW | vizualni pregled kućišta te lopatica ventilatora | operater | - | 0.870 | 30 minuta | dvaput godišnje |
| 5. Servomotor (sedam motora) | mjerenje neprekinutosti PE zaštitnog vodiča između GRO-a i motora | Metrel Eurotest 61557 | $R_{PE} < 2 \Omega$ | 0.987 | 60 minuta | jednom godišnje |
| | vizualni pregled motora | operater | - | | 30 minuta | jednom mjesečno |

| | | | | | | |
|--|---|-----------------------|---------------------|-------|-----------|-----------------|
| 6. Simatic Siemens SITOP power 4 | mjerenje neprekinutosti PE zaštitnog vodiča između GRO-a i simatic | Metrel Eurotest 61557 | $R_{PE} < 2 \Omega$ | 0.999 | 5 minuta | jednom godišnje |
| | vizualni pregled Simatica | operater | - | | 1 minuta | jednom mjesečno |
| 7. START tipkala (T1, T2) | vizualni pregled tipkala | operater | - | 0.998 | 10 minuta | jednom godišnje |
| 8. Ručne sklopke (S1, S2) | vizualni pregled sklopki | operater | - | 0.983 | 10 minuta | jednom godišnje |
| 9. Vodiči 2.5mm ² (V1, V2) | vizualni pregled izolacije i spojnih mjesta | operater | - | 0.999 | 15 minuta | jednom godišnje |
| 10. Sklopnici CN63 (C1,C2,C3,C4, C5,C6) | vizualni pregled kontakata sklopnika te spojnih mjesta | operater | - | 0.991 | 30 minuta | jednom godišnje |
| 11. Vremenski releji (D1, D2) | vizualni pregled kontakata releja te spojnih mjesta | operater | - | 0.948 | 20 minuta | jednom godišnje |
| 12. Tromi osigurači80A (F1,F2,F3,F4,F5,F6) | vizualni pregled spojnih mjesta (utora) osigurača | operater | - | 0.957 | 10 minuta | jednom godišnje |
| 13. Bimetalni releji (E1, E2) | vizualni pregled spojnih mjesta | operater | - | 0.892 | 5 minuta | jednom godišnje |
| | testiranje prorade releja na način namještanja proradne vrijednosti struje na vrijednost radne struje elektromotora | operater | - | | 20 minuta | dvaput godišnje |
| 14. Kabel 4x16mm ² (K1, K2) | vizualni pregled izolacije i spojnih mjesta | operater | - | 0.999 | 30 minuta | jednom godišnje |
| 15. Kabel servomotora 4x2.5mm ² (sedam kabela) | vizualni pregled izolacije i spojnih mjesta | operater | - | 0.999 | 30 minuta | jednom godišnje |
| 16. Tromi osigurači Servomotora 1A (od F1 do F7) | vizualni pregled spojnih mjesta (utora) osigurača | operater | - | 0.957 | 15 minuta | jednom godišnje |
| 17. Releji 24V DC (od R1do R14) | vizualni pregled kontakata releja te spojnih mjesta | operater | - | 0.991 | 30 minuta | jednom godišnje |
| 18. Vodiči od 1mm ² za spajanje DC releja | vizualni pregled izolacije i spojnih mjesta | operater | - | 0.999 | 15 minuta | jednom godišnje |
| 19. Membranski Presostati zraka (sedam presostata) | vizualni pregled | operater | - | 0.932 | 30 minuta | jednom godišnje |
| 20. Sklopnici CN16 (C7, C8) | vizualni pregled kontakata sklopnika te spojnih mjesta | operater | - | 0.991 | 10 minuta | jednom godišnje |
| Mehaničke komponente postrojenja za dovođenje zraka plamenicima | | | | | | |
| 21. Glavni metalni cjevovod promjera 40cm | vizualni pregled | operater | - | 0.999 | 5 minuta | jednom godišnje |
| 22. Metalne cijevi promjera 25cm (sedam cijevi) | vizualni pregled | operater | - | 0.999 | 15 minuta | jednom godišnje |
| 23. Glavna ručna Zaklopka zraka | vizualni pregled | operater | - | 0.999 | 5 minuta | jednom godišnje |
| 24. Pomoćna ručna Zaklopka zraka | vizualni pregled | operater | - | 0.999 | 5 minuta | jednom godišnje |
| 25. Ručna zaklopka zraka (105 kom) | vizualni pregled | operater | - | 0.999 | 90 minuta | jednom godišnje |
| 26. Plastična cijev (105 komada) | vizualni pregled | operater | - | 0.979 | 90 minuta | jednom godišnje |
| 27. Gumena cijev presostata (7 kom) | vizualni pregled | operater | - | 0.998 | 20 minuta | jednom godišnje |
| 28. Plamenik (105 komada) | vizualni pregled | operater | - | 0.999 | 90 minuta | jednom godišnje |

8. ZAKLJUČAK

Na temelju parametara prikazanih u tablici 2., razrađena je metodologija praktične primjene modela održavanja. Na osnovu podataka o kritičnim komponentama, određeni su najpovoljniji rokovi za ispitivanje, odnosno za usklađivanje vremena kontrole. Nakon toga razrađena je kompletna dijagnostika i u slučajevima intervencije, tj. onda kada treba ići u korektivnu akciju.

Optimalni model održavanja predložen je na temelju troškovne analize i maksimalne iskoristivosti i funkcionalnosti pojedinih komponenata kroz dulji vremenski period.

9. LITERATURA

- [1] Ž. Kondić-Kvaliteta i pouzdanost tehničkih sistema, Tiva, Varaždin, 2001.
- [2] Ž. Kondić-Održavanje industrijskih postrojenja, predavanja, Veleučilište u Varaždinu, 2008.
- [3] S. Sebastijanović -Osnove održavanja strojarskih konstrukcija, Magnus, Slavonski Brod, 2002.
- [4] Ž. Adamović i dr. -Preventivno održavanje u mašinstvu, Građevinska knjiga, Beograd, 1988.
- [5] E. Mileušnić -Ispitivanje električnih instalacija niskog napona, Intergrafika, Zagreb, 1996.
- [6] NN.20/03 -Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave

Podaci o autorima:

- 1. Vjeran Breški, ing.
- 2. dr.sc. Živko Kondić, prof.visoke škole, Veleučilište u Varaždinu

ARHITEKTURA EKSPERTNOG WEB SUSTAVA ZA PRIPREMU SPORTAŠA

Havaš L.¹

¹Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, Hrvatska

Sažetak. Kod svakog trenažnog procesa od iznimne je važnosti generiranje što boljeg programa pripreme. Samom izradom programa ne završava proces sustavnog praćenja izvedbe sportaša. U ovom radu se na osnovi kreiranog optimalnog podatkovnog modela, primjenom modernih ICT tehnologija, prikazuje razvoj jednog ekspertnog WEB sustava. Taj sustav na temelju trenutnog potencijala pojedinog sportaša i njegovog maksimalnog aerobnog kapaciteta, VO_{2max} faktora, kreira njegov program priprema. Unosom odgovarajućih treninga i povratnih informacija u dnevnik trčanja, program priprema omogućava kroz skladište podataka dubinsku analizu ostvarenih rezultata kako bi se modificirao trenažni proces te se pravodobno otkrili simptomi pod(pre)treniranosti. Na taj način se omogućuje bolja izvedba i pravodobno se smanjuje vjerojatnost ozljede ili neadekvatni rezultat.

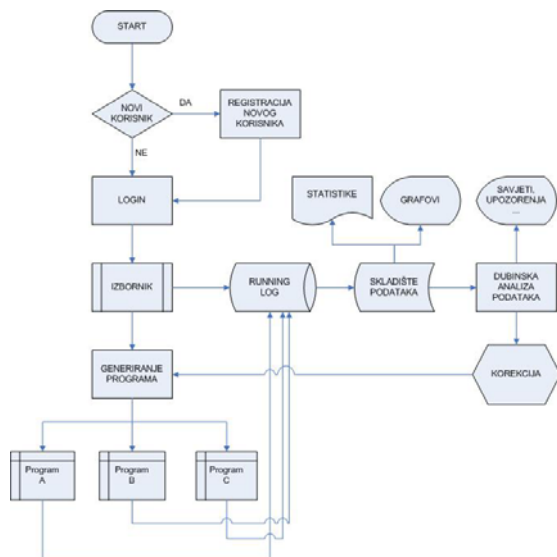
Ključne riječi: ICT tehnologije, WEB, skladište podataka, dubinska analiza, OLAP, ekspertni sustav, VO_{2max} program priprema, trenažni proces, dnevnik trčanja

Abstract. In every training process, generating the preparation programme of high quality is of extreme importance. The process of systematic monitoring of athlete's performance does not finish with the creation of the programme. This work, on the basis of created optimum data model and with applying modern ICT technologies, presents the development of an expert WEB system which on the basis of the individual athlete's current potential and his maximum aerobic capacity, VO_{2max} factor, creates his preparation programme; entering the appropriate training data and feedback into the Journal of Running enables through the data warehouse an in-depth analysis of achieved results with the goal of modifying the training process and recognizing the symptoms of under(over) training in time. In this way, the better performance is enabled and the probability of injuries or inadequate results is diminished in time.

Key words: ICT technologies, WEB, data warehouse, in-depth analysis, OLAP, expert system, VO_{2max} preparation programme, training process, journal of running.

1. UVOD

U članku se prikazuje razvoj jednog ekspertnog WEB sustava koji bi služio trkačima dugoprugašima kao "online trener" i kao sustav za pohranu i evidenciju odrađenih treninga. Vrlo je zahtjevno napraviti dobar sustav generiranja programa za pripremu atletičara. Svaki čovjek, pa tako i svaki sportaš, zahtijeva individualan pristup i posebne metode za razvoj njegovih potencijala. Realizacija sustava koji će podržavati veliki raspon usluga dovodi do generiranja raznovrsnih podataka. Ti podaci se konceptualnim, logičkim i fizičkim modeliranjem ostvaruju unutar sustava za upravljanje bazom i skladištem podataka. Brzi pristup do traženih podataka i usluga, uz uvjet minimalnog korištenja komunikacijskih resursa, glavni je zahtjev u izgradnji optimalne arhitekture takvoga telekomunikacijskog informacijskog sustava. Generiranje dobrog programa za ciljanu atletske discipline, odnosno utrku, samo je prvi korak u sustavnom praćenju sportaša u njegovom trenažnom procesu. U svrhu analize odrađenih treninga, treba izraditi bazu podataka koja će u obliku dnevnika trčanja, putem weba, prikupljati podatke od korisnika. Posebnim dizajnom skladišta podataka i periodičkim migracijama podataka iz dnevnika trčanja, omogućila bi se dubinska analiza zamišljenih i ostvarenih rezultata svakog natjecatelja. Prepoznali bi se simptomi pretreniranosti, podtreniranosti ili neadekvatni ili neučinkoviti trenažni elementi koji bi se zamijenili primjerenijim rješenjima. Na taj se način gradi dinamičan program priprema, uz smanjenu vjerojatnost ozljede ili bolesti u vrijeme trenažnog procesa. Ujedno se traže bolje metode prilagođene svakom atletičaru da se poboljšaju njegovi rezultati. Dijagram toka ovog ekspertnog web sustava prikazan je na slici 1.



Slika 1. Dijagram toka ekspertnog sustava

U drugom dijelu članka prikazuje se primjena modernih ICT tehnologija u razvoju sportskog ekspertnog sustava. U trećem dijelu prikazan je modul za registraciju novih i prijavu postojećih korisnika sustava. Četvrti dio donosi trenutačni potencijal atletičara dugoprugaša i izračun njegovog maksimalnog aerobnog kapaciteta VO_{2max} te generiranje pripremnih programa. Peti dio obrađuje kreiranje šifrnika trenažnih elemenata. Šesti dio prikazuje dnevnik trčanja i način formiranja skladišta podataka. Sedmi dio članka donosi metode i postupke dubinske analize te dinamičko redizajniranje programa za pripreme. Završni, osmi dio je rezime iznesenog te prikaz korištene literature.

2. PRIMJENA ICT TEHNOLOGIJA U SPORTU

Suvremen način života, poslovanja i pružanja usluga danas je nezamisliv bez sustava zasnovanog na informacijskim i komunikacijskim tehnologijama. Brzina razvoja novih ICT tehnologija zahtijeva njihovo stalno praćenje. Tako bi se nadogradnjom starih ili uvođenjem novih proizvoda i sustava pravodobno i optimalno iskoristile mogućnosti unapređenja nekih servisa i usluga. Mobilne podatkovne usluge omogućuju dostupnost informacija bilo kada i s bilo kojeg mjesta. Uz razvoj i uvođenje weba druge generacije, otvara se mogućnost za brzu interaktivnu dvosmjernu komunikaciju između korisnika ili korisnika i računalnih servisa.

U ovom članku opisan je razvoj jednog sportskog ekspertnog sustava, baziranog na tretiranju mreže kao platforme za ubrzan protok informacija između trenera i sportaša. Otvorenost, sloboda i kolektivna inteligencija takvog sustava raste s vremenom i uz povećanje broja korisnika. Tako se, za razliku od klasičnih trenažnih metoda, smanjuje mogućnost pogreške i osigurava se veća vjerojatnost izvrsnih sportskih rezultata.

Korištenjem interneta i mobilnih komunikacija, dolazi do promjena u strukturi pristupa svakom pojedinom sportašu bez obzira na njegovu trenutačnu lokaciju ili raspoloživost.

Na taj način postizemo:

- povećanu fleksibilnost
- povećanu praktičnost
- povećanu transparentnost
- omogućen je prikaz stanja pripremljenosti sportaša u stvarnom vremenu
- osiguravamo trenutnu dvosmjernu razmjenu informacija sa sportašima
- omogućujemo izravan i individualan pristup krajnjim korisnicima
- smanjujemo troškove treniranja
- potičemo nestajanje posrednika
- ubrzano razvijamo softverske agente koji brinu o sportašu tijekom trenažnog perioda

ICT tehnologija danas prati korisnika – sportaša u svim fazama pripremnog perioda. To razdoblje uključuje donošenje odluke vezane uz izradu samog programa priprema, konzultacije sa sustavom tijekom pripremnog perioda, dinamičko modificiranje pripremnog programa, a nakon odrađenog pripremnog perioda omogućuje analizu ostvarenih rezultata.

Neki sustavi su još sofisticiraniji pa statističkim metodama obrađuju prethodne upite i interese korisnika. Namjera im je da što bolje ponude uslugu koja bi sportaša zadovoljila u potpunosti.

Vrlo važan je i raspon usluga koje u pripremi sportaša mogu ponuditi mobilni uređaji. Mobilni su postali prikladni što se tiče dizajna, cijene, povezanosti, računalne i memorijske snage te ostalih faktora koji omogućuju njihovu izvrsnu iskoristivost u području sporta, priprema i prijenosa podataka na otvorenom prostoru. Pri dizajniranju takvih servisa za mobilne uređaje, potrebno je obratiti pozornost na mnoge interdisciplinarnе čimbenike. To su: psihološki (dizajn korisničkog sučelja), tehnološki (propusnost veze prema internetu, snaga procesora, memorija, prepoznavanje govora i glasovne naredbe) i sigurnosni (privatnost podataka).

Primjenom spomenutih ICT tehnologija, trebamo težiti ostvarenju što veće lokalizacije i personalizacije aplikacija i servisa kako bi postigli kontekstualno usmjerene usluge prilagođene kognitivnim i psihološkim aspektima sportaša. Takvi sustavi moraju biti fleksibilni i modularni, a svakako prilagođeni potrebama korisnika, uz očuvanje integriteta baze podataka.

Cilj dizajna servisa je taj da korisniku pruži važne informacije, s obzirom na okolnosti u kojima se on nalazi u određenom trenutku. Time se stvaraju preduvjeti za prihvaćanje takvih aplikacija od strane korisnika i unapređenje njegovih sportskih dometa, uz smanjenje vjerojatnosti pojave ozljeda ili bolesti tijekom karijere.

3. REGISTRACIJA I PRIJAVA KORISNIKA

Prilikom registracije svaki korisnik sam definira svoje korisničko ime i lozinku te elektroničku adresu na koju mu se šalje aktivacijski link. Po primitku aktivacijskog koda i pritiskom na aktivacijski link, korisnik je registriran u sustav. Podaci svakog korisnika se kasnije osobno mogu dopuniti ili ažurirati. Zbog sigurnosti i

zaštite privatnosti podataka, korisnička lozinka se šifrira MD5 algoritmom, 128-bitnom kriptografskom hash funkcijom ratificiranom internetskim standardom RFC 1321 te se u takvom obliku pohranjuje u bazu podataka. MD5 je 1991. godine dizajnirao Ronald Rivest, kao nadgradnju hash sustava MD4 [15]. U slučaju da je potrebna još veća sigurnost pohranjenih lozinki, moguće je implementirati jedan od SHA algoritama (SHA-0, SHA-1, SHA-2). Tek nakon aktivacije, korisniku je omogućena prijava u sustav.

Sustav prepoznaje nekoliko autorizacijskih razina izbornika i razlikuje administratora od običnog korisnika. Sukladno tome, određeni dio izborničkih funkcija prikazuje se ili sakriva od korisnika.

4. IZRAČUNAVANJE VO_{2max} FAKTORA I GENERIRANJE PROGRAMA

Ovaj modul je zamišljen da u formi ekspertnog sustava kreira željeni program koji bi pripremio atletičare dugoprugaše za jednu od sljedećih disciplina:

- 5000 metara
- 10000 metara
- 21097 metara (polumaraton)
- 42195 metara (maraton)

Za svaku od ponuđenih disciplina moguće je odabrati 3 težine generiranog programa: program A (početnici), program B (napredni trkači), program C (poluelitni i elitni trkači). Korisnik također može odabrati dužinu svojih priprema, između 12-24 tjedna te prvi dan svojih priprema.

Kao ulazni parametar bilježi se trenutačna tjedna kilometraža korisnika i izračunava se „startna točka“, odnosno njegov trenutačni potencijal.

U ovom radu bit će prikazano kako odrediti VO_{2max} faktor, tj. maksimalni aerobni kapacitet.

4.1. Izračunavanje maksimalnog aerobnog kapaciteta VO_{2max}

Kad je riječ o sposobnosti da tijelo obavlja aerobni rad misli se na sposobnost uzimanja kisika, prelazak tog kisika iz pluća u krv i na njegovo iskorištavanje u mišićima.

Sve se to pokušalo pretvoriti u formule i brojke kojima bi se ta sposobnost mjerila, pratila i mijenjalo. Tako je smišljen koncept maksimalnog primitka kisika ili VO_{2max} kao mjera kondicije. *Maksimalni aerobni kapacitet VO_{2max} možemo definirati kao maksimalnu količinu kisika koju srce može poslati mišićima i koji oni mogu iskoristiti za proizvodnju energije.* VO_{2max} se izražava relativno u odnosu na težinu atletičara. Jedinice u kojima se iskazuje su mililitri kisika na kilogram tjelesne težine u minuti (ml / kg / min).

David E. Martin i Peter N. Coe [6] izvode sljedeći izraz:

$$VO_{2max} = (f_{cmax} \times Q_{smax}) \times \max a - vO_2 \text{ razlika}$$

gdje je:

- f_{cmax} = maksimalna srčana frekvencija
- Q_{smax} = maksimalni volumen istisnute krvi
- $a - vO_2$ = razlika prenesenog i iskorištenog kisika arterijske i venske krvi

Prosječan muškarac u dvadesetim godinama života koji živi sjedilačkim načinom života ima VO_{2max} između 44-51 (ml/kg/min), a žena istih godina 35-43 (ml/kg/min). Ljudi koji treniraju trčanje na duge pruge, na razinama od rekreativnih do elitnih, imaju vrijednosti od 43-73 (ml/kg/min) za žene do 51-84 (ml/kg/min) za muškarce. Iako je najtočnije mjerenje i određivanje maksimalnog aerobnog kapaciteta (VO_{2max}) u laboratorijskim uvjetima, zbog nemogućnosti da se svi korisnici sustava podvrgnu tom testiranju, VO_{2max} faktor trebalo je odrediti drukčije.

Za izračun trenutačnog maksimalnog aerobnog kapaciteta postoji više raspoloživih (i dobrih) metoda: *Balke test, Cooper test, Astrand test* i drugi. Ovdje je odabrana metoda izračunavanja VO_{2max} faktora koju su predložili Daniels i Gilbert 1979. godine [4].

Od svih danas poznatih (i priznatih) metoda, ova je najteža za izračunavanje, ali daje najtočnije podatke.

Maksimalni aerobni kapacitet (VO_{2max}) izračunava se na temelju nedavno istrčane utrke korištenjem sljedećih formula:

$$1.) p_{max} = 0,8 + 0,1894393 \cdot e^{-0,012778 \cdot time} + 0,2989558 \cdot e^{-0,1932605 \cdot time}$$

$$2.) VO_2 = -4,60 + 0,182258 \cdot velocity + 0,000104 \cdot velocity^2$$

$$3.) VO_{2max} = \frac{VO_2}{P_{max}}$$

gdje je:

time = vrijeme trčanja u minutama,

velocity = brzina trčanja u metrima u minuti.

Newton–Raphson metodom izračunavaju se potencijalna ostvarenja na ostalim udaljenostima, od 800 metara pa do maratona (42195 metara) i to na sljedeći način:

Uz poznati VO_{2max} predvidimo „time“ u izrazu 1.) i izračunamo „ p_{max} “. Iz tog podatka i poznatog VO_{2max} izračunamo VO_2 . Kada znamo VO_2 , možemo riješiti kvadratnu jednadžbu u izrazu 2.). Uzima se samo pozitivno od 2 rješenja koje daje kvadratna jednadžba. Iz poznatog rješenja za velocity (metara u minuti) i željene udaljenosti, npr. 3000 metara, izračuna se vrijeme = $distance/velocity$. Sada se uspoređi izračunato vrijeme i ono predviđeno koje smo unijeli u izraz 1.). U petlji se korigira „time“ dok se ne dobije da je odstupanje manje od 0,001%, odnosno da se otprilike poklapaju vremena. Sad se uzme druga udaljenost, na primjer 5000 metara, te se ponovi iterativni postupak.

Primjer: Za istrčanu udaljenost od 5000 metara u vremenu 17' 30", dobije se $VO_{2max} = 58,20$ (ml/kg/min). Opisanom Newton-Raphson metodom se izračunaju potencijalna ostvarenja tog trkača na ostalim udaljenostima:

| Udaljenost | Vrijeme trčanja |
|------------|-----------------|
| 800 m | 2:23.12 |
| 1500 m | 4:42.81 |
| 3000 m | 10:05.95 |
| 5000 m | 17:30.00 |
| 10000 m | 36:17.86 |
| 21097 m | 1:20:14.37 |
| 42195 m | 2:47:40.52 |

Tablica 1. Predviđanje rezultata

Da se ne bi morao ponavljati iterativni postupak za svakog novog korisnika ili za svaku promjenu maksimalnog aerobnog kapaciteta, što je uobičajena pojava u trenažnom procesu, unaprijed su izračunati i pohranjeni u bazi podataka podaci za VO_{2max} od 30 do 90. Dio takve tablice je prikazan na slici 2.

Pregled VO_{2MAX} tablice

| id | VO_{2max} | 800m | 1500m | 3000m | 5000m | half_marathon | marathon |
|----|-------------|---------|-------|-------|-------|---------------|----------|
| 1 | 30 | 04:16.2 | 08:30 | 17:56 | 30:40 | 02:21:04 | 04:49:17 |
| 2 | 31 | 04:08.4 | 08:15 | 17:27 | 29:51 | 02:17:21 | 04:41:57 |
| 3 | 32 | 04:02.4 | 08:02 | 16:59 | 29:05 | 02:13:49 | 04:34:59 |
| 4 | 33 | 03:55.6 | 07:49 | 16:33 | 28:21 | 02:10:27 | 04:28:22 |
| 5 | 35 | 03:43.2 | 07:25 | 15:45 | 27:00 | 02:04:13 | 04:16:03 |
| 6 | 36 | 03:36.3 | 07:14 | 15:23 | 26:22 | 02:01:19 | 04:10:19 |
| 7 | 37 | 03:32.3 | 07:04 | 15:01 | 25:46 | 01:58:34 | 04:04:50 |
| 8 | 38 | 03:27.7 | 06:54 | 14:41 | 25:12 | 01:55:55 | 03:59:35 |
| 9 | 39 | 03:23.7 | 06:44 | 14:21 | 24:39 | 01:53:24 | 03:54:34 |
| 10 | 40 | 03:18.7 | 06:35 | 14:03 | 24:08 | 01:50:59 | 03:49:45 |
| 11 | 41 | 03:14.1 | 06:27 | 13:45 | 23:38 | 01:48:40 | 03:45:09 |
| 12 | 42 | 03:10.1 | 06:19 | 13:28 | 23:09 | 01:46:27 | 03:40:43 |
| 13 | 43 | 03:06 | 06:11 | 13:11 | 22:41 | 01:44:20 | 03:36:28 |
| 14 | 44 | 03:02 | 06:03 | 12:55 | 22:15 | 01:42:17 | 03:32:23 |
| 15 | 45 | 02:59.4 | 05:56 | 12:40 | 21:50 | 01:40:20 | 03:28:26 |
| 16 | 46 | 02:56.2 | 05:49 | 12:26 | 21:25 | 01:38:27 | 03:24:39 |
| 17 | 47 | 02:52.1 | 05:42 | 12:12 | 21:02 | 01:36:38 | 03:21:00 |

Slika 2. Prikaz dijela VO_{2max} tablice

Na temelju tih podataka korisnicima se omogućilo da sami unesu nedavno ostvareni rezultat na nekoj od predloženih udaljenosti:

- 5000 metara
- 10000 metara
- 21097 metara (polumaraton)
- 42195 metara (maraton)

Odabirom udaljenosti i unosom istrčanog vremena, sustav automatski prikazuje njihov potencijal na ostalim distancama, čime sami mogu odrediti brzinu trčanja na treningu ili utrci.

Podsustav za prognoziranje rezultata na temelju poznatog ili izračunatog aerobnog kapaciteta VO_{2max} prikazan je na slici 3.



| VO_{2max} | 800 m | 1500 m | 3000 m | 5000 m | 10000 m | Polumaraton | Maraton |
|-------------|-------|--------|--------|--------|---------|-------------|----------|
| 58 | 02:24 | 04:44 | 10:08 | 17:33 | 36:24 | 01:20:30 | 02:48:14 |

Slika 3. Prognoziranje rezultata

4.2. Generiranje programa za pripreme

Nakon što smo izračunali maksimalni aerobni kapacitet, korisnik odabire željenu disciplinu. Mora odabrati duljinu programa (između 12 i 24 tjedna), mora odrediti gornju granicu prihvatljive tjedne kilometraže (minutaže) te odlučiti hoće li trenirati kao početnik (program A), kao napredni trkač (program B) ili kao elitni trkač (program C).

Na osnovi kreirane baze trenažnih elemenata za pojedine vrste dugoprugaških treninga, ekspertni sustav formira program priprema. Tako brine o tome da su ponuđeni treninzi adekvatno odabrani za pojedinu disciplinu, da su raspoređeni u pravilnu sekvencu unutar tjedna i trenažnog perioda, da su predložene brzine trčanja pojedinih treninga usklađene s njegovim maksimalnim aerobnim kapacitetom, da je kilometraža (minutaža) pojedinih treninga u skladu s mogućnostima i željama pojedinca te da se forma i željeni napredak namjesti za određeni dan (tjedan) na kraju trenažnog perioda.

Tako formirani program se ispisuje na zaslonu računala i pohranjuje u bazu (skladište) podataka.

Korisniku je omogućeno da prema potrebi ispiše generirani program koji je za tu svrhu potrebno pripremiti i oblikovati ga za ispis na pisaču.

Dio takvog pripremnog programa za maraton (prva 3 tjedna), prilagođenog za ispis, prikazan je na slici 4.

Program A-početni za 42.195m, $VO_{2max}=49.51$ (ml/kg/min)

Korisnik: John Doe

| Tjedan | Datum | Ponedjeljak | Utorak | Srijeda | Četvrtak | Petak | Subota | Nedjelja |
|--------|--------------------------|-------------------------------|---|-------------------------------|---|-------------------------------|-------------------------------|--|
| 1 | 01/06/2009 07/06/2009 | Lagano trčanje 25min @5:16 | 3 km UG 2x(400 m + 1000 m + 2400 m) 1:38 min / 4:20 min / 10:51 min 240 sek odmor 3 km HL | Lagano trčanje 25min @5:16 | 4x(200 m + 400 m + 0 m) 0:49 min / 1:44 min / 0:0 min 90 sek odmor 3 km HL | Lagano trčanje 25min @5:16 | Odmor (0h) | Dugo trčanje 90min @5:16 |
| 2 | 08/06/2009 14/06/2009 | Alternativni trening (0h) | 4 km UG 8x400m / 1:38 min 120 sek odmor 4 km HL | Lagano trčanje 25min @5:11 | 4 km UG 7x1000m / 4:31 min 60 sek odmor 4 km HL | Lagano trčanje 25min @5:11 | Lagano trčanje 25min @5:11 | Trčanje u tempo 3 km UG 20min @4:31 3 km HL |
| 3 | 15/06/2009 21/06/2009 | Lagano trčanje 25min @5:6 | 4 km UG 8x400m / 1:38 min 120 sek odmor 4 km HL | Lagano trčanje 25min @5:6 | 4 km UG 8x200m / 0:44 min 120 sek odmor 4 km HL | Lagano trčanje 25min @5:6 | Odmor (0h) | Dugo trčanje 90min @5:11 |

Slika 4. Generirani program (prva 3 tjedna)

Treba provjeriti postoje li u skladištu podataka aktivni programi za istog korisnika i u određenom vremenskom razdoblju. U slučaju da ima preklapanja, treba deaktivirati sve programe, osim posljednjeg.

5. DEFINIRANJE I UNOS TRENAŽNIH ELEMENATA

Kao preduvjet za generiranje programa, administrator sustava ili tim stručnjaka precizno definira sve trenažne elemente od kojih će se sastojati budući trening program.

Trening program čine:

- dužinski treninzi
- tempo treninzi
- intervalni treninzi
- superset treninzi
- treninzi za oporavak
- alternativni treninzi
- dani odmora

Svi ovi trenajni elementi su posebno dizajnirani za svaki težinski stupanj (program A, program B, program C), kao i za svaki tempo (brzinu) trčanja:

- 3000 metara
- 5000 metara
- 10000 metara
- polumaraton
- maraton

Za alternativni trening (XT) pod kojim se podrazumijeva neka druga lagana aerobna aktivnost (plivanje, vožnja bicikla, šetanje, planinarenje, ples), kao i za dan odmora, nije trebalo definirati posebni šifrniki u bazi podataka. Za sve ostale vrste treninga kreirane su tablice u bazi podataka u koje je upisano do desetak treninga za svaku disciplinu unutar pojedinog težinskog programa. Zbog što boljeg generiranja programa, svakom trenajnom elementu je dodan odgovarajući prioritet. Treninzi višeg prioriteta odabiru se bliže ključnoj utrci, odnosno bliže završetku programa.



Slika 5. Popunjavanje šifrnika intervalnih treninga

Podsustav ove aplikacije je vidljiv samo administratoru ili korisniku s posebnim ovlastima. Ostali korisnici nemaju pristup tom dijelu ekspertnog sustava.

6. DNEVNIK TRČANJA

Drugi važan modul našeg ekspertnog sustava je dnevnik trčanja (Running log). Uz uobičajenu evidenciju svakog ostvarenog treninga (kada, koliko daleko, koliko brzo, vrsta treninga...), korisniku se želi omogućiti da vrednuje trening na temelju svog subjektivnog doživljaja (umor, neispavanost, vlaga, temperatura, vjetar i ostali otežavajući faktori). To se provodi kroz VAS skalu (eng: Visual Analog Scale) koja se često koristi u medicini za vrednovanje osjeta boli, tj. nelagode.

Ta skala omogućuje odabir vrijednosti od 0 do 10 gdje bi „0“ označavala idealne uvjete za trening, a vrijednosti bliže „10“ bi značile lošije uvjete, čime se treba uzeti u obzir odrađeni trening, uz odgovarajući korektivni faktor.

Odabirom ove stavke izbornika, korisniku se omogućuje da preko kalendara odabere željeni dan i da unese odgovarajuće treninge u bazu podataka. Odabir odgovarajućeg dana i unos relevantnih podataka moguće je napraviti i sa zakašnjenjem, čime je omogućeno popunjavanje dnevnika sa svrhom što detaljnijeg prikaza rezultata. Na taj način je osigurano temeljito

popunjavanje skladišta podataka te bolja i preciznija dubinska analiza.



Slika 6. Odabir odgovarajućeg dana u dnevniku

Unosom podataka ostvarenih treninga u dnevnik, puni se baza podataka i Real-Time ili Near-Real Time ETL-om (eng: Extracting, Transforming, Loading) se puni i skladište podataka. Na taj način se dubinski analizira skladište podataka.

6.1. Dubinska analiza podataka

Zamisao je da sustav autonomno (ili na zahtjev korisnika), dubinskom analizom podataka vrednuje ostvarene i zamišljene treninge te da prepozna znakove pretreniranosti, podtreniranosti ili moguću pojavu bolesti (ozljede). U tom slučaju se automatski stvara novi (korigirani) program za preostali broj dana (tjedana).

Među mnogim raspoloživim metodama i tehnikama dubinske analize, korišteni su koncepti „Meta-učenja“ (eng: Meta-Learning), EDA (eng: Exploratory Data Analysis) te neuralne mreže (eng: Neural Networks). Razvijeni su programski moduli koji permanentno analiziraju trkače koji imaju „aktivne“ programe i nude im eventualne korekcije nakon njihove prijave u sustav ili na osnovi posebnog zahtjeva svakog korisnika. Kombiniranjem spomenutih metoda i koncepata dubinske analize, razvijena je nova metoda posebno prilagođena analizi atletičara dugoprugaša.

Uz sve ostale treninge koji čine nečiji pripremni program, već u samoj fazi dizajniranja programa predviđeni su periodički kontrolni treninzi na temelju kojih se mogu pratiti i izračunavati nove vrijednosti maksimalnog aerobnog kapaciteta VO_{2max} . Ta pozitivna (ili negativna) promjena se onda dinamički ukalkulira u sve preostale treninge pa se tako postiže brži napredak za pripremanje u predviđenom vremenu.

Ova metoda se ne bazira na proučavanju ostvarenja samo jednog korisnika. Cijeli sustav „uči“ na osnovi pohranjenih podataka ostalih trkača i pronalazi „odgovarajuće uzorke“ (slične profile trkača) i na temelju njihovih ostvarenja formira i prikazuje odgovarajuće korekcije. Punjenjem skladišta s podacima za što veći uzorak trkača u duljem vremenskom razdoblju, stvaraju se uvjeti za pouzdano predviđanje budućih ostvarenja i omogućava se pravodobna korekcija pripremnog programa.

6.2. Verifikacija rezultata

Predviđena je i verifikacija ostvarenih rezultata na što većem broju atletičara, čime će se procijeniti kvaliteta ugrađenih metoda i algoritama te će se predložiti eventualne korekcije ili nadopune istih. Sve dopune ili korekcije ugrađenih algoritama automatski će se primijeniti u sustav.

Mogućnost „samoučenja“ ekspertnog sustava bi s vremenom trebala omogućiti sve bolju konvergenciju zamišljenih i ostvarenih rezultata, uz što manju vjerojatnost pojave ozljede u trenažnom periodu.

7. ZAKLJUČAK

U članku je predstavljen postupak generiranja programa za pripreme atletičara dugoprugaša. Obuhvaćeni su programi za sve popularne dugoprugaške discipline od 5000 metara pa do maratona. Postupak je automatiziran, ali na taj način da se zadrži fleksibilnost i širina kod krajnjeg korisnika. On sam odlučuje o volumenu svojih treninga, o početku priprema i o težinskom aspektu.

Nakon određivanja startne točke, odnosno početnog maksimalnog aerobnog kapaciteta VO_{2max} , korisniku se nudi pripremni program za njegovu ciljanu disciplinu ili utrku. Ovime ne završava njegova interakcija sa sustavom. Drugi važan podsustav, a koji je razvijen sa svrhom praćenja ostvarenih rezultata unutar trenažnog ciklusa, je dnevnik trčanja.

Istraživanja u ovom članku usmjerena su prema objedinjavanju oba segmenta, generiranog programa i dnevnika trčanja, u zajedničko skladište podataka. Razvijaju se nove metode za pripremu i punjenje podataka u skladište te je na taj način omogućeno da se dubinskom analizom utvrde odstupanja od zacrtanog programa, koji se dinamički korigira u skladu s uočenim potrebama. Verifikacija koja se provodi na atletičarima još je jedan način da se skladište podataka obogati dobrim informacijama. Tako ovaj ekspertni web sustav uči i poboljšava vlastite algoritme za generiranje programa i procjenu rezultata. Jedan od pokretača razvoja skladišta podataka bila je nemogućnost klasičnih operativnih sustava da prikažu ponašanje promatranog modela.

Ovakvo skladište i razvijene metode dubinske analize u njemu daju nam mogućnost analize snimke stanja promatranog sportaša u prošlosti. Povezano s tim, možemo tražiti sličnosti i razlike u ponašanju s ostalim sportašima u određenom vremenskom razdoblju, što bi bilo nemoguće korištenjem klasičnih OLTP (eng: Online Transaction Processing) sustava. Na taj način vremenska dimenzija skladišta podataka postaje bitna značajka koja podiže i kvantitetu i kvalitetu ovog ekspertnog sustava.

Razvijeni sustav se primjenjuje kod pripreme i praćenja trenažnih procesa atletičara (trkača dugoprugaša). Uz odgovarajuće modifikacije može se prilagoditi i nekom drugom sportskom ili poslovnom području.

8. LITERATURA

- [1] Arcelli, E., Canova, R. Trening za maraton – znanstveni pristup, Gopal, 2001.
- [2] Busso, T., Variable Dose-Response Relationship between Exercise Training and Performance. *Medicine & Science in Sport & Exercise*. 35(7):1188-1195, July 2003
- [3] Conconi, F., Ferrari, M., Ziglio, P.G., Droghetti, P., Codeca, L., Determination of the anaerobic threshold by a noninvasive field test in runners. *Journal of Applied Physiology* 52:869-873., 1982.
- [4] Daniels, J.T., Gilbert, J., Oxygen power: Performance tables for distance runners. Tempe, AZ: Oxygen Power., 1979
- [5] Daniels, J.T., Daniels' Running Formula, Champaign, IL: Human Kinetics, 1998.
- [6] David E. M., Coe N. P., Better Training for Distance Runners, Champaign, IL: Human Kinetics, 1997.
- [7] Fallowfield J. L., Wilkinson M. D., Improving Sports Performance in Middle and Long-Distance Running –Scientific Approach to Race Preparation, John Wiley & Sons, LTD, England
- [8] Fieftz, L.Scott, D., „Prediction of Physical Performance Using Data Mining“, *Research Quarterly for Exercise and Sport*, March 2003, v74 il pA-25.
- [9] Han, J., Kamber, M., „Data Mining: Concepts and Techniques“, 2001.
- [10] Havaš, L., Vlahek P., „Cestovno trčanje“, TK Međimurje, Čakovec, 2006.
- [11] Lyons, K., „Data Mining and Knowledge Discovery“, *Australian Sports Commission Journals*, Ausport Volume 2, Number 4, September 2005.
- [12] Mellion, Morris B., Sports medicine secrets, 2nd edition, Philadelphia, Hanley and Belfus ,1999
- [13] Osama K. S., „Data Mining in Sports“, A Research Overview, MIS Masters Project, August 2006.
- [14] R. Kimball, The Soul of Data Warehouse, Part 3, Handling Time, www.intelligententerprise.com, 2003.
- [15] Rivest, R., "The MD5 Message Digest Algorithm", RFC 1321, MIT and RSA Data Security, Inc., April 1992.
- [16] Skočir, Z., Matasić, I., Vrdoljak, B., Organizacija obrade podataka , Merkur A.B.D., 2007.
- [17] Tjalling J. Ypma, Historical development of the Newton-Raphson method, *SIAM Review* 37(4), 531-551, 1995.
- [18] W. H. Inmon. Building the Data Warehouse (Fourth Edition). Wiley Publishing, Inc., 2005.

Kontakt:

Ladislav Havaš
 Veleučilište u Varaždinu
 Križanićeva 33, 42000 Varaždin, Hrvatska
 Phone: +385 (0)42 493-313 ,
 E-mail: ladislav.havas@velv.hr

GEOMETRIJSKA PREDODŽBA EFEKTIVNE VRIJEDNOSTI

Hudek J.¹, Šumiga I.¹

¹Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, Hrvatska

Sažetak: Računanje efektivne vrijednosti izmjenične struje proizvoljnog oblika ponekad može biti dosta složeno. Kako se u elektrotehnici često pojavljuje trokutasti, pilasti ili trapezni oblik periodičke izmjenične veličine, moguće je efektivnu vrijednost i grafički predočiti.

Ključne riječi: efektivna vrijednost, volumen, funkcija

Abstract: Calculating the effective value of alternating current of arbitrary shape can sometimes be quite complicated. Since in electrotechnical engineering a triangle-shaped, saw-shaped or trapezium-shaped periodic alternating magnitude appears, the effective value can be presented graphically.

Key words: effective value, volume, function

1. UVOD

Ovaj članak u prvom dijelu prikazuje određivanje efektivne vrijednosti izmjenične struje čiji je oblik trokutasti, pilasti ili trapezni. Grafičkom predodžbom efektivne vrijednosti, moguće je do rezultata doći po znatno kraćem postupku nego klasičnim izračunavanjem prema definiciji.

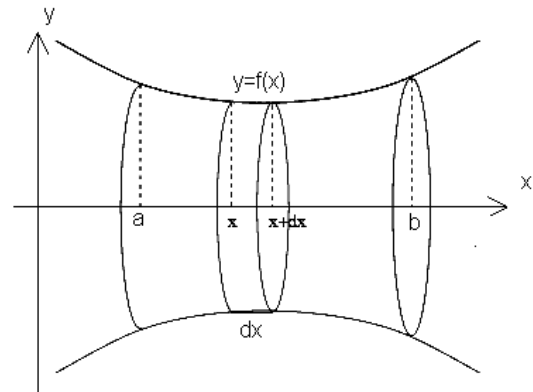
2. TEORETSKO OBRAZLOŽENJE

U matematici se diferencijalni element volumena rotacionog tijela piše kao:

$$dV = \pi \cdot f^2(x) \cdot dx \quad (1)$$

pa se volumen rotacionog tijela računa formulom: (slika 1.).

$$V = \pi \cdot \int_a^b y^2 \cdot dx \quad (2)$$



Slika 1. Izračun volumena rotacionog tijela

U elektrotehnici je efektivna vrijednost periodički promjenljive struje definirana kao:

$$I_{ef} = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_0^T i^2 dt} \quad (3)$$

Ako jednakost kvadriramo slijedi:

$$I_{ef}^2 = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T i^2 dt \quad (4)$$

i dalje

$$I_{ef}^2 \cdot T = \int_0^T i^2 dt \quad (5)$$

Ako se jednačba pomnoži s $\pi \cdot k$ slijedi izraz:

$$I_{ef}^2 \cdot T \cdot \pi \cdot k = \pi \cdot k \cdot \int_0^T i^2 dt \quad (6)$$

gdje konstanta k ima jedinicu $k(\frac{m^3}{A^2 \cdot s})$. Uspoređujući jednačbe (2) i (6) uočava se da desna strana jednačbe (6) predstavlja volumen tijela koje nastaje rotacijom funkcije $i(t)$ oko osi t . Lijeva strana jednačbe (6) je volumen valjka, gdje je I_{ef} polumjer baze dotičnog valjka, a T visina valjka. Ako je funkcija $i(t)$ kod trokutastog, pilastog, trapezastog ili pravokutnog oblika rotacijom „likova“ koje omeđuje dotična funkcija s vremenskom osi oko osi t , nastaju tijela čije je

računanje volumena poznato iz stereometrije (volumen stošca, volumen krnjeg stošca ili valjak).

Izraz (6) pišemo tako:

$$I_{ef}^2 \cdot T \cdot \pi = \pi \cdot \int_0^T i^2 dt \quad (7)$$

gdje je izraz na lijevoj strani „volumen valjka“, a izraz na desnoj strani „volumen tijela“ nastalog rotacijom „lika“ funkcije $i(t)$ oko t osi.

$$I_{ef}^2 \cdot T \cdot \pi = V_{rot} \quad (8)$$

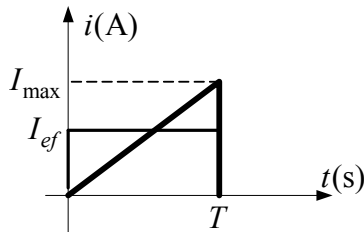
$$I_{ef}^2 = \frac{V_{rot}}{T \cdot \pi} \quad (9)$$

Za primjer neka je

$$i = \frac{I_{max}}{T} \cdot t \quad (10)$$

(pilasti oblik struje) čija se efektivna vrijednost izračuna kao u primjeru 1.

Primjer 1.



Slika 2. Pilasti oblik struje

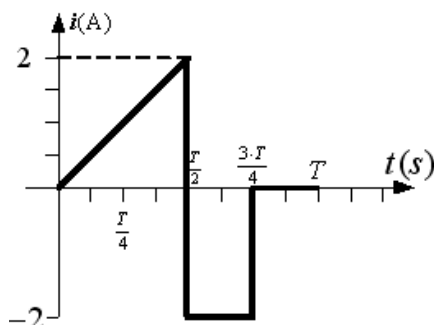
$$I_{ef}^2 = \frac{V_{rot}}{\pi \cdot T} = \frac{1}{\pi \cdot T} \cdot \frac{1}{3} \cdot I_{max}^2 \cdot \pi \cdot T = \frac{I_{max}^2}{3} \quad (11)$$

$$I_{ef} = \frac{I_{max}}{\sqrt{3}} \quad (12)$$

Primjer 2.

Ovaj način računanja efektivne vrijednosti ima prednost pred „klasičnim načinom“ ako je signal složen kao u sljedećem primjeru.

Treba izračunati efektivnu vrijednost struje čija je vremenska promjena prikazana na slici 3.



Slika 3. Vremenska promjena struje uz primjer 2.

Rješenje: Na intervalu $0 < t < \frac{T}{2}$ struja se mijenja prema

$$i = k \cdot t, \text{ gdje je } k = \frac{2}{\frac{T}{2}} = \frac{4}{T} \text{ pa je: } i = \frac{4}{T} \cdot t; \quad i^2 = \frac{16}{T^2} \cdot t^2$$

Na intervalu $\frac{T}{2} < t < \frac{3T}{4}$ vrijedi da je $i = -2$.

Prema definiciji efektivna vrijednost struje je:

$$I_{ef} = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_0^T i^2 dt} \text{ ili } I_{ef}^2 = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T i^2 dt$$

Za naš slučaj vrijedi:

$$I_{ef}^2 = \frac{1}{T} \left[\int_0^{T/2} \frac{16}{T^2} \cdot t^2 dt + \int_{T/2}^{3T/4} 4 \cdot dt + \int_{3T/4}^T 0 \cdot dt \right]$$

$$I_{ef}^2 = \frac{1}{T} \cdot \left[\left(\frac{16}{T^2} \cdot \frac{t^3}{3} \right) \Big|_0^{T/2} + (4 \cdot t) \Big|_{T/2}^{3T/4} + 0 \right]$$

$$= \frac{1}{T} \cdot \frac{16}{T^2} \cdot \frac{T^3}{3} + \frac{1}{T} \cdot 4 \cdot \frac{T}{4} =$$

$$\frac{2}{3} + 1 = \frac{5}{3} \text{ A}^2$$

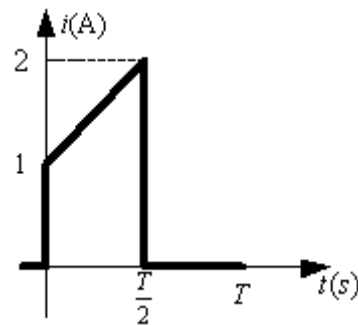
$$I_{ef} = \sqrt{\frac{5}{3}} \text{ A}$$

Skraćenim postupkom zadatak se može riješiti i ovako:

$$\frac{1}{3} \cdot 2^2 \cdot \frac{T}{2} + 2^2 \cdot \left(\frac{3T}{4} - \frac{2 \cdot T}{4} \right) + 0 = I_{ef}^2 \cdot T$$

$$I_{ef}^2 = \frac{2}{3} + 1 = \frac{5}{3} \text{ A}^2; \quad I_{ef} = \sqrt{\frac{5}{3}} \text{ A}$$

Primjer 3.



Slika 4. Vremenska promjena struje uz primjer 3.

Rješenje:

$$i = \frac{2-1}{\frac{T}{2}} \cdot t + 1 = \frac{2}{T} \cdot t + 1; \quad i^2 = \frac{4}{T^2} \cdot t^2 + \frac{4}{T} \cdot t + 1$$

$$I_{ef}^2 = \frac{1}{T} \cdot \int_0^{\frac{T}{2}} i^2 dt = \frac{1}{T} \cdot \left(\frac{4}{T^2} \cdot \frac{T^3}{8} + \frac{4}{T} \cdot \frac{T^2}{4} + \frac{T}{2} \right) = \frac{7}{6}$$

$$I_{ef} = \sqrt{\frac{7}{6}} \text{ A}$$

Provjera :

U x,y ravnini rotacijom zadanog lika oko x osi nastaje krnji stožac, čiji se volumen izračuna iz

$$V = \frac{v \cdot \pi}{3} \cdot (r_1^2 + r_1 \cdot r_2 + r_2^2), \text{ gdje je } v \text{ visina}$$

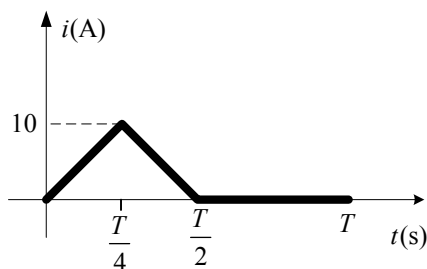
krnjeg stošca, a r_1 i r_2 su polumjeri osnovica.

Zato vrijedi da je:

$$I_{ef}^2 \cdot T = \frac{1}{3} \cdot \frac{T}{2} \cdot (2^2 + 2 \cdot 1 + 1^2) = \frac{7 \cdot T}{6}, \text{ pa je: } I_{ef} = \sqrt{\frac{7}{6}} \text{ A}$$

Primjer 4.

Treba izračunati kolika je efektivna vrijednost struje čija je vremenska promjena prikazana na slici 5.



Slika 5. Vremenska promjena struje uz primjer 4.

$$I_{ef}^2 \cdot T = \frac{V_{rot}}{\pi}$$

$$V_{rot} = 2 \cdot \frac{1}{3} \cdot 10^2 \cdot \pi \cdot \frac{T}{4} = \frac{200 \cdot \pi \cdot T}{3 \cdot 4}, \text{ pa je:}$$

$$I_{ef}^2 \cdot T = \frac{200}{12} = \frac{100}{6}; \quad I_{ef} = \frac{10}{\sqrt{6}}$$

Računanje efektivnih vrijednosti na ovaj način ima smisla samo ako se pri tome pojavljuju „volumeni“, čije izračunavanje ne predstavlja dugotrajni postupak jer su opće poznati.

Općenito za bilo koju funkciju možemo u nekom jednostavnom programu prikazati graf kvadrata te funkcije.

Prema definiciji efektivne vrijednosti slijedi da je

$$I_{ef}^2 = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T i^2 dt \quad (13)$$

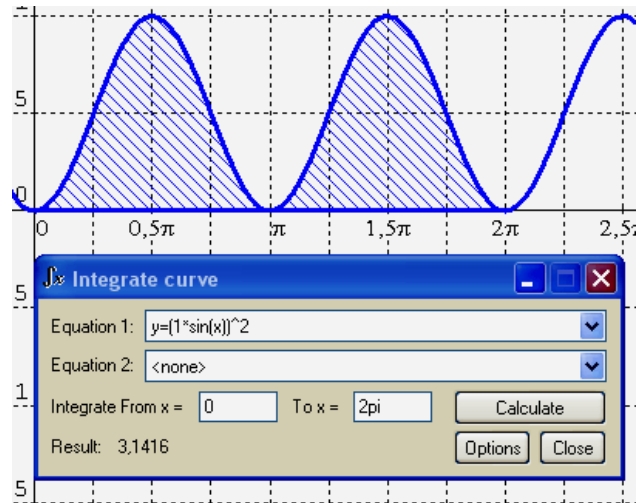
gdje je $\int_0^{2\pi} i^2 dt$ „površina“ ispod krivulje na intervalu

jedne periode. Zato vrijedi da je $I_{ef}^2 \cdot T = P$ i dalje

$$I_{ef} = \sqrt{\frac{P}{T}}$$

Primjer 5.

Potrebno je izračunati efektivnu vrijednost sinusoidalne struje $i = 1 \cdot \sin(\omega t) = 1 \cdot \sin(\alpha)$



Slika 6. Vremenska promjena struje uz primjer 5.

„Površina“ ispod krivulje i^2 iznosi $P = 3,1416 = \pi$

$$\text{pa je } I_{ef} = \sqrt{\frac{\pi}{2\pi}} = \sqrt{\frac{1}{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

Primjer 6.

Kolika je efektivna vrijednost nesinusoidalne struje koja je dana izrazom:

$$i = 10 \cdot \sin(x) + 3 \cdot \sin(3x)$$

Graf (slika 7.) prikazuje funkciju i^2 .

Površina ispod krivulje je $P = 342,4336$ pa je

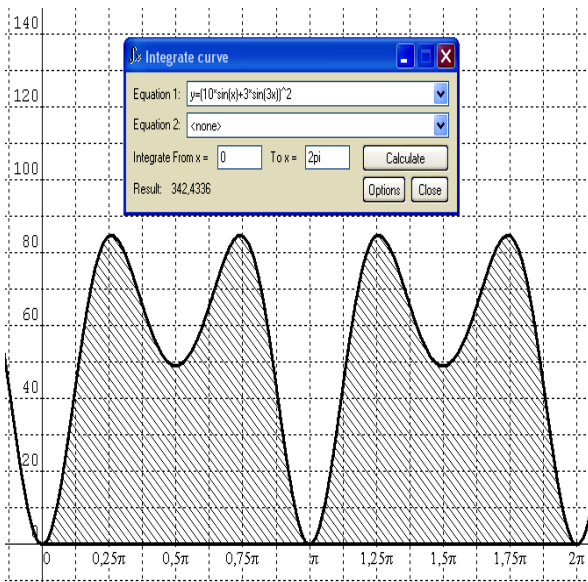
$$I_{ef}^2 = \frac{P}{2\pi} = \frac{342,4336}{2\pi} = 54,500,$$

što znači da je

$$I_{ef} = \sqrt{54,500} = 7,382 \text{ A}$$

Rezultat možemo provjeriti poznatom relacijom da je

$$I_{ef} = \sqrt{\left(\frac{10}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{3}{\sqrt{2}}\right)^2} = \sqrt{50 + 4,5} = 7,3824 \text{ A}$$



Slika 7. Vremenska promjena struje uz primjer 6.

Za crtanje i izračunavanje površine ispod kvadrata funkcije korišten je program Graphmatica.

Kao što je pokazano u primjeru 5., mogu se na taj način određivati efektivne vrijednosti izmjeničnih struja u jednofrekventnom i višefrekventnom sustavu.

3. ZAKLJUČAK

Računanje efektivnih vrijednosti periodičkih izmjeničnih veličina može biti dugotrajan i složen postupak. No grafičkom predodžbom efektivne vrijednosti, do rezultata se može doći u znatno kraćem vremenu, naročito ako se kod računanja pojavljuju „volumeni“ kao što su stožac, krnji stožac ili valjak, čiji su izrazi za volumen opće poznati. Za određivanje efektivne vrijednosti može poslužiti bilo koji program koji može crtati grafove zadanih funkcija te može dati prikaz površine ispod zadane funkcije. U ovom članku korišten je besplatan program Graphmatica koji je dostupan na internetu.

4. LITERATURA

- [1] Kuzmanović, B., "Osnove elektrotehnike II", Element, Zagreb, 2004.
- [2] Pinter, V., "Osnove elektrotehnike II", Tehnička knjiga, Zagreb, 1994.
- [3] Matematički program „Graphmatica“
- [4] Bronstein-Matematički priručnik

Kontakt:

Josip Huđek, dipl. ing.
Križanićeva bb, 42000 Varaždin
Tel: 099/317 3218
e-mail: josip.hudjek@velv.hr

Ivan Šumiga, mr. sc.
Križanićeva bb, 42220 Varaždin, Hrvatska
e-mail: ivan.sumiga@velv.hr

WIMAX 802.16 STANDARD

Padarić D.¹, Kukec M.²

¹C TIM d.o.o., Čakovec, Hrvatska

²Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, Hrvatska

Sažetak : Bežični širokopolasni pristup internetu jedan je od najvažnijih razvojnih segmenata u sve naprednijem polju telekomunikacija. Osnovna namjena WIMAX tehnologije je pružiti korisnicima bežični internet tamo gdje je gradnja žičane infrastrukture komplicirana ili neisplativa, odnosno pružiti takvu uslugu u ruralnim područjima. U radu su opisane osnove 802.16 standarda te je dan pregled opreme koja se koristi kod spomenutog standarda. Cilj je da se korisniku interneta pokaže nova tehnologija na području bežične širokopolasne usluge.

Ključne riječi: WIMAX, 802.16 standard

Abstract: Wireless broadband Internet access is one of the most important developmental segments in the field of advanced telecommunications. The main purpose of WiMAX technology is to provide users with wireless Internet in conditions where the wired infrastructure building is either complex or unprofitable, or to provide service in rural areas. This paper describes the basics of 802.16 standards and an overview of the equipment used with the aforementioned standards in order to give Internet users access to new technologies in the field of wireless broadband services.

Key words: WIMAX, 802.16 standard

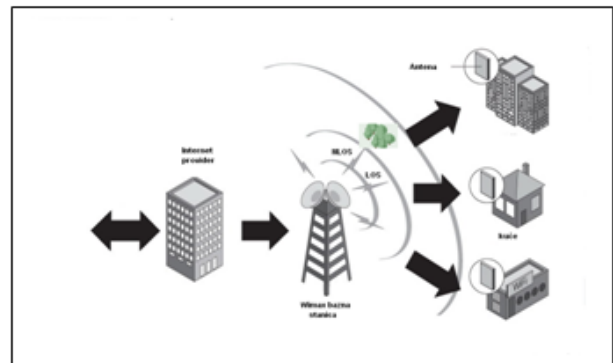
1. UVOD

WIMAX tehnologija je zasnovana na Ethernetu, porodici normi IEEE 802. Postoje dva različita podstandarda koji nisu međusobno kompatibilni, a razlika je prije svega u fizičkom sloju. Prvi od njih je IEEE 802.16-2004 (fiksni WIMAX) koji je objavljen 2004. godine. On se trenutačno koristi, dok je drugi IEEE 802.16e standard (mobilni WIMAX) službeno objavljen u veljači 2006. Standard 802.16d je namijenjen fiksnoj mreži kao cjenovna alternativa kablskom ili DSL uslugama. Standard IEEE 802.16e uveden je s namjerom da omogući korištenje u mobilnim aplikacijama. Nazvan je Mobile WiMAX, iako ga je moguće koristiti i za fiksne aplikacije te se i u tom segmentu uporabe postižu značajne prednosti.

2. OSNOVNE KARAKTERISTIKE

WIMAX je bežična tehnologija koja omogućava širokopolasni bežični pristup internetu uz upotrebu radio

frekvencijskog spektra od 2 do 11 GHz. Riječ je o tehnologiji koju odlikuje velika pokrivenost od 15 do 50 km (ovisi o optičkoj vidljivosti i ostalim smetnjama) te velika propusna moć. WIMAX ne treba telefonski priključak već samo vanjsku jedinicu (antenu/modem/primopredajnik). Ona se preko UTP kabla spaja s unutarnjom jedinicom te se ta unutarnja jedinica spaja s računalom.



Slika 1. Osnovna arhitektura WIMAX-a

Radijski dio WiMAX sustava temeljen je na OFDM (engl. Orthogonal Frequency Division Multiplex) tehnologiji prijenosa s 256 nosilaca. Korištenjem OFDM tehnologije, informacija koja se šalje radijskim putem raščlanjuje se na 256 međusobno nezavisnih, ortogonalnih, radijskih signala koji se na prijemnoj strani radijske veze ponovno slažu u koherentnu informaciju. Sustav radi u radio frekvencijskom području od 3.5 GHz, kako uz vidljivi kontakt (optičku vidljivost) između bazne postaje i pretplatničkog terminala, tako i bez njega (NLOS - Non Line of Sight). Između bazne stanice i korisničkog terminala ne mora postojati optička vidljivost, što omogućava korištenje u urbanim sredinama. To je omogućeno primjenom odgovarajućeg postupka radijskog prijenosa OFDM-om kojim se iskorištavaju raspršeni i reflektirani elektromagnetski valovi kako bi se u prijemniku radijskog sustava uspješno rekonstruirao primljeni signal. U praksi jedna bazna stanica može opslužiti korisnike u krugu do 15 kilometara s brzinama prijenosa do 12 Mbit/s, što opet ovisi o samom kapacitetu propusnosti bazne stanice.

U Hrvatskoj je planom dodjele frekvencijskog spektra za širokopolasne nepokretne bežične sustave predviđeno područje od 3,41 do 3,6 GHz. Za korištenje ovog područja potrebna je dozvola nadležnog tijela, a u Republici Hrvatskoj to je Hrvatska agencija za

telekomunikacije. Svaki provider u pojedinoj županiji dobiva frekvencijski pojas ukupne širine 2 x 21 MHz ili 2 x 14 MHz.

3. USPOREDBA 802.16 STANDARDA S 802.11 STANDARDOM

Standard 802.11 osigurava povezivanje na udaljenosti do 300 metara u idealnim uvjetima, a u normalnim uvjetima do 80 metara na otvorenom i 40 metara u zatvorenom prostoru. Maksimalna brzina prijenosa 802.11 standarda iznosi 54 Mbit/s. Kod 802.16 standarda bazna stanica može emitirati podatke u krugu od 50 kilometara za vrlo velik broj prijemnika. To čini upravo ovaj standard koji je pogodan za upotrebu u gusto naseljenim područjima. Maksimalna brzina prijenosa kod 802.16 standarda je 70 Mbit/s.

Tablica 1. Usporedba parametara WIMAX-a s ostalim tehnologijama

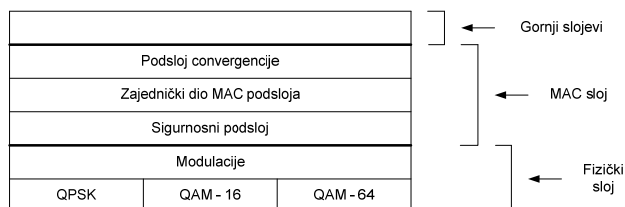
| Parametri | Tehnologija | | | | | |
|---|--------------------|---------------------|-------------------|---------------|-------------|-------------|
| | WIMAX | IEEE 802.11 | IEEE 802.16 | IEEE 802.15.4 | IEEE 802.22 | IEEE 802.20 |
| Standard | 802.16d | IEEE 802.11 | IEEE 802.16 | IEEE 802.15.4 | IEEE 802.22 | IEEE 802.20 |
| Maksimalna brzina prijenosa u DL (downlink) | 70 Mbit/s @ 10 MHz | 54 Mbit/s | 31 Mbit/s @ 4 MHz | 250 kbit/s | 31 Mbit/s | 3.1 Mbit/s |
| Maksimalna brzina prijenosa u uplink (UL) | 1 - 10 kbit/s | 3.1 Mbit/s @ 20 MHz | 31 Mbit/s @ 4 MHz | 250 kbit/s | < 10 kbit/s | < 2 kbit/s |
| Podrška za mobilnost | ne | ne | ne | ne | ne | ne |
| Podrška za mobilnost | ne | ne | ne | ne | ne | ne |
| Podrška za mobilnost | ne | ne | ne | ne | ne | ne |
| Podrška za mobilnost | ne | ne | ne | ne | ne | ne |
| Podrška za mobilnost | ne | ne | ne | ne | ne | ne |
| Podrška za mobilnost | ne | ne | ne | ne | ne | ne |
| Podrška za mobilnost | ne | ne | ne | ne | ne | ne |

Važna razlika između WLAN-a i WIMAX-a je MAC sloj. Kod WLAN-a svi korisnici pokušavaju u nepravilnim vremenskim razmacima kontaktirati odašiljačko mjesto i dati na znanje da žele komunicirati. Udaljeni klijenti mogu zbog toga biti u nepovoljnom položaju zbog slabijeg signala ili čak mogu biti izbačeni iz mreže. Kod VoIP primjene gdje je potrebna određena kvalitete veze, takve su smetnje izrazito neugodne. Kod WIMAX-a korisnik samo na početku prijenosa daje na znanje da želi u mrežu. Standard 802.16 MAC sloj za njega drži rezerviran vremenski prozor za zamjenu informacija. Kako se taj prozor, ovisno o potrebama, širi ili sužava, jasno je da je to snažnija tehnologija s manje smetnji i prekida prijenosa informacija.

4. ARHITEKTURA WIMAX SISTEMA

IEEE 802.16 standard pokriva dva najniža sloja OSI modela: sloj za kontrolu pristupa mediju MAC i fizički sloj. Kod MAC sloja određuje se koja pretplatnička jedinica može pristupiti mreži. MAC sloj se sastoji od tri podsloja. Najniži sloj služi za privatnost i sigurnost Srednji sloj je zadužen za funkcioniranje kontrole pristupa, alokacije frekventnih opsega i uspostavljanje konekcije. Njegova zadaća je pridjeljivanje kvalitete usluge, Quality of Service (QoS), odašiljanju i raspoređivanju podataka kroz fizički sloj. Najviši sloj MAC-a služi za transformiranje dolazećih podataka u MAC pakete podataka.

Fizički sloj upravlja prijenosom podataka uz korištenje uobičajenih tehnika modulacija. Kako je već spomenuto, za sigurnost se brine Privacy podsloj. Privacy podsloj kriptira promet između bazne stanice i korisničke jedinice. Protokol koji koristi siguran prijenos šifriranih podataka od bazne do prijemne stanice naziva se PKM (engl. Privacy Key Management). Preko ovog protokola bazna i prijemna stanica sinkroniziraju šifriranje podataka. Kao dodatak, bazna stanica koristi protokol da postavi uvjete pristupa mrežnim podacima.



Slika 2. OSI referentni model

5. WIMAX MREŽNA OPREMA

Mrežna oprema dijeli se na aktivnu i pasivnu opremu.

5.1. Aktivna mrežna oprema

Čine je mrežni uređaji koji upravljaju signalima koji se koriste kod mrežne komunikacije. Aktivnu mrežnu opremu čine: mrežna kartica, usmjerivač (router), koncentrador (hub), preklopnik (switch), antena i bazna stanica.

Usmjerivač (router)

To je uređaj koji signale s ulaznog porta šalje na izlazni port koji je najčešće neka druga mreža. Routers danas uglavnom služe za spajanje cijele lokalne mreže na ISDN ili ADSL liniju. Oni primaju pakete mrežne razine i nekim ih od algoritama prosljeđivanja i usmjeravanja šalju prema odredištu. Također raspolaže znanjem o dostupnosti svih dijelova mreže.

Parični obnavljač (Hub)

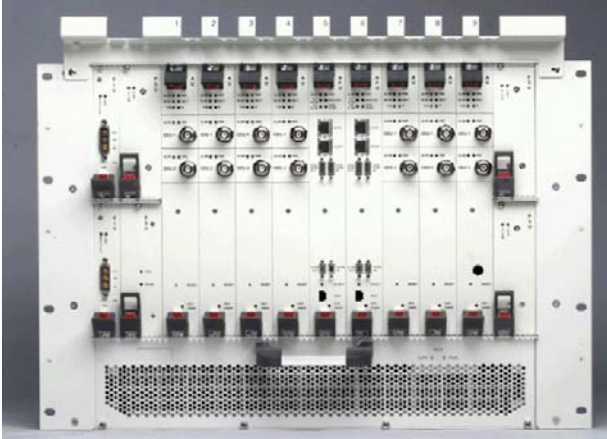
To je uređaj koji raspolaže određenim brojem priključaka (portova) na koje se spajaju računala. Hub radi tako da sve podatke koji su primljeni na jedan port prosljeđuje na sve ostale portove. To je najjednostavniji način komunikacije, ali nije efikasan.

Preklopnik (Switch)

Preklopnik je uređaj sličan hubu. Ima ugrađeni mikroprocesor koji analizira pakete s podacima koji putuju mrežom i zna kojem su računalo podaci namijenjeni. Prilikom uključivanja, preklopnik skenira mrežu i pamti na kojem je portu koje računalo. To je moguće jer svaka mrežna kartica ima jedinstvenu MAC adresu (heksadecimalni broj). Preklopnik omogućava učinkovitiju i pouzdaniju mrežu, nema ograničenja u brzini te omogućava nesmetanu komunikaciju mrežnih uređaja različitih brzina.

Bazna stanica

Predstavlja set opreme, a omogućava konekciju, upravljanje i kontrolu. Sadrži jedan ili više radio primopredajnika, a svaki od njih se preko antene bežično povezuje s nekoliko pretplatničkih stanica unutar sektoriziranog područja.

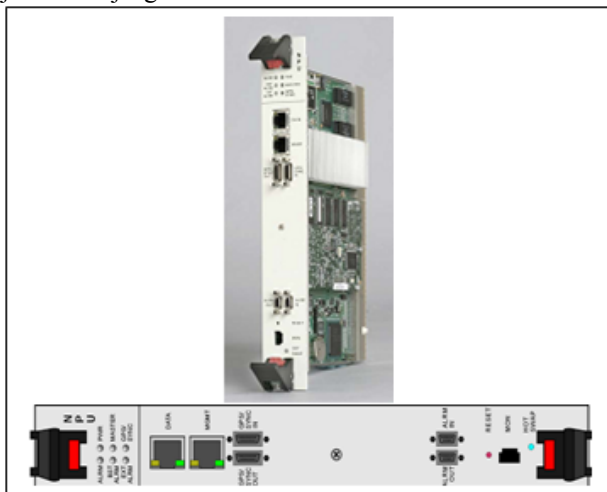


Slika 3. Modularna bazna stanica

Dijelovi bazne stanice:

- Jedinica za procesiranje

Veza modula pristupnih jedinica na mrežu ostvaruje se preko NPU modula. Jedinica za procesiranje je srce bazne stanice. Spomenuti modul funkcionira kao i IP ruter, usmjeravajući prikupljeni sadržaj od pristupnih jedinica k jezgri mreže.



Slika 4. Jedinica za procesiranje

- Pristupna jedinica (Access unit)

Pristupna jedinica sastoji se od unutarnje i vanjske jedinice. Unutrašnja jedinica smješta se u kućište, a moguće je smjestiti do 7 modula pristupnih jedinica. ODU (vanjska jedinica) ima radio modul s konektorom za priključak. Ima izdvojene antene s mogućnošću korištenja vertikalne ili horizontalne polarizacije.



Slika 5. Pristupna jedinica

- Sučelje za napajanje (Power Interface Unit)

Modul prihvaća vanjski izvor napajanja od 48 V istosmjerne struje i prosljeđuje ga na modul za napajanje. Pored toga spomenuti modul ima filtre i stabilizatore za ulazni napon na baznoj stanici čime se štiti sistem od prevelikog napona, kratkog spoja te pogrešnog priključivanja.



Slika 6. Sučelje za napajanje

- Subscriber Station

Korisnička je vanjska jedinica. Omogućava konekciju između pretplatničke jedinice i bazne stanice. Pretplatničku jedinicu čine modem, primopredajnik i antena. Modem predstavlja mjesto između korisničke lokalne mreže ili računala i nepokretne širokopojasne pristupne mreže. Primopredajnik je s jedne strane povezan modemom, a s druge strane antenom.



Slika 7. Korisnički terminal (antena)

5.2. Pasivna mrežna oprema

Čini je sva ostala oprema koja se koristi u izgradnji mreže: kablovi, konektori, ormarići za mrežnu opremu.

Koaksijalni kablovi

Wimax kartice i tvorničke antene su prilagođeni na impedanciju 50 ohma. Zbog izbjegavanja dodatnih gubitaka, trebao bi i koaksijalni kabel biti 50 ohmski. U ovom slučaju koaksijalni kabel se koristi za spajanje vanjske jedinice na vanjsku (dodatnu) sektorsku antenu kao što je prikazano na slici 8.



Slika 8. Spajanje koaksijalnog kabla na sektorsku antenu

LAN Ethernet kablovi

Koriste se kod vanjske pretplatničke jedinice. Vanjska jedinica spaja se s unutarnjom jedinicom- mrežnim kablom. Važno je napomenuti da postoje direktni i crossover LAN kablovi.

Konektori

To su standardni kvalitetni 50 ohmski konektori koji se koriste za spajanje koaksijalnog kabla na antenu. Na antenama su ženski N konektori, a na koaksijalnom kablju muški N konektori.



Tablica 2. Tipovi konektora

6. ZAKLJUČAK

Ovaj rad prikazuje osnove 802.16 standarda bez dubokog ulaženja u spomenutu tehnologiju. Treba napomenuti kako je WIMAX vrlo dobra alternativa adsl-u i wireless-u u ruralnim područjima.

Nedostatak ove tehnologije je vrlo skupa oprema. Vanjska korisnička antena stoji oko 3000 kuna, što je višestruko skuplje od nekih drugih tehnologija. Nadamo se da će WIMAX oprema u budućnosti biti jeftinija te će doprinijeti brzem razvoju i primjeni sustava 802.16 tamo gdje je potreban.

7. LITERATURA

- [1] Frank Ohrtman, Wimax Handbook, Building 802.16 Wireless Networks, McGraw-Hill Companies, 2005.
- [2] Daniel Sweeney, Wimax operators Manual, Bulding 802.16 Wireless Network, Second Edition, 2005.
- [3] Depack Pareek, The Business of Wimax, John Wiley & Sons Ltd, 2006.
- [4] Mulej Aleš, Univerzitet u Ljubljani, Mobilni Wimax 802.16e, Ljubljana, 2006.

KORIŠTENJE ENERGETSKIH VODOVA U SVRHU KOMUNIKACIJE

Šumiga I., Huđek J.
Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, Hrvatska

Sažetak: Članak donosi prednosti i probleme elektroenergetskih vodova kao komunikacijskog medija. Prikazani su standardi i tehnike modulacije PLC, nekoliko najčešće korištenih protokola za razmjenu podataka te klasifikacija i dvije osnovne grupe modema kojima se realizira PLC: uskopojasne (narrowband) i širokopojasne (broadband).

Ključne riječi: Power Line Communication, PLC, Narrowband, Broadband, modem, modulacija, protokol

Abstract: The article gives a short overview of PLC technology: the advantages and problems of electro-energetic lines as a communication medium. The presented are the standards and techniques of PLC modulation; several of most frequently used protocols for data exchange; classification; and two basic groups of modems which are used for realization of PLC: narrowband and broadband.

Key words: Power Line Communication, PLC, Narrowband, Broadband, modem, modulation, protocol

1. UVOD

Ideja komunikacije preko elektroenergetske mreže (PLC - Power Line Communication) nije nova. Ostvarena je još u prvoj polovici prošlog stoljeća.

Najveća prednost korištenja elektroenergetske mreže u komunikacijske svrhe jest rasprostranjenost. Za razliku od telekomunikacijske mreže koja dobro pokriva samo razvijene zemlje, elektroenergetska mreža pokriva gotovo sva naseljena područja na svim kontinentima. Procjenjuje se da dopire do 95% svjetskog stanovništva. Najveći nedostatak je u tome što je elektroenergetska mreža projektirana za prijenos električne energije. Za razliku od vodova predviđenih za prijenos informacija, nije zaštićena od elektromagnetskog zračenja.

Do ozbiljnijeg prijenosa podataka preko energetskih vodova prihvatljivim brzinama trebalo je pričekati tehnološki razvoj brzih mikroprocesora, digitalnih procesora i specijalnih mikročipova za primjenu modulacijskih tehnika. One mogu u stvarnom vremenu ostvariti složene modulacijske postupke za pouzdan prijenos signala.

Napredak se osjetio posljednjih godina. Sve je više uređaja koji koriste PLC na tržištu i organiziraju se međunarodni skupovi kako bi promovirali PLC.

2. PROBLEM MEDIJA

Elektroenergetska mreža kao medij uključuje: energetske vodove, distribucijske transformatore, električna brojila, razvodne ormare, spojnice, osigurače, električne instalacije objekata i ožičenja različitih električnih uređaja. Svaki uređaj uključen na mrežu doprinosi povećanju smetnji tako da je to električki najjače onečišćeno okruženje.

PLC uređaji generiraju visokofrekvencijske signale i injektiraju ih u distribucijsku mrežu ili u kućne instalacije. Zbog toga se mogu pojaviti problemi interferencije s drugim uređajima priključenim na tu mrežu. Mogu se javiti i problemi utjecaja na druge sustave zbog zračenja elektromagnetskih valova s vodiča pobuđenih visokofrekvencijskim signalima. Zato energetska mreža za visokofrekvencijske signale predstavlja otvoren medij s kojega dosta energije ide u okolni prostor zračenjem.

Energetska mreža ima impedanciju koja se mijenja ovisno o njevoj konfiguraciji ili broju uključenih potrošača. Mjerenja pokazuju da se impedancija kućnih strujnih krugova povećava s frekvencijom. Impedanciju određuju uključeni potrošači, distribucijski transformator, a u kućnim mrežama i EMI (engl. Electromagnetic Interference) filteri koji se u posljednje vrijeme ugrađuju u kućanske strojeve i aparate (hladnjaci, strojevi za pranje rublja ili suđa, televizijski sistemi, hi-fi uređaji itd.). EMI ili RFI (engl. Radio Frequency Interference) je neželjena smetnja u strujnom krugu zbog elektromagnetskog zračenja iz nekog vanjskog izvora.

3. PROBLEM ŠUMA

Obično se u komunikacijskim sustavima za model šuma uzima AWGN (engl. Additive White Gaussian Noise). U PLC sustavima šum je bitno drukčijih karakteristika. Proizveden je ljudskom aktivnošću ili prirodnim procesima (npr. udari groma), dok je termički šum u opsegu do 30-ak MHz zanemariv u odnosu na ostale vrste šuma.

Šum PLC medija se može podijeliti u sljedeće grupe:

1. Pozadinski (engl. Background) šum uvijek je prisutan na mreži, a nije bijeli, na frekvencijama do 5 MHz, dolazi iz različitih izvora koje je teško identificirati. Spektralna gustoća mu je relativno niska u odnosu na

ostale vrste šuma, a vremenski se promjene događaju unutar intervala od više minuta ili više sati.

2. Uskopojasni šum najizraženiji je na frekvencijama iznad nekoliko MHz, a nastaje najčešće prijemom elektromagnetskih polja radijskih predajnika. To je modulirani sinusni signal pa je njegov spektralni sastav jednostavan, tipične spektralne širine od nekoliko kHz. Za PLC to je šum čiji intenzitet se mijenja tijekom dana i obično je veći tijekom noći. Ostali izvori uskopojasnog šuma su različiti elektronički uređaji široke potrošnje i uređaji za njihovo napajanje.

3. Šum koji je sinkroniziran s frekvencijom napona elektroenergetske mreže ili češće njenom dvostrukom vrijednošću, a potječe od različitih uređaja za napajanje i prekidačkih sklopova.

Najčešće su to tiristorski sklopovi, npr. tiristorski regulatori osvjetljenja ili pretvarači. Svaki tiristor generira impuls uvijek u istoj fazi periode ili poluperiode mrežnog napona. Zato je spektar takvog šuma sastavljen od harmonika velike amplitude osnovne frekvencije 50 ili 100 Hz.

4. Asinkroni periodički šum potječe od uređaja koji imaju sklopove za napajanje sa sjeckanjem napona (engl. switch mode), a to je danas većina elektroničkih uređaja koji se spajaju na niskonaponsku mrežu. Pošto switch mode sklopovi za napajanje rade na frekvencijama između 20 i 200 kHz, koje nemaju nikakve veze s naponom mreže, impulsi koje oni proizvode su periodični, ali nisu u korelaciji s frekvencijom mreže. Spektar šuma sadrži harmonike osnovne radne frekvencije. Oscilatori ovakvih sklopova često nisu osobito stabilni ni u vremenu, ni temperaturno, ni po opterećenju. Tipični uređaji sa switch mode napajanjem su televizori i računala. Asinkroni periodički šum javlja se od najnižih frekvencija do 30 MHz, a nekad i više.

5. Šum s kontinuiranim spektrom bez istaknutih stalnih spektralnih linija potječe od trošila s univerzalnim elektromotorima sa četkicama, npr. bušilica, ventilatora, fenova i sl. Brzina njihova rada i spektralna gustoća šuma ovisi o mehaničkom opterećenju. Mogu postojati malo istaknute spektralne linije na harmonicima trenutačne frekvencije preklapanja četkica, koja je vrlo promjenjiva u vremenu. Za komunikacijske sustave male širine pojasa ova vrsta šuma može se aproksimirati bijelim Gaussovom šumom. Nije značajan na frekvencijama iznad nekoliko MHz.

6. Pojedinačni impulsi nastaju npr. zbog udara groma, uključivanja i isključivanja kondenzatorskih baterija u trafostanicama, preklapanja termostata, različitih prekidača itd. Za njih je karakteristično da su nepredvidivi po trenutku nastajanja, trajanju, valnom obliku i amplitudi. Trajanja takvih impulsa kreću se od nekoliko mikrosekundi do više milisekundi.

4. STANDARDI

U otvorenim komunikacijskim sustavima moraju postojati zakonski pravilnici i norme kojima se definiraju tehnička svojstva i ponašanje svake komunikacijske jedinice, bez obzira na proizvođača. Jedna od najvećih prepreka širokoj primjeni PLC tehnologije je spor razvoj internacionalnih norma i standarda te razlika u standardizaciji u svijetu. Najvažniji parametri standarda su najveća dopuštena snaga prijenosa i dopušteni frekvencijski pojas kako bi se ograničila interferencija s drugim telekomunikacijskim uslugama i spriječilo prekomjerno zagađivanje energetske mreže.

Značajnija standardizacijska tijela koja donose regulativu da se ograniči snaga zračenja i spektra signala su:

-ITU-T (engl. International Telecommunication Union Standardization Sector)

-ETSI (engl. European Telecommunications Standards Institute)

-FCC (engl. Federal Communication Committee) – za američko tržište

-CENELEC (fran. Comité Européen de Normalisation Electrotechnique)

Europska zajednica za elektrotehničke standardizacije (CENELEC) izdala je mnogo regulativa vezanih uz komunikaciju na niskonaponskim električnim instalacijama:

-EN50065-1 – norma koja regulira osnovne zahtjeve, frekvencijske pojase i elektromagnetske smetnje

-EN50065-4-2 – norma koja regulira niskonaponski filter i zaštitne mjere

-EN50065-7 – norma koja regulira impedancije uređaja

Za projektiranje PLC modema važno je definirati u kojem frekvencijskom opsegu se mogu prenašati signali. Budući da se u Sjevernoj Americi ne koristi LW (engl. Long Wave) radio frekventni pojas od 150 do 350 kHz, FCC je razvio standard koji dopušta frekvencijski pojas od 100 kHz do 450 kHz. U Japanu se mogu koristiti frekvencije od 10 kHz do 450 kHz. CENELEC EN 50065-1 za europsko tržište dopušta mnogo uže područje - od 3 do 148,5 KHz, prema tablici 1.

Tablica 1. Podjela frekvencija prema CENELEC EN 50065-1

| Pojas | Frekvencije | Namjena |
|-------|---------------------|---|
| | 3 kHz-9 kHz | Aplikacije distributera |
| A | 9 kHz-95 kHz | Aplikacije distributera i njihovih suradnika |
| B | 95kHz-125kHz | Privatne aplikacije(unutar objekta) bez ograničenja |
| C | 125 kHz-140kHz | Privatne aplikacije(unutar objekta) uz korištenje protokola |
| D | 140 kHz - 148.5 kHz | Privatne aplikacije(unutar objekta) bez ograničenja |

CENELEC ne propisuje brzinu prijenosa ni modulacijsku shemu, ali uži frekventni spektar smanjuje kapacitet komunikacijskog kanala i brzinu prijenosa podatka. Uz to je i veća vjerojatnost da se zbog šumova i slabljenja signala dodatno smanji brzina ili čak u potpunosti prekine prijenos podataka.

5. TEHNIKE MODULACIJE

Modulacijske tehnike koje se primjenjuju u PLC tehnologijama brojne su i različite. Tradicionalno se koriste:

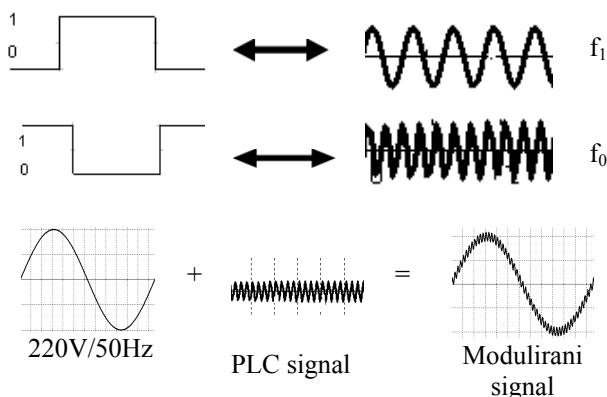
-ASK (engl. Amplitude Shift Keying), amplitudna modulacija – amplituda je kodirana informacija o podatku. Primjer je integrirani čip (Home automation modem) TDA 5051A tvrtke Philips

- FSK (Frequency Shift Keying) modulacijom digitalni signal se pretvara u sinusoidalni PLC signal koji ima dvije različite vrijednosti frekvencije: f_1 predstavlja logičku "1", a f_0 logičku "0" (slika 1.).

ASK i FSK modulacijom se mogu postići brzine prijenosa do 19.2 kbps (kilobita po sekundi). Zbog smetnji i prigušenja na realnoj energetske mreži, stvarno se postiže nekoliko kbps.

Jednostavan postupak dobivanja moduliranog analognog signala iz digitalnog prikazan je na slici 1.

Npr. FSK modulacijom digitalni signal se pretvara u visokofrekventni sinusoidalni PLC



Slika 1. Primjer FSK modulacije

signal (reda desetke ili stotine kHz) niske amplitude (nekoliko volti) koji se dodaje energetske signalu frekvencije 50 Hz (u Europi).

Konvencionalne modulacije - amplitudna, fazna i frekventna - najčešće se koriste u aplikacijama koje ne zahtijevaju velike brzine prijenosa podataka, a najznačajnija od takvih usluga je AMR (engl. Automatic Meter Reading). Ove modulacije su ostvarive i uz potpuno zadovoljenje CENELEC normi, a maksimalne brzine prijenosa koje se mogu ostvariti su 200 kbps.

Širokopojasne modulacije koriste frekvencijski pojas od 1,6 do 30 MHz i postižu brzine reda stotine mbps (megabita po sekundi). Još nisu potpuno standardizirane.

Izbor modulacije ovisi o konkretnoj aplikaciji. Najčešće se primjenjuju:

- OFDM (engl. Orthogonal Frequency Division Multiplexing) modulacija
- DSSS (engl. Direct-Sequence Spread Spectrum) Modulacija

OFDM je modulacija kojom se više signala različitih kompleksnih frekvencija (međusobno sinhronih i ortogonalnih) kombinira u jedan i tako povećava propusnost podataka uz štednju frekvencijskog spektra. Ovom tehnikom se postižu visoke brzine prijenosa.

DSSS (engl. Direct-Sequence Spread Spectrum) (tehnika raspršenja spektra) za modulaciju signala koji nosi informaciju koristi pseudo slučajni niz nezavisan od signala informacije. Time se postiže raspršivanje spektra signala na puno šire frekvencijsko područje od početne širine spektra signala. Spektar signala se prije prijenosa "raspršuje", a na prijemnoj strani se sažima. Raspršivanje pseudo slučajnim nizom omogućuje korištenje medija za prijenos elektromagnetskih valova od strane više korisnika zbog male gustoće snage signala. Zbog velikog broja mogućih različitih pseudo slučajnih kodova, onemogućeno je prislušivanje, što je naročito zanimljivo za vojne primjene.

Širokopojasni PLC poznat kao BPL (Broadband over Power Lines) se u realizaciji susreće s problemima premošćivanja transformatora, neprilagođenošću električnih vodova za prijenos visokofrekventnih signala, interferencijom, sigurnošću itd.

Kako su energetske transformatori namijenjeni transformaciji napona frekvencije 50/60 Hz, signali frekvencija nekoliko desetaka MHz nemaju veliku šansu da prođu kroz njih. Zato bi transformatore trebalo premostiti za visokofrekventne signale, a to je vrlo skupo. U Europi se s jednog transformatora napaja više stotina domaćinstva (u SAD-u se s jednog transformatora napaja 1 do 10 kućanstva, u Japanu do 30 kućanstva) pa bi i trošak prilagodbe bio najmanji. Zato bi u Europi prijenos sa srednjenaponske mreže na niskonaponsku mrežu do krajnjeg korisnika ekonomski bio najisplativiji. Daljnji problem je snažna atenuacija visokofrekventnih signala i jaki šumovi. Budući da vodovi nisu oklopljeni, ponašaju se kao antene. BPL koristi frekvencije na kojima se nalazi kratkovalni radio i niži dio VHF (engl. Very High Frequency) područja. BPL bi stoga mogao učiniti pojedine servise potpuno neupotrebljivima (radioamateri, vojska, aviokompanije). Zato se radioamateri i druge servisne službe diljem svijeta protiv uvođenju BPL. Upravo je taj problem najčešći razlog za odustajanje od uvođenja BPL tehnologije. Jedno od predloženih rješenja za radio interferenciju je upotreba mikrovalnih frekvencija (od 2 do 20 GHz) i brzine od 216 Mbps. Tu bi se izbjeglo interferiranje s frekvencijama radio amatera, ali bi se mogla dogoditi interferencija s frekvencijama radio astronoma od 13 MHz do 275 GHz i brojnim ISM (engl. Industrial, Scientific and Medical) aplikacijama.

6. PROTOKOLI

Protokoli su skup pravila kojima je definirano kako će međusobno komunicirati različiti uređaji kroz zajednički komunikacijski medij. Ovdje će biti objašnjene osnovne značajke nekoliko protokola koji su prisutni na europskom i američkom tržištu.

X-10 je jedan od najstarijih protokola za komunikaciju preko linija napajanja. Koristi amplitudnu modulaciju za prijenos informacija. Iako je u početku osmišljen za jednosmjernu komunikaciju (za kontrolu osvjjetljenja i kućnih električnih aparata preko elektroenergetskih vodova), naknadno je proširen na dvosmjernu. Predajnik šalje osam bitni podatak frekvencije 120 kHz koji je ukomponiran u val nosilac, sinusni signal 50 Hz gradske mreže. Kod svakog prolaska sinusoide kroz nulu, detektira se jedan bit podatka. Zato svi X-10 predajnici i prijemnici sadrže sklop koji detektira prolaz sinusnog napona mreže kroz nulu (zero crossing) u svrhu sinhronizacije. Zbog povećanja pouzdanosti i točnosti prijenosa podatka koji se šalju, X-10 protokol zahtijeva da se svaki sklop podatka šalje dva puta. Najveći nedostatak X-10 je mala brzina prijenosa podataka pa se koristi uglavnom za prijenos upravljačkih signala. Najčešće se koristi u „pametnoj kući“.

X-10 tehnologija je najraširenija i najjeftinija tehnologija za ostvarenje kućne automatizacije. Prednost ove tehnologije je i u postojanju velikog broja jednostavnih uređaja. Najviše je zastupljena na američkom tržištu.

LonTalk komunikacijski protokol je komponenta mrežne platforme koju je razvila tvrtka Echelon devedesetih godina prošlog stoljeća pod nazivom LonWorks. Ova platforma je razvijena da zadovolji potrebe modernih sustava automatskog upravljanja. Za razliku od klasične arhitekture mreže sa serverom, koji je često usko grlo sustava, LonWorks koristi komunikacijski protokol baziran na „per to per“ komunikaciji između uređaja. To znači da uređaji međusobno komuniciraju ravnopravno i direktno.

LonWorks tehnologiju čine sljedeće komponente:

- Neuron čip – upravljački mikroprocesori i transceiveri
- LonTalk komunikacijski protokol
- LonWorks Network Services (LNS)

Neuron čipovi hardverski implementiraju slojeve 2-6 OSI (engl. Open Systems Interconnection Basic Reference Model) referentnog modela [11], što olakšava razvoj novih aplikacija za upravljačke mreže koje koriste LonWorks tehnologiju.

Programska implementacija protokola LonTalk je sadržana u ROM-u (engl. Read Only Memory) svakog neuron mikroprocesora, a parametri specifični za karakteristične aplikacije pohranjuju se u RAM (engl. Random Access Memory) rezerviran upravo za te parametre.

LonWorks Network Services (LNS) je skup alata i programa za instalaciju, održavanje, nadgledanje i upravljanje interoperabilnim LonWorks upravljačkim mrežama.

Takvi alati omogućuju udaljeni nadzor i parametrisiranje upravljačke mreže, kao i konfiguraciju uređaja spojenih u mrežu, snimanje aplikacijskih programa i parametara na uređaje spojene u mrežu, prijavu grešaka i sl. LNS također omogućuje integraciju sustava upravljanja s ostalim informacijskim sustavima pa danas LonWorks arhitektura podržava klijente većine operacijskih sustava. PLT-22 Power Line Transceiver firme Echelon predstavlja jednostavno i jeftino rješenje za implementaciju LonWorks tehnologije.

CEBus (engl. Consumer Electronics Bus) je komunikacijski protokol nastao krajem 80-tih godina prošlog stoljeća. Stvoren je u suradnji članova društva EIA (engl. Electronic Industries Alliance) kao protokol s više mogućnosti i boljim karakteristikama od tada jedinog postojećeg X-10 protokola.

Intellon je proizveo uređaje koji koristeći CEBus služe za upravljanje kućnom automatizacijom.

Svi mediji CEBus protokola prenose podatke brzinom oko 8 kbps. Mogu prenositi analogne ili digitalne signale. CEBus protokol koristi „per to per“ komunikacijski model. Fizički sloj CEBus komunikacijskog protokola temeljen je na tehnologiji raspršenja spektra.

EIB (engl. European Installation Bus) je vodeći svjetski sustav inteligentnih električnih instalacija kojem je cilj postupno zamijeniti tradicionalne električne instalacije. EIB sustav preuzima brigu i kontrolu nad svim funkcijama u objektu namijenjenom za boravak ljudi. Sustav EIB je fizički baziran na sabirnici, dok je podatkovno okrenut prema standardnim OSI slojevima. Kod ovog tipa sabirnice montažu cijelog sustava mogu obaviti i nekvalificirani monter i jednostavnom izmjenom postojećih utičnica i prekidača EIB modulima.

EIB sabirnice spajaju se po tzv. slobodnoj topologiji, dakle u mrežu koja može biti ostvarena kao bilo koja kombinacija zvjezdaste, prstenaste i sabirničke mrežne topologije.

EHS protokol pojavio se 1992. godine i predstavlja opsežnu specifikaciju za otvoreni komunikacijski protokol namijenjen kućnoj automatizaciji. Definira komunikaciju i način dijeljenja resursa kućanskih uređaja. Modularna funkcionalnost omogućuje korisniku da počne ugrađivati samo nužne aplikacijske jedinice, a da kasnije prema potrebi nadograđuje sustav s novim jedinicama.

Konnex je najpoznatiji europski komunikacijski protokol nastao 1997. spajanjem triju tada najraširenijih protokola: Batibus Club International (BCI), European Installation Bus Association (EIBA) i European Home Systems Association (EHSA)

Cilj Konnex udruženja je da se stvori standard za kućnu automatizaciju koja pokriva potrebe europskih rezidencijalnih i profesionalnih instalacija. Taj standard slijedio bi gotovo cijelo tržište tako da oprema raznih proizvođača može raditi zajedno.

Taj novi standard donio bi poboljšanja u:

- povećanju korištenja kućne automatizacije u područjima kao što je kontrola klimatizacije i HVAC (engl. heating, ventilating, and air conditioning)
- poboljšanje mogućnosti drugih komunikacijskih medija, uglavnom RF (engl. Radio Frequency)
- predstavljanju novih načina rada koji dopuštaju Plug&Play pristup mnogim zajedničkim uređajima u kući
- kontaktiranje pružatelja usluga kao što su telekomunikacijske kompanije i naponske tvrtke radi održavanja kućnog daljinskog upravljanja i kućne automatizacije.

Cilj je kombinirati EIB, EHS i BatiBus tehnologije radi kreiranja jedinstvenog, kvalitetnog europskog standarda.

Tehnologije koje koriste spomenuti protokoli uglavnom su prilagođene određenim aplikacijskim područjima, ali ni jedna ne pokriva sva područja. KNX tehnologija omogućava po prvi put zajedničku sabirničku platformu prilagođenu svim aplikacijama u kućnim i industrijskim okruženjima.

7. KLASIFIKACIJA I PRIMJENA PLC

PLC tehnologija se može s obzirom na naponsku razinu elektroenergetske mreže podijeliti na:

- niskonaponski PLC-primjena na vodovima do 400V
- srednjenaponski-primjena na vodovima do 50 kV
- visokonaponski-primjena na vodovima od 50 do 400kV
- PLC na električnim instalacijama zgrade

S obzirom na područje primjene:

- za energetske PLC usluge -TK usluge za potrebe elektroprivredne djelatnosti
- za pristupne mreže PLC usluge - TK usluge u pristupnim internet mrežama, tj. mrežama koje povezuju krajnjeg korisnika na mrežu. Najčešće su usko grlo komunikacije zbog malog kapaciteta
- za kućne PLC usluge

S obzirom na brzinu komunikacije:

- uskopojasni PLC-brzina prijenosa informacija reda veličine do stotinjak kbit/s
- širokopojasni PLC-brzina prijenosa informacija reda veličine Mbit/s

Frekvencijska područja od interesa za primjenu u PLC sustavima u Europi:

- od 3 kHz do 148,5 kHz – pojas namijenjen za uskopojasne primjene, standardiziran u CENELEC-ovoj normi
- od 1 MHz do približno 10 MHz (standardizacija nije dovršena) – pojas namijenjen za širokopojasne pristupne sustave na vanjskim razdjelnim elektroenergetskim mrežama (od transformatorske stanice $x/400$ V do objekta)
- od približno 10 MHz do 30 MHz (standardizacija nije dovršena) – pojas namijenjen za širokopojasne komunikacije u unutarnjim instalacijama kuća i zgrada.

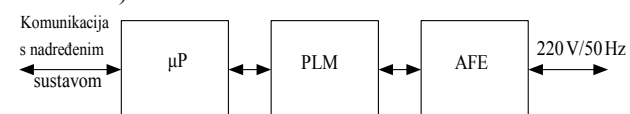
Uskopojasni PLC se koristi za:

- daljinsko očitavanje brojila telemetrija i AMR (Automatic meter reading) - električnih, plinskih, vodovodnih i dr.
- kontrola udaljenih uređaja (ulične rasvjete)
- nadzor i kontrola proizvodnje i potrošnje električne energije
- dinamičko tarifiranje
- automatizacija domova i poslovnih zgrada: automatizaciju regulacije grijanja i klima uređaja, regulacije osvjetljenja u sobama, osiguranje i alarmiranje i dr.

Uskopojasni PLC se koristi u sustavima s jednostavnim upravljanjem kratkim naredbama pa brzina prijenosa modema nije najvažniji parametar.

Danas je na tržištu prisutan velik broj različitih modema. Jedni za modulaciju i demodulaciju koriste specijalni integrirani krug prema slici 2.

Mikroprocesor (μ P) ima funkciju komunikacije prema nadređenom sustavu (npr. PC računalu) i upravljanje modemom (PLM) koji pretvara digitalni signal u analogni i obratno definiranim modulacijskim/demodulacijskim postupkom. Između PLM i energetske mreže nalazi se sklop koji mora galvanski odvojiti signal od visokog napona, odlazni signal injektirati na energetska i dolazni signal što više očistiti (isfiltrirati) za pretvorbu u digitalni. Taj sklop se naziva AFE (Analog Front End).



Slika 2. Blokvska shema Power Line Modema

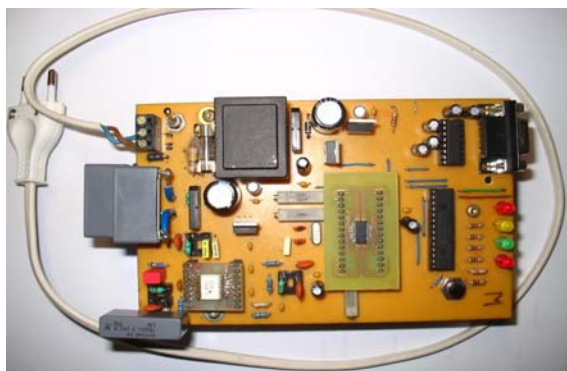
Drugi modemi koriste DSP (digital signal procesore) tako da modulaciju i demodulaciju obavlja softver. Razlika u odnosu na prethodni je u tome što DSP zamjenjuje mikroprocesor i transceiver, a programski algoritmi obrade signala povećavaju fleksibilnost modema.

Na slici 3. je prikazan 28-pinski Power Line Transceiver (primopredajnik) tvrtke ST Microelectronics, ST 7540.



Slika 3. Power Line Transceiver ST 7540 [9]

Na slici 4. prikazan je modem baziran na ST 7540, upravljan mikrokontrolerom 16F876 tvrtke Mikrochip realiziran na Veleučilištu u Varaždinu. Napravljena su dva modema. Jedan je povezan s nadređenim PC računalom preko serijske RS 232 veze i drugim modemom preko energetska vodova. Drugi modem upravlja na temelju primljenih podataka uz pomoć mikrokontrolera.



Slika 4. Uskopojasni PLC modem [9]

Uskopojasni modemi prisutni su na tržištu Europe i SAD-a već više godina. Prednost im je što su jednostavniji, nemaju problema sa zakonskom regulativom, a nedostatak im je relativno uski frekvencijski pojas i mala brzina.

Širokopojasni PLC se koristi za:

- pristup internetu i prijenos podataka velikim brzinama
- govornu komunikaciju (VoIP)
 - VoIP predstavlja integraciju konvencionalnih telefonskih servisa s brojnim IP (engl. Internet Protocol) baziranim aplikacijama;
 - prijenos govora u IP mrežama za telekom operatera je jedna od najvažnijih tehnologija jer može značajno smanjiti troškove komunikacije
- video na zahtjev VoD i IPTV
 - IPTV (Internet Protocol Television) -distribucija TV programa u stvarnom vremenu korištenjem širokopojasnih IP mreža (engl. multicast servis)
 - VoD (Video on Demand) - distribucija video sadržaja preko širokopojasnih IP mreža na zahtjev korisnika i u vrijeme koje korisnik odredi (engl. unicast servise)
- kućne PLC usluge
 - upravljanje kućanskim aparatima
 - sigurnost-alarmani sistemi
 - kućna njega
 - automatizacija doma
 - zabava
 - štednja energije

Širokopojasni modemi sve više se pojavljuju na tržištu nudeći različite uloge. Sklopovski i programski su složeniji od uskopojasnih i nude puno veće brzine rada.

Slika 5. prikazuje dva integrirana modema:

- a)INT 6000 tvrtke INTELLON koji koristi OFDM modulaciju max. brzine 200Mbps
- b)DSS9010 tvrtke DS2 koji koristi OFDM modulaciju max. brzine 200Mbps



Slika 5. Integrirani širokopojasni PLC modemi

8. ZAKLJUČAK

Prepreka u razvoju PLC je sam medij, elektroenergetski vodovi koji su, osim što posjeduju jake smetnje generirane od svih priključenih potrošača, predviđeni za prijenos energije, a ne i komunikacijskih signala. Problem ekspanziji primjene je veći broj neujednačenih PLC standarda različitim tržištu. Napredne modulacijske tehnike i protokoli uspješno rješavaju probleme brzine komunikacije. Kod PLM visokih brzina i frekvencija problem je elektromagnetsko zračenje u okolinu. Modemi kojima se realizira PLC mogu se svrstati u dvije osnovne grupe: jednostavnije, uskopojasne (Narrowband) koji se koriste manjim brzinama prijenosa uglavnom za upravljačke podatke i širokopojasne (Broadband) koji velikim brzinama mogu prenositi različite vrste informacija.

9. LITERATURA

- [1]www.eihp.hr/~gmajstro/CIGRE%202003Power%20line%20communication.pdf
- [2]www.domotics.com/homesys/HSPapers/EHSproto.htm
- [3] <http://www.knx.org/knx-standard>
- [4]www.x10.com/support/technology1.h
- [5] <http://www.homeplug.org>
- [6] <http://www.plcforum.org>
- [7] www.archnetco.com
- [8] www.plexeon.com
- [9] www.st.com
- [10] www.viste.com/LON/tools/Power-Line/PLT22A.pdf
- [11] <http://spvp.zesoi.fer.hr/predavanja/sli-des/osi.pdf>
- [12] N.Pavlidou,A.J.Han Vinck,J.Jazdani,B.Honary: "Power Line Communications: State of the Art Future Trends", IEEE Communications Magazine, April, 2003
- [13] M.Katajama,T.Yamazato,H.Okada: "A Matematical Model of Noise in Narrowband Power Line Communication Systems", IEEE Journal of selected areas in communications, vol.24, no. 7 July 2006
- [14] Zajc, Serbec, Suljanović, Mujčić, Tasić, "Širokopojasni dostop po energetskih vodih", Proceedings of ERK 2004,
- [15] Harald Dalichau and Wolfgang Taeger, Description of the Technology and Comparisons of the Performance of two different Approaches for a Powerline Modem in the CENELEC-Band. Polytrax Information Technology AG.

Kontakt:

Mr. sc. Ivan Šumiga, dipl. ing.
Križanićeva bb, 42 000 Varaždin
Tel: 098/467 761; e-mail: ivan.sumiga@velv.hr

CE I C OZNAKE NA PROIZVODIMA – SKLADNOST PROIZVODA

Kondić V.
Varaždin, Hrvatska

Sažetak: Rad je sažetak seminarskog rada na studiju Tehničke i gospodarske logistike Velučilišta u Varaždinu. Kroz opis procesa ocjene skladnosti proizvoda, autor pojašnjava kompletan postupak stavljanja oznake CE na tržište EU i oznake C na tržište RH, s ciljem poboljšanja slobodnog protoka proizvoda.

Ključne riječi: CE, C, EU, direktiva, Novi pristup, Globalni pristup, norme, certifikacija, proizvod, moduli, Izjava proizvođača

Abstract: The work presents the summary of a successful seminar paper written as a part of the professional study of Technical and Economic Logistics at the University of Applied Sciences in Varaždin.

By describing the process of assessing the product conformity, the author explains the complete procedure of placing the mark CE on the EU market and the mark C on the Croatian market in order to improve the free flow of goods.

Due to Croatia's current preoccupation with EU accession, the article acquires even more important meaning.

Key words: CE, C, EU, directive, New approach, Global approach, norms, certification, product, modules, Manufacturer's statement

1. UVOD

Tržište Europske unije je definirano kao područje bez unutarnjih granica u kojemu su osigurani slobodni protoci ljudi, proizvoda i kapitala među njenim članicama. Odlukom da se Europa ujedini u jedinstveno tržište od 500 do 600 milijuna potrošača, postavljeni su temelji za premošćenje prepreka i ograničenja pri slobodnoj razmjeni roba.

Ograničenja u slobodnom protoku proizvoda posljedica su različitosti industrijske prakse i tehničke regulative u gospodarskom prostoru Europe, kao i nesukladnosti pravnih sustava kojima se određuju obveznosti i pravne posljedice za neispunjavanje tehničkih zahtjeva.

Zbog toga se krenulo u rješavanje problema slobodnog protoka ljudi, proizvoda i kapitala. Cilj je bio stvaranje jedinstvenog tržišta, uz maksimalnu zaštitu osnovnih vrijednosti života, zdravlja i okoliša kroz usuglašavanje pravnih propisa među članicama EU (članak 100a Ugovora o EU).

Slobodno kretanje proizvoda je osnovna privilegija jedinstvenog europskog tržišta. Ono omogućava

potrošačima znatno veću ponudu te istodobno povećava konkurentnost. Postizanje ovog cilja zasniva se na sprečavanju novih prepreka u trgovini, na uzajamnom priznavanju te na tehničkom usuglašavanju.

EU je za osiguranje slobodnog protoka proizvoda razvila novi pristup poznat pod nazivima Novi pristup regulativi za proizvode (eng. New Approach) i Globalni pristup ocjenjivanju usuglašenosti proizvoda (eng. Global Approach).

Novi pristup za osiguranje slobodnog protoka proizvoda bazira se na direktivama novog pristupa. Temelj novog pristupa je u sljedećim postavkama (doneseno na Savjetu EU, svibanj 1985. i dopunjen u srpnju 1993.):

- Unošenje temeljnih zahtjeva u direktive za određene proizvode kao osnovni dokument na području obaveznog certificiranja
- Dokazivanje proizvođača da je proizvod zadovoljio temeljne zahtjeve u smislu neugrožavanja života, zdravlja, okoliša ili potrošača (time proizvođač preuzima odgovornost).
- Dokazivanje o sukladnosti proizvoda proizvođač može provoditi sam ili putem certificiranja preko nezavisne ovlaštene organizacije. Dokazivanje iskazuje preko Izjave proizvođača ili postavljanjem CE znaka.
- Izrada harmoniziranih normi koje trebaju sadržavati odrednice za zadovoljenje temeljnih zahtjeva. Ovaj posao je povjeren europskim normizacijskim organizacijama CEN i CENELEC.
- Primjena harmoniziranih normi nije obavezna. Proizvođač može koristiti i druge tehničke specifikacije kojima zadovoljava bitne zahtjeve direktiva novog pristupa.

Globalni pristup slobodnom protoku proizvoda odnosi se na certificiranje proizvoda i njihovo ispitivanje. Vijeće EU je 1989. usvojilo rezoluciju kojoj je cilj da se unutar tržišta EU uspostavi homogeno, transparentno i vjerodostojno okruženje u koje će imati povjerenja organi vlasti, proizvođači, kupci i korisnici proizvoda, a koje osigurava kvalitetnije proizvode na tržištu.

Ovo povjerenje temelji se na tehničkoj kompetentnosti proizvođača, ispitnih laboratorija, organa odgovornih za prosudbu kvalitete, certifikacijskih i inspeksijskih tijela, te na transparentnosti procedura za ocjenjivanje suglasnosti.

2. DIREKTIVE NOVOG PRISTUPA

Direktive kao harmonizirani pravni dokumenti određuju osnovu za pravne posljedice, suglasno zakonodavnom sustavu zemlje članice ukoliko proizvodi ne ispunjavaju temeljne zahtjeve, a pušteni su u promet na tržištu EU.

Direktive nisu direktno primjenjive u svim državama EU. One ne obavezuju države u cijelosti, već na temelju postignutih rezultata. Predviđa se i donošenje nacionalnih dokumenata koji moraju implementirati direktive EU. To znači da članice EU same odlučuju o izboru oblika i načina preuzimanja direktiva. Mogućnosti izbora odnose se na preuzimanje direktiva u nacionalno zakonodavstvo u obliku zakona, propisa ili drugog zakonskog dokumenta.

Direktive su tako koncipirane da ostavljaju određeni stupanj slobode nacionalnom zakonodavstvu članica EU. Zajedno s uredbama EU, smatraju se najvažnijim zakonskim instrumentima, a cilj im je usuglašavanje različitih ciljeva EU i njenih država članica. Ovi se dokumenti smatraju sredstvima za harmonizaciju, što podrazumijeva eliminaciju nacionalnih kontradikcija i konflikata među nacionalnim zakonima.

Direktive se odnose na različite tehničke proizvode koji zahtijevaju označavanje proizvoda znakom CE (tablica 1.) i koje ne zahtijevaju označavanje proizvoda znakom CE (tablica 2.).

Tablica 1. Direktive za stavljanje oznake CE

| Red. br. | Direktiva | Broj direktive | Skraćena oznaka |
|----------|---|----------------------------|-----------------|
| 1. | El. oprema namijenjena za rad unutar određenih naponskih granica | 2006/95/EC | LVD |
| 2. | Jednostavne tlačne posude | 87/404/EEC | SPV |
| 3. | Sigurnost igračaka | 88/378/EEC | - |
| 4. | Građevni proizvodi | 89/106/EEC | CP |
| 5. | Eek. magnetska kompatibilnost | 89/336/EEC; 2004/108/EC | EMC |
| 6. | Sigurnost strojeva | 98/37/EC; 2006/42/EC | MD |
| 7. | Osobna zaštitna oprema | 89/686/EEC | PPE |
| 8. | Neautomatske vage | 90/384/EEC | NWI |
| 9. | Aktivne implantabilne medicinske naprave | 90/385/EEC | - |
| 10. | Plinski aparati | 90/396/EEC | GA |
| 11. | Toplovodni kotlovi na tekuće i plinovito gorivo | 92/42/EEC | - |
| 12. | Eksplzivni za civilnu upotrebu | 93/15/EEC | - |
| 13. | Medicinski uređaji | 93/42/EEC | MDD |
| 14. | Oprema i zaštitni sustavi namijenjeni za uporabu u prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom | 94/9/EC | ATEX |

| | | | |
|-----|---|------------|------|
| 15. | Rekreacijska plovila | 94/25/EC | - |
| 16. | Sigurnost dizala | 95/16/EC | - |
| 17. | Tlačna oprema | 97/23/EC | - |
| 18. | In vitro dijagnostički medicinski uređaji | 98/79/EC | PED |
| 19. | Radijski i telekomunikacijski krajnji uređaji | 1999/5/EC | - |
| 20. | Mjeriteljski i tehnički zahtjevi za mjerila | 2004/22/EC | RTTE |
| 21. | Žičare za prijevoz ljudi | 200/9/EC | - |

Tablica 2. Direktive koje ne zahtijevaju oznaku CE

| Red. br. | Direktiva | Broj direktive |
|----------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1. | Pakiranje i otpadna ambalaža | 94/62/EC |
| 2. | Sustav brzih željeznica | 96/48/EC |
| 3. | Pomorska oprema | 96/98/EC; 01/53/EC |
| 4. | Sustav konvencionalnih željeznica | 01/16/EC |

Osnovna zadaća direktiva je osiguranje viših sigurnosno-tehničkih stupnjeva zaštite koji pouzdano i jednoznačno određuju maksimalne zahtjeve za zaštitu života, zdravlja i okoliša.

Cilj svih direktiva EU je da konkretan proizvod bude izrađen u skladu s temeljnim zahtjevima direktiva i da se može koristiti bilo gdje u EU, bez da država u kojoj se proizvod koristi postavlja dodatne uvjete.

3. HARMONIZIRANE NORME

Priprema harmoniziranih normi zasniva se na zahtjevima direktiva novog pristupa. Bitni pristupi daju se u prilogima direktiva i obuhvaćaju sve što je potrebno za dostizanje ciljeva direktive. Direktive uspostavljaju temeljne zahtjeve, ali ne govore o tome kako se ti zahtjevi ispunjavaju na proizvodima. Ispunjenje temeljnih zahtjeva na proizvodima ostvaruje se slijedeći odrednice harmoniziranih normi.

Definicija norme: „Norma je isprava namijenjena općoj i opetovanoj uporabi, kojom se određuju pravila, odrednice ili značajke proizvoda, procesa ili usluga radi postizanja najpovoljnije razine urednosti.“

Svakoj direktivi pripadaju harmonizirane norme čija primjena nije obavezna. Harmonizirane norme su europske norme koje su usvojile europske organizacije za normizaciju, a koje su pripremljene u skladu s općim direktivama. One su postavljene zajedničkim dogovorom Europske komisije i europskih organizacija za normizaciju i u skladu su s ovlaštenjima koje je propisala Komisija, nakon konzultacije sa zemljama članicama.

Direktiva 98/34/EC definira harmonizirane norme kao tehničke specifikacije koje su usvojile europske organizacije za normizaciju.

Trenutačno postoje tri europske organizacije za normizaciju:

- CEN (Europski komitet za normizaciju)
- CENELEC (Europski komitet za normizaciju u elektrotehnici)
- ETSI (Europski institut za norme u području telekomunikacija)

Harmoniziranim normama smatraju se norme koje su razrađene na zahtjev EU i koje su objavljene u njenom službenom glasilu (Official Journal).

4. CE OZNAKA

CE su jedine oznake koje potvrđuju da proizvod udovoljava odrednicama koje se temelje na načelima novog i općeg pristupa. Pravila za njihovo stavljanje utvrđena su Odlukom Vijeća od 22. srpnja 1993.

Izraz „EC znak“ (EC mark, EC Zeichen), koji se rabio s odrednicama prije Odluke, promijenjen je odrednicom direktive 93/68/EEC u „CE znak“ (CE marking, CE Kennzeichnung). Ova izmjena napravljena je da se izbjegne pogrešno tumačenje značenja CE oznake. Ona nije znak i ne smije se miješati s potvrđivanjem.

Stavljanje CE oznake simbolizira skladnost proizvoda svim sigurnosnim, zdravstvenim ili drugim zajedničkim interesima koje propisuju direktive novog pristupa. Za jedan proizvod može postojati više odrednica. CE se oznaka stavlja tek kad je dokazana skladnost sa svim odrednicama sviju direktiva. Tu ipak ima ograničenja. Ako nekim direktivama nije istekao prijelazni rok i nisu prenijete u nacionalno zakonodavstvo, tada proizvođač sam odlučuje hoće li ih ili neće primijeniti. Oznaka CE označava skladnost direktivama samo one ili onih direktiva koje je pritom odabrao.

CE oznake nisu namijenjene kupcima već prije svega nadzornim službama zemalja članica EU. One se ne koriste u komercijalne svrhe. CE oznaka nije oznaka porijekla i ne pokazuje da je proizvod proizveden u EU, a njihova je zlouporaba kažnjiva.

Proizvod ne mora imati CE oznaku ako nije pokriven direktivom koja predviđa njegovo postavljanje.

4.1. Stavljanje CE oznake

CE oznaku uobičajeno stavlja proizvođač, ali je može staviti i njegov ovlašten predstavnik unutar EU. Samo u određenim uvjetima, navedeni u pojedinim direktivama, to može učiniti i osoba koja stavlja proizvod na tržište EU. CE oznaka ne može biti postavljena sve dok se ne procijeni da je proizvod u skladu sa svim odrednicama odgovarajućih direktiva.

CE oznaka stavlja se na proizvod ili na njegovu natpisnu pločicu. Ukoliko to nije moguće ili nije ostvarivo zbog prirode proizvoda, tada se mora staviti na omot, ako postoji, te u prateću dokumentaciju (npr. garancija – potvrda o jamstvu) kada je direktiva zahtijeva.

CE oznaka mora biti vidljiva, čitljiva i neizbrisiva. Ako proizvod ima neke dodatne znakove ili oznake, oni ne smiju narušiti vidljivost CE oznake. Zabranjeno je stavljati oznake koje bi svojim oblikom i značenjem mogle zavaravati nadzorne službe.

4.2. Izgled CE oznake

CE oznaka skladnosti sastoji se od inicijala „CE“ najmanje visine 5 mm (ako direktiva ne propisuje drukčije). Ako je u postupak ocjene skladnosti uključena i ovlaštena institucija, uz oznaku CE stavlja se identifikacijski broj te ustanove.



Slika 1. Oblik oznake CE

4.3. CE oznaka i druge oznake

CE oznaka je jedina oznaka koja simbolizira skladnost proizvoda sa svim obavezama koje se odnose na proizvođače, a kako zahtijevaju direktive zadužene za njeno postavljanje.

Proizvod može nositi dodatne oznake koje:

- ispunjavaju funkciju različitu od one za CE oznaku
- ne izazivaju konfuziju sa CE oznakom
- ne smanjuju njegovu čitljivost i vidljivost

CE oznaka zamjenjuje sve obavezne oznake skladnosti istog značenja koje su postojale prije nego što je počela harmonizacija. Takve nacionalne oznake skladnosti nisu kompatibilne s CE oznakom. Vlasnici zaštitnih oznaka koje su slične CE oznaci, a koje su stvorene prije uvođenja CE oznake, su zaštićeni.

Oznake koje se dodaju CE oznaci moraju ispunjavati različitu funkciju od one koju ima CE oznaka. Prema tome, one bi trebale osigurati dodatnu vrijednost u označavanju skladnosti s ciljevima koji se razlikuju od onih na koje se odnosi CE oznaka.

4.4. CE oznaka i dokumentacija

Kada proizvođač odluči svoj proizvod označiti CE oznakom susreće se s problemom dokumentacije koju mora pribaviti kako bi ispunio zahtjev direktiva. Ne postoje određeni kriteriji što se tiče potrebnog opsega dokumentacije.

Direktive su vrlo općenite, a zahtijevaju sljedeće:

- Tehničku dokumentaciju proizvoda (projekti, nacrti, sastavnice, opis rada proizvoda, proračuni, sheme spajanja, postupak za ugradnju i puštanje u rad itd.)
- Upute za upotrebu s posebnim naglaskom na sigurnosna upozorenja u opsegu direktive
- Certifikate i izvješća o obavljenim ispitivanjima koji dokazuju da proizvod ispunjava kriterije direktiva, odnosno harmoniziranih normi na koje se direktiva poziva
- Proizvođačevu CE izjavu o skladnosti proizvoda sa zahtjevima direktive

Kod dokumentacije je vrlo bitno koristiti „nacrtanu tehničku dokumentaciju“ i fotografije. Ako se pri tome poštuju pravila definirana u različitim međunarodnim normama (ISO, EN, IEC itd) s tog područja, toliko je veća vjerojatnost da će ta dokumentacija biti svima razumljiva.

5. REGISTRIRANE USTANOVE (NOTIFIED BODY)

Direktive zahtjevima (člankom) određuju da zemlja članica (nadležno ministarstvo ili druga nadležna državna institucija) prijavljuje Komisiji EU i drugim zemljama članicama koje su to ustanove odgovorne za provođenje skladnosti, koje su odgovornosti i ovlasti ustanove te njihov identifikacijski broj koji im je dodijelila Europska komisija u Bruxellesu. Jedna prijavljena ustanova može dobiti samo jedan broj, iako može biti imenovana za poslove ocjene skladnosti proizvoda iz nekoliko direktiva.

O tržišnim potrebama ovisi koliko će ustanova prijaviti neka zemlja. Ako neka zemlja zaključi da ni jedna ustanova ne udovoljava temeljnim kriterijima za prijavu, tada će se suzdržati od prijave.

Kriteriji prema kojima se imenuje prijavljena ustanova:

1. neovisnost
2. tehnička osposobljenost
3. transparentnost

Najvažniji kriterij je neovisnost institucija. Zahtijeva se da prijavljena institucija, njen direktor i osoblje zaduženo za ocjenu i ovjeravanje ne smiju biti konstruktori, proizvođači, dobavljači, montažeri ili korisnik uređaja koji ispituju, niti smiju biti ovlašteni predstavnici spomenutih osoba. Oni ne smiju biti izravno uključeni u projektiranje, konstrukciju, prodaju ili održavanje uređaja, a ne smiju biti ni predstavnici stranaka koji su uključeni u te djelatnosti.

Tehnička osposobljenost i transparentnost su također važni. Smatra se da prijavljene ustanove udovoljavaju zahtjevima direktiva ako mogu dokazati svoju skladnost harmoniziranim normama predočenjem ovlasnice. Zemlje članice. Ako prijavljene institucije ne mogu dokazati skladnost s normama, trebaju Komisiji dati prikladan dokument o osnovama na kojima je provedena prijava (notifikacija).

Prijavljena ustanova može u skladu s modulom (modulima) za koje je prijavljena ispitivati proizvode, može nadzirati proizvodnju, izdavati potvrde o skladnosti, odobravati i nadzirati sustav kvalitete proizvođača. Treba naglasiti da odgovornost za proizvod ipak ostaje na proizvođaču, njegovom ovlaštenom predstavniku u Zajednici ili na uvozniku.

Prijavljena ustanova, nakon što je njena prijava objavljena u službenom glasniku, može bez ikakvih ograničenja nuditi svoje usluge za koje je imenovana na prostoru cijele EU i u trećim zemljama.

6. OCJENJIVANJE SKLADNOSTI PROIZVODA NA MODULARNOM PRINCIPU

Osim što je Novim pristupom ubrzano tehničko usklađivanje zakona i propisa, trebalo je uspostaviti povjerenje u mjerodavnost ispitnih i potvrdnih institucija te osigurati međusobno priznanje ispitnih izvještaja, ovlaštenja i potvrdnica (certifikata). Umjesto raznolikih načina potvrđivanja proizvoda u institucijama ovlaštenim na različite, uglavnom nepoznate načine, trebalo je odrediti usklađene metode ocjene skladnosti te jedinstveno označavanje takvih proizvoda.

Iz tih razloga je Vijeće Europe prihvatilo modularni način ocjene skladnosti nazvan kao Opći pristup ocjeni skladnosti (eng. Global Approach to Conformity Assessment).

Pristup je tako koncipiran da je ocjena skladnosti podijeljena na module koji obuhvaćaju konstrukciju i proizvodnju proizvoda. Svaka direktiva određuje moguće module ovisno o razini rizika proizvoda, vrsti i važnosti proizvodnje, ekonomskoj infrastrukturi pojedinih proizvodnih sektora (npr. postoji li treća strana) te drugim čimbenicima. Proizvođač zatim odabire njemu najpovoljniji postupak.

Ocjenu skladnosti provodi proizvođač (moduli A i C) ili ustanova imenovana za te aktivnosti ili registrirana ustanova (modul B, D do H, AA i CA). Skladnost proizvoda sa zahtjevima direktiva novog pristupa potvrđuje se oznakom CE. Na slici 2. grafički je prikaz osnovnih modula.

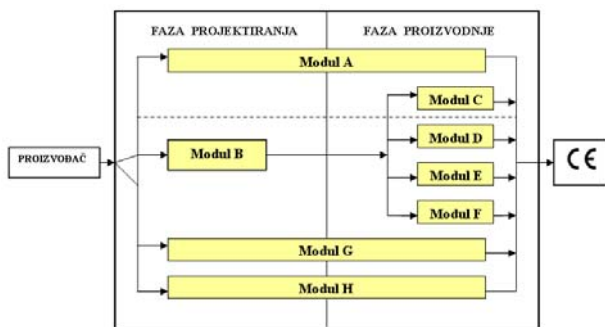
Zemlje članice EU trebaju imenovati institucije za provedbu skladnosti te moraju osnovati tržišni nadzor. Nadzorna služba provjerava udovoljava li proizvod na njenom tržištu zahtjevima direktiva. Ona mora biti neovisna od poslova ocjene skladnosti.

Razrada modula je osnova Općeg pristupa. Osnovne značajke modula su sveobuhvatnost i univerzalnost primjene u postupku certifikacije. U certifikaciji nije nužno koristiti sve module, nego se u direktivama koje se odnose na određeni proizvod određuje primjena određenih modula i njihovih kombinacija.

Primjena konkretnih modula i njihova potreba u postupku certifikacije i dokazivanju skladnosti postaje jasnija ako se pogleda u sadržaj pojedinog modula.

Osnovne postavke modularnog pristupa za ocjenjivanje skladnosti proizvoda prema direktivama novog pristupa:

- Ocjena skladnosti podijeljena je na module koji su primjenjivi širokom rasponu proizvoda.
- Moduli se odnose na fazu projektiranja proizvoda i na fazu proizvodnje ili na obje faze (vidi tablicu 4.). Postoji 8 osnovnih modula (A - H) i dodatnih 8 varijanti osnovnih modula. Tako se kombinacijom dolazi do postupaka za ocjenjivanje skladnosti proizvoda prema zahtjevu svake direktive.
- Za proizvod je potrebno procijeniti skladnost prema odgovarajućem modulu u fazi projektiranja i u fazi proizvodnje.
- Svaka direktiva opisuje vrstu i sadržaj mogućih postupaka za ocjenu skladnosti da bi se postigao potreban stupanj zaštite.



Proceduru ocjene skladnosti prema modulima A i C mogu provoditi sami proizvođači, bez sudjelovanja ovlaštene ustanove. Direktivama se ne postavljaju uvjeti za vlastite ispitne laboratorije. Ako proizvođač nema takav laboratorij, usluge može tražiti od drugih.

Analizom modula uočava se da moduli D, R i H zahtijevaju od proizvođača certificiran sustav upravljanja kvalitetom, prema međunarodnoj normi ISO 9001:2008 u određenom opsegu (tablica 3.).

Tablica 3. Moduli D, E i H i veza s ISO 9001:2008

| MODUL E | MODUL D | MODUL H |
|---|---|---|
| Obuhvaća sve točke norme EN ISO 9001:2008 osim: 6.3 Infrastruktura 6.4 Radna okolina 7.3 Projektiranje i razvoj 7.5.1 Upravljanje proizvodnjom i pružanjem usluge 7.5.2 Utvrđivanje prihvatljivosti/validacija procesa proizvodnje i pružanja usluga | Obuhvaća sve točke norme EN ISO 9001:2008 osim: 7.3 Projektiranje i razvoj | Obuhvaća sve točke norme EN ISO 9001:2008 |

Tablica 4. Osnovni moduli i kratki sadržaj modula

| MODUL | KRATKI SADRŽAJ |
|---|--|
| Modul A Unutarnja kontrola proizvodnje | Pokriva projektiranje i kontrolu proizvodnje. Modul ne zahtijeva sudjelovanje ovlaštene ustanove. Proizvođač sastavlja EC deklaraciju (Izjavu) o skladnosti proizvoda. |
| Modul B Tipsko ispitivanje | Pokriva fazu projektiranja. Nakon ovog modula slijedi jedan od modula za ocjenu skladnosti u proizvodnji. Tamo gdje „tip“ udovoljava odredbama direktive, prijavljena ustanova izdaje podnositelju zahtjeva EC potvrdu o tipnom pregledu (EC type examination certificate). |
| Modul C Tipaska skladnost (kao dodatak modulu B) | Pokriva fazu proizvodnje. Slijedi modul B. Zahtijeva od proizvođača da izjavi kako je proizvod skladan s odobrenim tipom opisanim u EC potvrdi o tipnom pregledu i da udovoljava onim zahtjevima direktive koji se na njega primjenjuju. Proizvođač ili njegov ovlaštenu predstavnik mora staviti CE oznaku na svaki proizvod te mora sastaviti pisanu izjavu o skladnosti. |
| Modul D Osiguranje kvalitete proizvodnje (kao dodatak modulu B) | Pokriva fazu proizvodnje. Slijedi modul B. Pored zahtjeva spomenutih u modulu C zahtijeva se i certificirani sustav upravljanja kvalitetom prema zahtjevima međunarodne norme ISO 9001. Certifikaciju mora obaviti za to ovlaštena i akreditirana institucija. |
| Modul E Osiguranje kvalitete proizvoda (kao dodatak modulu B) | Pokriva fazu proizvodnje. Slijedi modul B. Pored zahtjeva iz modula D, od proizvođača se zahtijeva odobren sustav upravljanja kvalitetom koji pokriva završnu kontrolu i ispitivanje proizvoda koji mora biti podvrgnut nadzoru. |
| Modul F Verifikacija proizvoda u proizvodnji | Pokriva fazu proizvodnje. Slijedi modul B. Ovlaštena ustanova kontrolira skladnost s tipom kako je spomenuto u certifikatu (Potvrda) o EC kontroli tipa izdanom prema modulu B. Pregledi ispitivanja mogu se provesti prema izboru proizvođača, pregledom i ispitivanjem svakog proizvoda ili pregledom i ispitivanjem proizvoda na statističkim osnovama. Pritom se izdaje Potvrda o skladnosti koja se mora čuvati najmanje 10 godina nakon što je proizveden zadnji proizvod. |
| Modul G Verifikacija pojedinačnog proizvoda | Pokriva faze projektiranja i proizvodnje. Svaki pojedinačni proizvod mora verificirati ovlaštena institucija koja izdaje Potvrdu o skladnosti (certifikat). |
| Modul H Potpuno upravljanje kvalitetom | Pokriva faze projektiranja i proizvodnje. Zahtijeva se uveden sustav potpunog upravljanja kvalitetom, uz sudjelovanje ovlaštene institucije za certifikaciju sustava. |

Implementacija i održavanje sustava upravljanja kvalitetom prema normi ISO 9001:2008 stvara dobre preduvjete o skladnosti proizvoda prema zahtjevima modula D, E i H. Za potpuno ispunjavanje bitnih zahtjeva direktiva, proizvođač mora osigurati da je sustav upravljanja kvalitetom uveden, održavan i da se sve više poboljšava. Zahtjeve ovih modula najlakše je ispuniti ako proizvođač ima certificiran sustav upravljanja kvalitetom.

7. POTVRDE (CERTIFIKATI) I DEKLARACIJE (IZJAVE) O SKLADNOSTI PROIZVODA

Ovlaštene ustanove (notified body) izdaju potvrde (certifikate) u sklopu pojedinačnih modula:

- Potvrda (certifikat) o EC kontroli tipa (modul B)
- Potvrda (certifikat) o skladnosti (modul F i G)
- Potvrda (certifikat) o EC kontroli projektiranja (modul H)

Potvrda (certifikat) o EC kontroli tipa je dokument koji izdaje ovlaštena ustanova nakon što je kod nje obavljeno ispitivanje (testiranje) tipa, odnosno uzorka prema modulu B. Ovlaštena ustanova je vlasnik dokumenta kojeg izdaje, a u određenim slučajevima može opozvati njegovu valjanost. Proizvođač dobiva potvrdu (certifikat) i koristi je prema zahtjevima direktiva i ugovora s ovlaštenom ustanovom.

Izjava o skladnosti proizvoda ili EC deklaracija je dokument kojim proizvođač izjavljuje da njegov proizvod odgovara bitnim zahtjevima vezanim za sigurnost, zdravlje i okoliš. Ovim dokumentom proizvođač preuzima odgovornost za proizvod.

Ovisno o tome koji oblik ocjene skladnosti proizvoda izabere proizvođač, EC izjavom se mora potvrditi da proizvod ispunjava zahtjeve odgovarajućih direktiva ili da je proizvod u skladu s tipom za koji je izdan certifikat o EC kontroli tipa.

Sadržaj EC izjave propisan je svakom direktivom posebno i ovisi o vrsti proizvoda. Sadržaj obuhvaća sljedeće podatke (slika 3.):

- Naziv i adresa proizvođača ili ovlaštenog zastupnika
- Identifikacija proizvoda (naziv, model, tip i sl.)
- Popis direktiva koje pokrivaju proizvod
- Popis harmoniziranih normi i drugih normativnih dokumenata
- Dodatni podaci potrebni za izbor modula
- Datum izdavanja EC izjave
- Ime i prezime ovlaštene osobe
- Potpis ovlaštene osobe
- Izjavu proizvođača, odnosno ovlaštenog zastupnika o isključivoj odgovornosti

| | |
|--|-----------------------|
| DOBAVLJAC ¹ | |
| Tvrtka ² : _____ | |
| Izjavljujemo i potvrđujemo pod punom odgovornošću skladnost proizvoda ³ : _____ | |
| s temeljnim zahtjevima iz Direktive/a ⁴ : _____ | |
| Primijenjene su sljedeće harmonizirane norme ⁵ : _____ | |
| Primijenjene su sljedeće nacionalne tehničke norme i specifikacije ⁶ : _____ | |
| Mjesto: | Potpis ⁷ : |
| Datum: | |

Objašnjenje:

- 1) Ispisati velikim štampanim slovima na jeziku države korisnika proizvoda
- 2) Ime i puni naziv proizvođača ili ime njegova zastupnika u EU. Ime i puni naziv pravne osobe koja stavlja u promet spomenuti proizvod na području EU
- 3) Opis proizvoda (naziv, tip, serijski broj i sl.) s podacima o ispravnoj uporabi sukladno odredbama
- 4) Odgovarajuće direktive EU
- 5) Pripadne harmonizirane norme, odnosno još važeće norme, na temelju kojih je proizvod proizveden
- 6) Pripadni propisi o sigurnosti ukoliko dopunjavaju ili osnažuju temeljne zahtjeve direktiva
- 7) Pravno ovjereni potpis i pobježna oznaka potpisnika, odnosno njegov položaj (npr. ravnatelj)

Slika 3. EC izjava proizvođača

8. POSTUPAK OZNAČAVANJA S „CE“

Sustavni i problemski pristup rješavanju CE oznaka za konkretan proizvod je najprihvatljiviji i najefikasniji. U tom smislu predlaže se poštivati sljedeće faze (slika 4.):

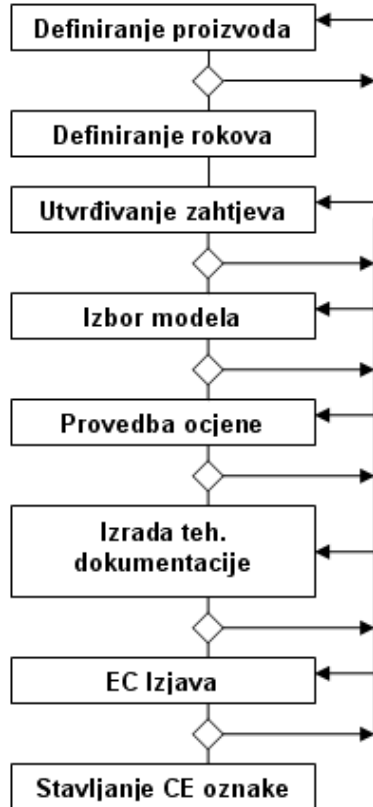
1. Definiranje proizvoda
2. Definiranje rokova za obavezu označavanja
3. Utvrđivanje bitnih zahtjeva
4. Izbor modela za ocjenu skladnosti i uporaba harmoniziranih normi
5. Provedba ocjene skladnosti
6. Izrada tehničke dokumentacije
7. Izdavanje EC izjave
8. Stavlanje CE oznake

9. ZAKONODAVSTVO RH I CE OZNAKA

Zaključujući ovaj prikaz o CE oznaci postavlja se pitanje gdje je Republika Hrvatska u svemu tome i što možemo učiniti da smanjimo tehničke granice slobodnog kretanja proizvoda.

EU je svojim ustrojstvom postavila pravila ponašanja i pravno uredila gospodarski prostor, ali je ostavila mogućnost da se i zemlje izvan EU uključe u taj prostor pod istim uvjetima.

Do pristupanja Republike Hrvatske Europskoj uniji ili važenja međunarodnog sporazuma o ocjeni skladnosti i prihvaćanju industrijskih proizvoda s Europskom unijom (ACAA sporazum), ne primjenjuje se obaveza označavanja proizvoda proizvedenih i namijenjenih tržištu RH oznakom CE, već oznakom C (Pravilnik N.N. 46/08). Oznaci se pridodaje identifikacijski broj ustanove koja je provela ocjenjivanje skladnosti. Slika 5. prikazuje oblik C oznake koja se koristi za tržište RH, a slika 6. prikazuje konstrukciju oznake.



Slika 4. Postupak do CE oznake

Pravilnik N:N: 46/08 točno propisuje oblik, sadržaj, izgled i način primjene oznake skladnosti za označavanje proizvoda za koji je primjenom propisanih tehničkih postupaka to i propisano u RH.

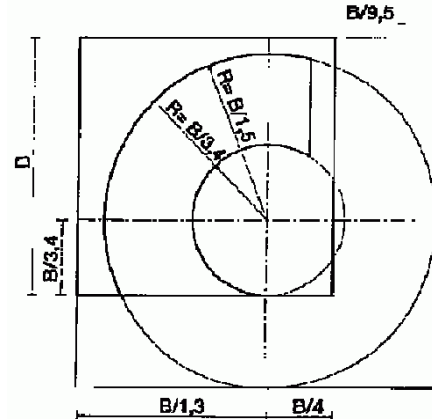


Slika 5. Oblik oznake C

Kao što je već rečeno, obaveza zemalja članica EU je prijenos direktiva u nacionalno zakonodavstvo. Što se tiče Republike Hrvatske, doneseno je novo tehničko zakonodavstvo: novi tehnički zakoni, tehnički pravilnici i ostali tehnički propisi. Neki su od tih zakona:

- Zakon o normizaciji objavljen u N.N. broj 163/03
- Zakon o akreditaciji objavljen u N.N. broj 158/03
- Zakon o mjeriteljstvu objavljen u N.N. broj 163/03, 111/07
- Zakon o općoj sigurnosti proizvoda objavljen u N.N. broj 30/09

- Zakon o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjeni skladnosti objavljen u N.N. broj 158/03, 79/07



Slika 6. Konstrukcija C oznake

Zakon o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjeni skladnosti (N.N. 158/03, 79/07) predstavlja pravnu osnovu za prenošenje direktiva Novog i Općeg pristupa u hrvatski pravni sustav.

Temeljem ovog zakona doneseni su:

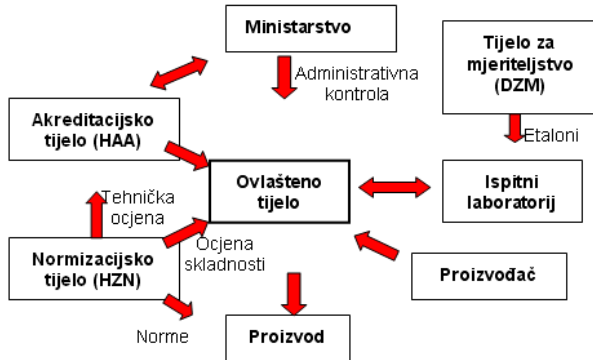
- Uredba o postupcima službenog obavješćivanja u području normi, tehničkih propisa te propisa o uslugama informacijskog društva (N.N. 28/09)
- Pravilnik o obliku, sadržaju i izgledu oznake skladnosti proizvoda s propisanim tehničkim zahtjevima (N.N. 46/08)

U tablici 5. prikazane su nadležnosti središnjih tijela RH prema područjima obuhvaćenim direktivama Novog pristupa.

Tablica 5. Nadležnosti središnjih tijela RH u području obuhvaćenim direktivama Novog pristupa

| MINISTARSTVO GOSPODARSTVA, RADA I PODUZETNIŠTVA |
|---|
| -Sigurnost dizala -Sigurnost strojeva -Tlačna oprema i posude pod tlakom -Plinski uređaji -Niskonaponska oprema -Osobna zaštitna oprema |
| MINISTARSTVO UNUTARNJIH POSLOVA |
| -Eksplozivi za civilnu uporabu i pirotehnika -ATEX |
| MINISTARSTVO ZAŠTITE OKOLIŠA, PROSTORNOG UREĐENJA I GRAĐEVINARSTVA |
| -Građevni proizvodi |
| MINISTARSTVO ZDRAVSTVA I SOCIJALNE SKRBI |
| -Medicinski proizvodi -Sigurnost igraćaka -Emisija od buke opreme koja se koristi na otvorenom |
| MINISTARSTVO MORA, PROMETA I INFRASTRUKTURE |
| -Elektromagnetska kompatibilnost (EMC) -Radijska oprema i telekomunikacijska terminalna oprema (RiTT oprema) -Žičare za prijevoz ljudi -Rekreacijska plovila |
| DRŽAVNI ZAVOD ZA MJERITELJSTVO |
| -Mjerila -Neautomatske vage |

Odnos sudionika procesa ocjenjivanja skladnosti u RH prikazan je na slici 7.



Slika 7. Odnos sudionika procesa ocjenjivanja skladnosti u RH

Na temelju Zakona o normizaciji te pratećih propisa, Državni zavod za normizaciju i mjeriteljstvo ovlastio je neke stručne organizacije za atestiranje pojedinih skupina proizvoda. U tablici 6. prikazane su pravne osobe ovlaštene za provedbu obaveznog certificiranja proizvoda.

Pravne osobe imaju i svoje oznake:

- **ZIK** – Zavod za ispitivanje kvalitete robe, Gajeva 17/III, Zagreb
- **CEI** - Croatia – Elektronička industrija, Božidarevićeva 13, Zagreb
- **K** - Končar, Institut za elektrotehniku, Baštijanova bb, Zagreb
- **PCE** - Pomorski centar za elektroniku, Zrinsko-Frankopanska bb, Split
- **A** - Adriainspekt, Ciottina 17b, Rijeka
- **IEE** - Institut za elektroprivredu i energetiku, Ul. grada Vukovara 37, Zagreb
- **IK** - Zavod za integralnu kontrolu, Frankopanska 20, Zagreb
- **HTV** - Hrvatska radiotelevizija, RJ Tehnika, Prisavlje 3, Zagreb
- **HOD** - HOD d.o.o., Hanuševa 4, Zagreb
- **S** - S KOMISIJA, Baštijanova bb, Zagreb

Tablica 6. Prikaz pravnih osoba ovlaštenih za provedbu obaveznog certificiranja proizvoda s evidencijskim oznakama pravnih osoba (npr. NM70)

| | ZIK | CEI | K | PCE | A |
|---|------------|------------|----------|------------|----------|
| El. kućanski aparati | NN15 | NN11 | NN70 | | |
| Transformatori | | | NH70 | | |
| Sklopke | | | NE70 | | |
| Elektronički aparati | | | NM01 | NM74 | NM80 |
| Ručni alat s elektrom. | NN85 | | NM70 | | |
| Protueksplozijski uređaji i postrojenja | | | NS01 | | |
| Proizvodi koji prouzrokuju RFS | NN05 | NN01 | NN03 | NN74 | |
| Vodiči i kabeli | | | NC70 | | |
| Električna dizala | MD65 | | | | |
| Kabelski antenski sustav | | | | | |

| | IEE | IK | HTV | HOD | S |
|---|------------|-----------|------------|------------|----------|
| El. kućanski aparati | | | | | |
| Transformatori | | | | | |
| Sklopke | | | | | |
| Elektronički aparati | | | | | |
| Ručni alat s elektrom. | NM62 | | | | |
| Protueksplozijski uređaji i postrojenja | | | | | X |
| Proizvodi koji prouzrokuju RFS | | | | | |
| Vodiči i kabeli | | | | | |
| Električna dizala | | MD06 | | | |
| Kabelski antenski sustav | | | NN23 | NN76 | |

10. LITERATURA

- [1] "The New Approach", CEN, 1994.
- [2] „Standards for Access to the European market”, CEN, 1995.
- [3] V. Gašljević: Europsko tehničko zakonodavstvo, CE oznaka, HMD, 1997.
- [4] G. Budiselić; V. Gašljević; Ž. Kondić; L. Kos; I. Likar; B. Pečavar – “Tehnički zahtjevi za električne proizvode na tržištu EU”, materijal sa seminara; FER I HMD, 1999.
- [5] „Guide to the implementation of Community harmonisation directives based on the new approach and the global approach – First version”, 1994. Luxembourg
- [6] COUNCIL DECISION of 22 July 1993. concerning the modules for the various phases of the conformity assessment procedures and the rules for the affixing and use of the CE conformity marking, which are intended to be used in the technical harmonization directives (93/465/EEC), Official Journal of the European Communities No L 220

Podaci o autoru:

Veljko Kondić,
student 3. godine studija Tehničke i gospodarske
logistike Veleučilišta u Varaždinu
Križanićeva 33
42 000 Varaždin

VIRTUALANA LOGISTIKA

Protrka Rikardo¹

¹Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, Hrvatska

Sažetak: Članak daje pregled koncepata virtualne logistike, uporedno s osvrtom na klasični logistički sustav. Razvojem modernog informacijskog društva, koncept virtualne logistike sve više dobiva na svojoj važnosti u razvoju i djelovanju suvremenih trgovačkih društava, kao i društva općenito. Svojom pojavom virtualna logistika donijela je velike prednosti te je zadala kriterije koje postojeća i novonastala trgovačka društva trebaju usavršiti i prihvatiti ako žele ostati konkurentna i profitabilna na lokalnom i globalnom tržištu.

Ključne riječi: logistika, trendovi, virtualna logistika, koncepti virtualne logistike

Abstract: The article provides an overview of the concepts of virtual logistics, together with the emphasis on classical logistic system. The development of modern information society increases the importance of the concept of virtual logistics in the development and functioning of modern companies, as well as the society in general. The appearance of virtual logistics has brought great benefits, and set criteria that existing and emerging companies need to satisfy and adopt, if they want to remain competitive and profitable, in the local as well as in the global market.

Key words: logistics, trends, virtual logistics, concepts of virtual logistics

1. UVOD

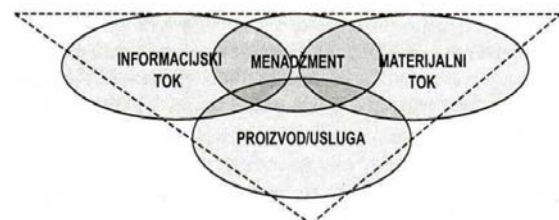
Logistika se javlja u 17. stoljeću kada je svoju primjenu našla u vojnim sustavima. Početkom 19. stoljeća logistika dolazi i u gospodarske djelatnosti. Logistika kao znanost i aktivnost u posljednjih se trideset godina 20. stoljeća razvila i afirmirala više nego u prethodna tri stoljeća. Zahvaljujući informatizaciji logističkih lanaca, u 21. stoljeću dolazi do razvoja veće partnerske suradnje, ali i do smanjivanja broja aktivnih sudionika u logističkim lancima. Klasični logistički sustavi tretiraju logistički sustav kao strogo fizički. Time ograničavaju njegovu fleksibilnosti i limitiraju iskoristivost resursa. Ovaj problem je nadvladan virtualnom logistikom, gdje se sredstva tretiraju raspoloživošću, a ne identitetom ili fizičkom formom. To omogućava veću fleksibilnost u izgradnji sustava, nabavi resursa i iskoristivosti sredstava.

2. LOGISTIKA U SUVREMENOM PODUZEĆU

Svrha poslovne logistike je stalno usavršavati protok dobara i informacija kroz sustav. Koordinacijom se eliminira težnja za ostvarivanjem vlastitih parcijalnih ciljeva pojedinih podsustava i optimizira se postizanje ciljeva sustava kao cjeline. Važnost toga ogleda se u činjenici da je, prema istraživanjima koja su rađena u industrijski razvijenim državama, utvrđeno da vrijeme angažiranja cirkulirajućeg kapitala u direktnoj proizvodnji iznosi 5%, a najviše 10% ukupnoga vremena angažiranog u reprodukciji. Ostali dio vremena od 90%, odnosno 95% otpada na čekanje, manipulaciju i transport, tj. na logističke procese.

Dakle, logistički procesi i formiranje logističkih usluga postaju "usko grlo" suvremenog poduzeća. To znači da se poduzeća, osim proizvodnje, danas moraju fokusirati i na pružanje što bolje, fleksibilnije logističke usluge kako bi zadovoljili klijente. U tom će nastojanju uvelike pomoći i poznavanje logističkoga intelektualnog kapitala kao najvažnijega resursa proizvodnje logističke usluge.

LOGISTIKA



Slika 1. Logistika u suvremenom poduzeću (prema [7])

3. TRENDOWI LOGISTIKE U 21. STOLJEĆU

U današnjem svijetu egzistiraju brojni logistički lanci natječući se u sličnim poslovima na različitim tržištima diljem svijeta. Umrežavajući ponudu i potražnju, odnosno proizvodnju i potrošnju, logistički lanci formiraju nacionalnu, regionalnu i globalnu logističku mrežu čija je temeljna zadaća maksimalizirati ukupnu generiranu vrijednost. Generirana vrijednost se definira kao razlika između cijene gotovog proizvoda ili usluge i napora koje treba uložiti u lancu da bi se ti proizvodi ostvarili. Profitabilnost lanca predstavlja se razlikom između prihoda ostvarenih prodajom proizvoda ili usluga i ukupnih troškova u lancu. U skladu s tim, istražuje se

mogućnost optimalizacije proizvodnje unutar logističkog lanca primjenom metode dinamičkog programiranja s osloncem na informacijske tehnologije. Aktivnosti logističkoga lanca počinju narudžbom kupca, a završavaju kada zadovoljni kupac plati za isporučenu mu robu ispostavljeni račun. Upravljanje logističkim lancima je jedan od najvećih izazova suvremenim praktičarima i teoretičarima menadžmenta.

Optimalizacija proizvodnje unutar globalnoga logističkoga lanca u 21. stoljeću svodi se na određivanje optimalne količine proizvodnje u vremenu, uz uvjet da troškovi nabave, proizvodnje, skladištenja gotovih proizvoda, transportni troškovi i troškovi nezadovoljene potražnje budu minimalni. Time treba zadovoljiti sva ograničenja relevantna za proizvodnju unutar globalnog logističkog lanca. Tehnološki pomoci, a koji čine novu tehnološku paradigmu, nude razgradnju tradicionalne strukture logističkih lanaca i izgradnju nove strukture koju čine dobavljači, proizvođači, (on line opskrbljivač), logistički operater i kupac. Tako se razaraju tradicionalni oblici logističkih lanaca i na njima utemeljenih logističkih mreža. Sukladno tome, sve više se govori o virtualnoj logističkoj mreži (business web) ili b-webu. Pored interneta koji služi kao infrastruktura virtualne logističke mreže, sastavnim dijelom infrastrukture virtualne logističke mreže treba promatrati i logističke operatore bez kojih uspostavljanje takvih mreža ne bi imalo smisla niti bi one mogle primjereno funkcionirati. Logistički operatori prinuđeni su u vlastiti poslovni portfelj uključivati sve više usluga, a posebice sve vrste logističkih usluga. Operatori su prinuđeni upravljati opskrbnim lancima, računalno se povezati sa svim sudionicima opskrbnoga lanca te osigurati potpunu vidljivost pošiljke unutar logističkog lanca sve do trenutka njene isporuke. Logistički posrednici u Republici Hrvatskoj, ali i drugim državama svjetskoga predgrađa, posebice svjetske periferije, ograničenog su djelovanja jer se uglavnom oslanjaju na organizaciju transportnih i/ili špediterskih aktivnosti, dok se ostale logističke usluge uopće ne nude ili se nude nedovoljno. Informatizacija logističkih lanaca u 21. stoljeću dovodi do razvijanja veće partnerske suradnje, ali i do smanjivanja broja aktivnih sudionika u logističkim lancima. Zahvaljujući informatizaciji logistički lanci, umrežavajući ponudu i potražnju, formiraju nacionalnu, regionalnu i globalnu logističku mrežu. Takva mreža sudionicima lanca treba osigurati smanjenje troškova, poboljšanje učinka svih sudionika logističkoga lanca, bolje inpute proizvodnje, otvaranje novih i udaljenih tržišta i poboljšanje vlastitih performansi. Da bi se takvi učinci i ostvarili, nužno je da logističkim lancima i logističkim mrežama upravljaju logistički operatori. Logistički operatori mogu "in continuo" pridonositi poboljšanju performansi logističkih lanaca. Metodom dinamičkog programiranja, s osloncem na informacijsku tehnologiju, dokazano je da se optimalizacijom proizvodnje unutar logističkoga lanca može uštediti na troškovima u proizvodnji unutar logističkoga lanca, a najviše u zalihama.

4. VIRTUALNA LOGISTIKA

Velika prednost koncepta virtualne logistike očituje se kroz povećanu dostupnost operacijskim informacijama koje se mogu koristiti pri određivanju rokova, praćenju prometa, računovodstvu i u marketingu.

Virtualna logistika obrađuje fizički i informacijski aspekt logičkih operacija. Vlasništvom i kontrolom resursa upravlja se putem internet (intranet) aplikacija. Ovakav način upravljanja nam omogućava učinkovitiju izgradnju logističkih mreža. Povećava iskoristivost resursa kroz fleksibilniju alokaciju istih, reducira vrijeme isporuke te poboljšava menadžment operacijskih prioriteta.

Generalna percepcija dobara u virtualnom logističkom sustavu je ta da nije važno gdje se nalazi imovina ili u kojem je obliku, nego da su potrebna dobra u potrebnom trenutku raspoloživa. Lokacija potrebnog dobra za nas je od sekundarne važnosti i nije bitno trebaju li biti dostavljena ili tek proizvedena. Jedino što je važno je raspoloživost u trenutku kad su nam potrebna.

Virtualna logistika tretira logistička sredstva kao sredstva razmjene. Ako bi tretirali sredstva strogo fizički, namećemo si ograničenja njihove fleksibilnosti i limitiramo njihovu iskoristivost.

Gledano u prošlosti, u praksi nije bilo moguće tretirati logistička sredstva na ovakav način zbog tendencija da budu zemljopisno locirana. Sama informacija o njima bila je lokalno dostupna, a njihov kapacitet iskoristiv također samo lokalno. Zahvaljujući razvoju komunikacijskih sustava, osobito interneta, ta lokalna barijera je prijeđena i otvorila je mogućnost dobivanja informacije o logističkim sredstvima, a potom i iskoristivost istih neovisno o njihovoj lokaciji.

4.1. Izgradnja virtualnih logističkih sustava

Virtualnim logističkim sustavom je potrebno upravljati na drukčiji način, a da bi iskoristili sve prednosti koje nam takav sustav nudi, potrebno je dobro organizirati sam sustav. Glavni principi koje bi trebalo slijediti pri izgradnji i upravljanju su sljedeći:

- Vlasništvo i kontrolu nad imovinom izdvojiti od njene fizičke lokacije
- Svaki resurs treba smatrati razmjenjivim, ovisno o raspoloživosti.
- Promjena vlasništva bi trebala biti neovisna o promjeni lokacije sredstva.
- Dopušten javni pristup informacijama o logističkim sredstvima putem internet aplikacija.
- Trgovinska razmjena između dobavljača i korisnika trebala bi biti putem računala.
- Inegracija skladišta, transporta i proizvodnje, a sve zbog evidencije o dostupnosti proizvoda i kontrole zaliha.

5. KONCEPTI U VIRTUALNOJ LOGISTICI

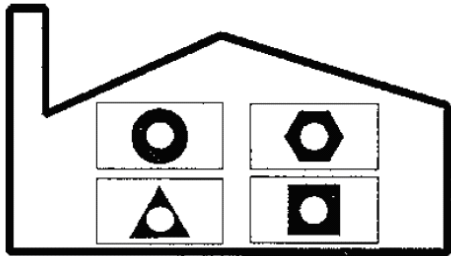
5. 1. Virtualno skladište

U većini konvencionalnih skladišnih sustava roba se čuva na jednom mjestu (slika 2.), pa tako i same kompanije preferiraju da sva roba bude na jednom mjestu. Velika prednost koju pruža virtualno skladište je pojednostavljen pristup informacijama o robi koju držimo, čime se roba lakše organizira i kontrolira. Informacijama o virtualnim skladištima i njihovoj robi može se pristupiti lokalno, a katalog robe može pružiti organiziran daljnjski pristup robnim informacijama. Fizička lokacija robe koja se čuva je na više mjesta.

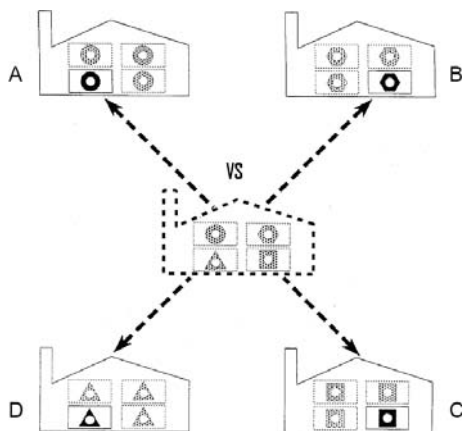
Prednosti držanja robe na ovakav način:

- Veća fleksibilnost i povećanje zakupa skladišta.
- Kapacitet skladišta postaje najveći potencijal koji nije samo lokalno dostupan.
- Potencijal za potporu razvoja puno većih robnih kataloga.
- Potencijal za potporu proizvodnje s više različitih karakteristika rukovanja.
- Geografski rašireno skladištenje robe doprinosi pronalaženju dijela skladišta koji najbliže ispunjava naše zahtjeve.
- Potencijal da se roba nalazi kod proizvođača i na taj način poveća efikasnost lanca opskrbe uštedom na rukovanju i transportu.

Smanjen je rizik držanja robe na jednom mjestu.



Slika 2. Konvencionalno skladište (prema [1])



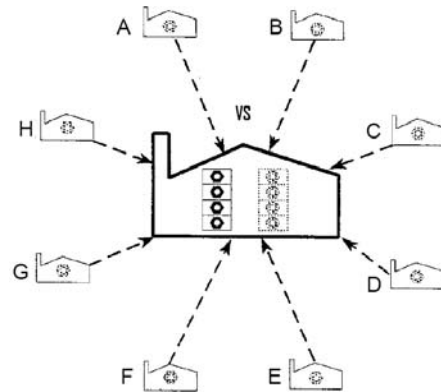
Slika 3. Virtualno skladište (prema [1])

Robni katalog virtualnog skladišta izgledat će isto kao i katalog konvencionalnog skladišta. Jedina razlika je u fizičkoj lokaciji jedinki. Roba u virtualnom skladištu

može biti na raznim lokacijama (slika 3.). Virtualna skladišta zbog toga mogu maknuti prostorna ograničenja, veličinu kataloga i raznovrsnost proizvoda, pa se tu vidi povećanje efikasnosti skladištenja.

5. 2. Virtualno upravljanje zalihama

Virtualnim upravljanjem možemo uskladištiti i iskoristiti zemaljska dobra kao što su hrana, dijelovi, korisnička dobra. U nekim slučajevima to bi uvelike promijenilo svrhu skladišta. Roba se u njima ne bi kao dosad samo trošila, već bi se razvijala. Dugovati možemo više nego što posjedujemo. Držimo uvijek dovoljno robe za zadovoljenje kratkoročne potražnje (slika 4.).



Slika 4. Virtualno upravljanje zalihama (prema [1])

Prednost držanja robe na ovakav način uključuje sljedeće:

- Cijena skladištenja robe će biti manja budući da manje robe čuvamo.
- Cijena potrebnog skladišta za pohranu robe će biti niža jer nam ne treba tako puno mjesta za pohranu.
- Prihod od robe će biti veći.
- Dobivamo priliku za čuvanje kroz povećanje centralizacije, posvećujemo se specijalizaciji metoda rukovanja i pohrane robe, povećavamo iskoristivost skladišnog.

U idealnoj situaciji, ušteda ostvarena upravljanjem na ovakav način odvuđen će cijenu čuvanja ukupne robe. Virtualno upravljanje zalihama zbog toga skladištenje dovodi na jednu novu razinu. Učinkovitost skladištenja može biti povećana, a prednosti svega toga vidjele bi se kroz logistički lanac opskrbe.

5. 3. Virtualni lanac opskrbe

Kako bi udovoljili zahtjevima kupaca, slobodnom procjenom odredimo sigurnosne zalihe koje u svakom trenutku trebamo imati na raspolaganju. Sigurnosne zalihe su roba koja se čuva u obliku gotovih proizvoda jer je to najsigurniji i najbrži put do dostupnosti potrebnih proizvoda. Do alternative kojom držimo gotove proizvode dolazimo definicijom lanca opskrbe. Kroz taj lanac roba mora proći i postati raspoloživom i kapacitetom i resursima (slika 5.). Robu onda može isporučiti proizvođač, a potreba za čuvanjem i nagomilavanjem dobara u skladištu je nepotrebna.

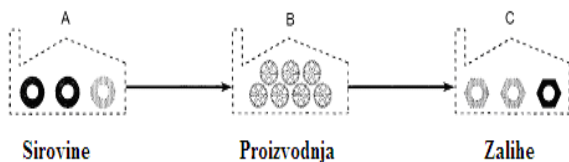
Čuvanje sirovina ili komponenti zauzima manje prostora nego sami gotovi proizvodi. Sljedeće činjenice govore o prednostima koje nudi virtualizacija lanaca opskrbe:

- Vijek skladištenja sirovina je puno veći nego gotovih proizvoda, budući da su u formi buduće iskoristivosti i manje propadaju nego gotovi proizvodi.
- Budući da gotovi proizvodi imaju gotovu formu, sirovine imaju lakše i bolje mogućnosti skladištenja.
- Što se tiče rokom ograničenih gotovih proizvoda, sirovine imaju manju cijenu skladištenja od gotovih proizvoda.
- Pakiranje sirovina jeftinije je od pakiranja gotovih proizvoda.

Nedostatak lanaca opskrbe se uvelike odražavao u zastoju pri nabavi, što je dodatno povećavalo vrijeme dolaska do gotovog proizvoda. Tehnološki napredak takve operacije čini sve fleksibilnijima u sljedećem:

- Poboljšanje u informacijskoj tehnologiji omogućava kompleksne operacije svesti na ekonomski upravljane.
- Poboljšanja u tehnologiji za mali obujam proizvoda znači da se vrijeme proizvodnje ekonomski smanjuje.

Nadalje, reduciran je životni ciklus proizvoda, a sve to znači da se skladišna cijena gotovih proizvoda povećava. To dovodi do pitanja skladištenja sirovina i pronalaženja što prihvatljivijih metoda za skladištenje takve robe. Cijena skladištenja sirovina je drastično manja od skladištenja gotovih proizvoda. Virtualni lanac opskrbe zbog toga može omogućiti uštedu u ukupnom skladištenju te može omogućiti povećanje efikasnosti opskrbenog lanca.

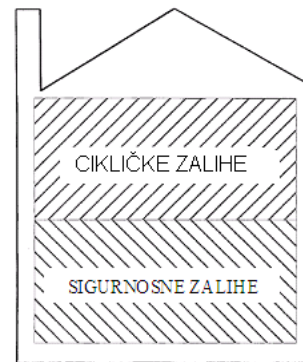


Slika 5. Virtualni lanac opskrbe (prema [1])

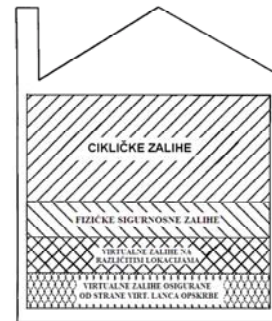
5.4. Virtualna kontrola robe

Konvencionalnom logistikom kontrola robe se smatra prilično jasnim procesom (slika 6.). Ako je roba u skladištu, smatra se raspoloživom. Roba se čuva u kompaniji za određeni vremenski period, a sigurnosne zalihe čuvamo za prekoračenje potreba. Tu se vide nedostaci ovakvog procesa. Jasno je da neke sigurnosne zalihe možda nikada neće biti korištene, a cijena skladištenja takvih zaliha može biti jako velika.

Alternativa držanja sigurnosnih zaliha bila bi držanje virtualnih zaliha. Virtualne zalihe mogu fizički postojati na nekoj drugoj lokaciji i roba može biti osigurana kroz virtualni lanac opskrbe (slika 7.). Na taj način bolje integriramo kontrolu zaliha i kontrolu proizvodnje. Ovakva alternativa upotrebe virtualnih skladišta značila bi manju potrebu fizičkih zaliha, održavanje i povećanje razine usluga, a cijena skladištenja bi se zbog toga smanjila.



Slika 6. Konvencionalno čuvanje zaliha (prema [1])



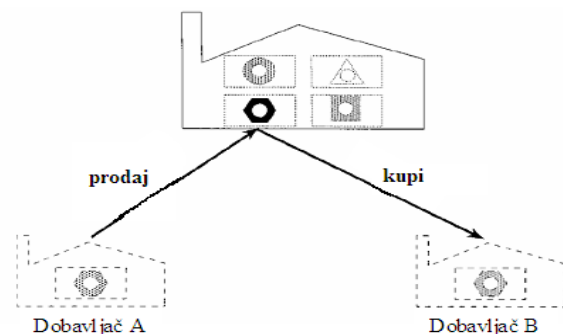
Slika 7. Virtualno skladištenje (prema [1])

5.5. Virtualno trgovanje

Kad se u trgovačkom društvu kupuju udjeli, imovina mijenja vlasnika bez potrebe da mijenja lokaciju, a kupac može biti i netko iz inozemstva. Kupljena sredstva mogu biti internacionalno iskorištena i isto tako kontrolirana. Kupac ima indirektan utjecaj na imovinu, u donošenju odluka putem glasanja odbora te zahvaljujući udjelu on prima dividendu.

Kupnja proizvoda povezana je s promjenom fizičke lokacije proizvoda i to od prodavača prema kupcu. Vrlo je često ovakva promjena fizičke lokacije logična, naročito ako je kupcu neophodan naš proizvod. Vrlo često radimo nepotrebnu isporuku i samim tim preopterećujemo lanac opskrbe. Takve isporuke mogli smo izbjeći, odgoditi ili zamijeniti isporukom onoga što nam je u tom trenutku potrebno.

Virtualnim trgovanjem vlasništvo nad dobrom je neovisno o lokaciji dobra koje posjedujemo, a roba može biti prodana i kupljena bez promjene lokacije (slika 8.). Virtualno trgovanje je prema tome način na koji učinkovitost lanca opskrbe može biti povećana, budući da su izbjegnuti nepotrebni transporti i rukovanje robom.

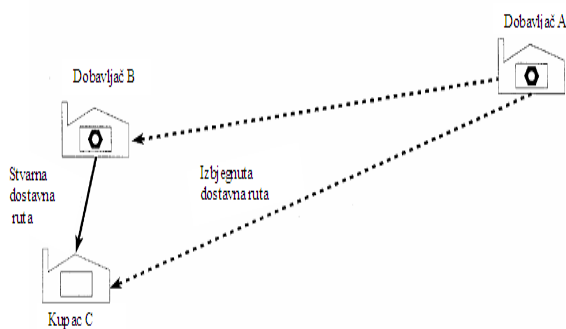


Slika 8. Virtualno trgovanje (prema [1])

5. 6. Virtualne isporuke

Kada isporučitelj zatreba isporuku na većoj udaljenosti, postoji mogućnost pronalaska istog proizvoda na bližoj lokaciji. Povećavamo efikasnost lanca opskrbe direktnom isporukom, od prodavača do krajnjeg kupca, bez da sekundarni prodavač ima problema s isporukom robe (slika 9.).

Virtualnim dostavama, zbog napretka tehnologije i razvoja interneta, štedimo zahvaljujući pravilnom rukovanju robom i direktnim transportom. Razina usluga se poboljšava, a vrijeme isporuke se smanjuje. Razvojem internet aplikacija moguće je da i drugi logistički operateri iskoriste takve koncepte.



Slika 9. Virtualne isporuke (prema [1])

5. 7. Zamjena dobara

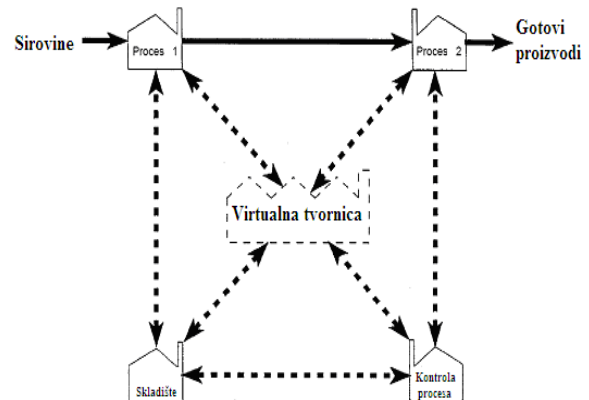
Poseban slučaj virtualnih isporuka je zamjena dobara. Kada turisti u nekoj zemlji žele podići ili staviti novac na svoj račun to mogu učiniti u lokalnoj banci. Lokalna banka izmjenjuje fondove s međunarodnom bankom i na taj način omogućuje turistu pristup računu. Princip je sličan, samo što u ovom slučaju nije riječ o novcu. Kada je proizvod koji kupac potražuje toliko udaljen da je plaćanje troškova prijevoza preskupo, pristupa se ovakvom rješenju. Isti proizvod će nam dostaviti neki drugi dobavljač s kojim se zamijenio prvotni dobavljač. Vjerojatno smo se našli u situaciji kada isti proizvod možemo kupiti na dvije ili više lokacija. Normalno je da ćemo se odlučiti za onu koja nam je bliža. Prednost isporuke robe na ovaj način je ta da se štedi na transportnim troškovima i vremenu potrebnom za isporuku i dobivanje proizvoda. Zamjena dobara je već uvelike razvijena u petrokemijskoj industriji, uzmemo li u obzir razvoj interneta i njegovih aplikacija. Sve je lakša i veća mogućnost primjene principa u širokim grupama proizvoda i usluga.

5. 8. Virtualna proizvodnja

U konvencionalnim proizvodnim sustavima obično čuvamo produkcijske resurse na jednom ili na što manje mjesta. Prednost toga je što informaciju o svim zalihama imamo isti čas i takav sustav ima bolju kontrolu i koordinaciju posla. Vrlo često sama blizina proizvodnih resursa i jedinica nema jasnih prednosti, budući da roba koja se obrađuje u jednom stroju često treba premještanje na drugi proces/stroj. Ovisno o tome čime se bavi poduzeće, naša proizvodnja ne mora biti uvjetovana

zalihama na istom mjestu. Možda možemo proizvoditi na istom mjestu i u istom trenutku, ali na različitim strojevima. Prema tome, ne bi ništa izgubili da dva stroja rade na različitim mjestima. Dapače, pojednostavnili bi proizvodnju što se tiče fokusa proizvodnih jedinica. Razvojem interneta moguće je povezane procese efikasnije kontrolirati i koordinirati na različitim mjestima.

U virtualnom produkcijskom sustavu različiti procesi mogu biti na lokaciji koja je najbolja po logističkoj točki gledišta, a proizvodni resursi koji su geografski neovisni i dalje mogu biti centralno nadzirani zahvaljujući internetu (slika 10.).



Slika 10. Virtualna proizvodnja (prema [1])

5. 9. Virtualne logističke usluge

Kada se upravlja konvencionalnim logističkim uslugama, mora biti alocirana visoka razina resursa. Virtualnom alokacijom resursa sve je fleksibilnije i jednostavnije. Nema pretrpavanja skladišta u nadi da će nam netko otkupiti robu. Potrebna količina se osigura u onom broju koji se traži i ista isporuči kupcu. Fleksibilnost je veća, cijena je manja i iskoristivost resursa je viša. Dodatna prednost virtualnih logističkih usluga se ogleda u većoj dostupnosti uslugama, budući da su fiksni troškovi individualnih usluga manji. Virtualne logističke usluge zbog toga omogućavaju veću ekonomsku fleksibilnost i poboljšanje iskoristivosti resursa.

5. 10. Virtualna tržišta

Pristupačnost konvencionalnom obliku tržišta i njegovim logističkim operacijama podrazumijeva prostor i fizičke resurse kojima upravlja rukovoditelj. Moguć je ulaz na nova tržišta i treba vremena za dobivanje novih mjesta i postavljanje nužnih poslovnih operacija. To je nerazdvojiva obaveza te nam je potreban veliki kapital i visoki fiksni troškovi koje on uzrokuje.

Virtualnim logističkim upravljanjem pristup tržištima drugih zemalja je gotovo jednostavan kao i pristup lokalnom tržištu. Virtualne logističke operacije zbog toga omogućuju rukovodiocima da pristupe i istražuju druga tržišta u potrazi za potrebnim sredstvima po nižim cijenama. Sve ovo omogućava povećanje profita kroz povećanje posla i razine ekonomije.

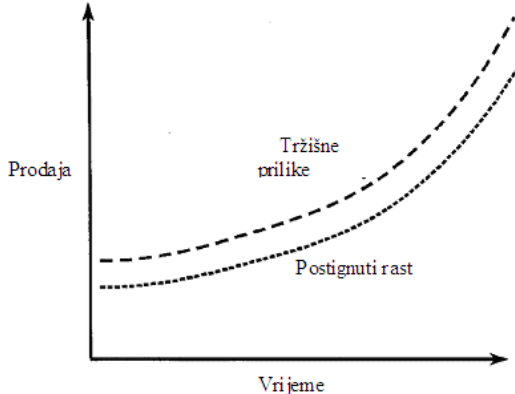


Slika 11. Virtualno logističko tržište (prema [1])

5. 11. Virtualni razvoj

Razina na kojoj konvencionalni logistički operatori mogu rasti je ovisna o brzini kojom možemo dobiti određene logističke resurse i početi produkciju. Takav proces traje od nekoliko mjeseci do godinu dana. Cijena određenog dobra nameće probleme budući da novac za investiranje treba prije steći nego naručimo potrebno. Postignuti rast je mnogo manji nego što su tržišne prilike.

Virtualnim logističkim operacijama do dodatnih resursa možemo doći po pristupačnijim cijenama. Samim time organizacija povećava svoju brzinu razvoja i potencijal. Virtualni logistički operatori omogućavaju logističkim operacijama maksimizaciju profita zahvaljujući punoj iskoristivosti marketinških prilika. Postignuti rast je u skladu s tržišnim prilikama (slika 12.) te nije ograničen raspoloživošću sredstava i dostupnosti potrebnih novih resursa.



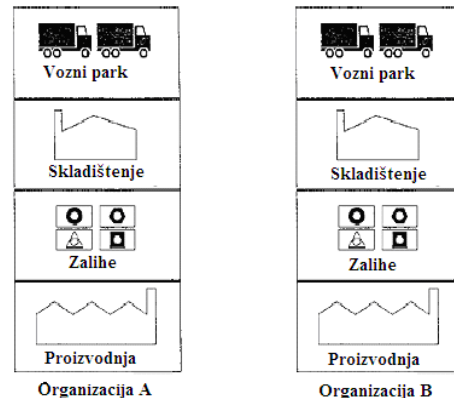
Slika 12. Rast u virtualnoj logističkoj organizaciji (prema [1])

5. 12. Virtualne organizacije

Imovina konvencionalnih logističkih organizacija sastoji se od fizičkih resursa kao što su vozila, skladišta, zalihe, tvornice i proizvodni strojevi (slika 13.). Kada raspoložemo takvom opremom, mi smo vlasnik jedne organizacije, a cilj nam je osigurati njihovu uporabljivost i dostupnost po prihvatljivoj cijeni.

Kada je riječ o osiguranju potrebnih resursa, važnu ulogu imaju vrijeme i novac, a fiksni troškovi najma mogu biti dosta veliki. To sve steže organizaciju do te granice da može osporiti njen rast i učiniti je nemoćnom za povrat

uloženih sredstava. Konvencionalne logističke organizacije se teško šire, a još teže prilagođavaju promjenama tržišnih uvjeta budući da dugoročno planiraju.



Slika 13. Konvencionalna logistička organizacija (prema [1])

Alternativno rješenje za čuvanje fizičkih resursa bilo bi čuvanje virtualnih resursa. Tada bi bilo moguće cijelom logističkoj organizaciji sačinuti portfolio kupovinom potrebnih virtualnih resursa. Takvom robom je lakše upravljati s obzirom na promjene u dostupnosti ili prirodi potražnje. Organizacije se mogu lako širiti ili prilagođavati tržišnim uvjetima podešavanjem svojih portfelja. Prema tome virtualna organizacija nudi razumljive fleksibilnosti u izgradnji logističkih sustava (slika 14.), a takva fleksibilnost u ekonomiji omogućava bolju podudarnost ponude i potražnje. Također omogućava organizacijama da povećaju profitabilnost bržim odgovorom na tržišne izazove i prilike.



Slika 14. Virtualna logistička organizacija (prema [1])

6. ZAKLJUČAK

Za razumijevanje potencijala virtualnih logističkih sustava moramo imati otvoreniji pristup logističkim resursima, uključujući prijevozna sredstva, skladišta, proizvodni sadržaj i robu.

Pri nabavi inicijalna upotreba virtualnih logističkih sustava ima visoku cijenu i mali opseg. Takvi su npr. slobodna mjesta u zrakoplovu, proizvodi koji se koriste u zdravstvu ili automobilski dijelovi. Naravno da je upotreba virtualnih logističkih sustava moguća i u malim te srednjim trgovačkim društvima. Takve organizacije žele biti ravnopravne s velikim kompanijama. Virtualna logistika bi manjim organizacijama omogućila veći

ekonomski razvoj kroz konsolidaciju i protok komplementarnih proizvoda putem različitih poduzeća.

Dugoročno gledano, upotreba virtualne logistike omogućila bi povećanje efikasnosti u mnogim logističkim operacijama, smanjila bi vrijeme isporuke, a operacije bi s vremenom postale ekvivalentnije korisničkim potrebama. Kao posljedica toga, moguće je dobiti sofisticiranije, jeftinije proizvode i usluge.

Najveću korist od virtualnih logističkih sustava ima okoliš, kod logističkih operacija koje koriste prirodnu energiju i druge prirodne resurse. U velikim gradovima mogu reducirati nepotrebnii promet kroz efikasniji i bolje koordiniraniji protok dobara. To vodi izbjegavanju nepotrebnog prijevoza i smanjenju emisije štetnih plinova u središtu gradova.

Virtualna logistika preusmjerava ulogu logističkih profesionalaca s menadžera za fizičke resurse u menadžere za informacijske resurse. Logistički menadžeri dogovaraju poslove na većim tržištima, s većim proizvodnim opsegom i velikom razinom logističkih usluga.

Što se tiče hrvatskih poduzeća, ako žele opstati u globalnom ekonomskom okruženju moraju specijalizirati područja u kojima mogu postići vrhunske svjetske rezultate i na njima temeljiti zajedničko poslovanje, razvijajući i njegujući odnose s komplementarnim poslovnim partnerima.

Proces transformacije (virtualizacije) hrvatskih poduzeća teče sporo i uz dosta strateških pogrešaka koje dovode do kriznih situacija i propadanja poduzeća. Poduzeća trebaju brzo učiti, naučeno implementirati i trajno razvijati nove ideje. Također trebaju razviti radno okruženje u kojemu neće sprečavati promjene već ih prihvaćati jer su one prilika za opstanak i brži razvoj poduzeća. Prihvaćanje i prilagođavanje tim potrebama danas je nužnost.

Značajnija primjena koncepta virtualne organizacije na mikrorazini omogućava bržu i bezbolniju transformaciju klasičnih poduzeća, dok na makrorazini povećava konkurentnost u cjelini.

7. LITERATURA

- [1] Mike P., Clarke: "Virtual logistic, An introduction and overview of the concepts", Centre for Logistics and Transportation, Cranfield School of Management, Cranfield University, Bedfordshire, UK, 1998.
- [2] Segetija, Z.: "Uvod u poslovnu logistiku", Ekonomski fakultet Osijek, Osijek, 2002.
- [3] Bloomberg, D., J. LeMay, S., Hanna, J.B.: "Logistika", MATE, Zagrebačka škola ekonomije i menagementa, Zagreb, 2006.
- [4] Zelinka, Ratko: "Logistički sustavi", Ekonomski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2005.
- [5] Zekić, Z.: "Logistički menedžment", Glosa d.o.o., Rijeka, 2000.
- [6] Zelenika, R., Jakomin, L., Lipicnik, M.: "Prometne i logisticke znanosti u kaleidoskopu kompatibilnosti i komplementarnosti", Naše more, Pomorski fakultet u Dubrovniku, br. 45, Dubrovnik, 1998.
- [7] Sundać, D., Fatur, I.: "Intelektualni kapital - Čimbenik stvaranja konkurentskih prednosti i logističkog poduzeća", Ekonomski pregled, 2004.
- [8] Pupavac, D.: "Optimalizacija proizvodnje unutar logističkog lanca za 21. stoljeće", Zb. rad. Ekonomski fakultet Rijeka, vol. 24, sv. 2, 291-304, Rijeka, 2006.
- [9] <http://www.bestlogistika.blogspot.com>

Kontakt:

Rikardo Protrka, dipl. inf.
e-mail: rprotrka@gmail.com

PRILOG PRIMJENI I IZVOĐENJU CFA PILOTA

Kovač Lj.¹

¹Geotecnika - inženjering d.o.o., Zagreb, Hrvatska

Sažetak: U radu se prikazuje način izvedbe CFA (Continuous Flight Auger) pilota kao jednog od najboljih i najisplativijih rješenja pri dubokom temeljenju (do 25 m). Naglašena je njihova pogodnost kod visokih razina podzemne vode jer nije potrebno korištenje zacjevljenja ili isplake za održavanje stabilnosti stijenke bušotine. Prikazana je detaljna izvedba, a posebno se spominje ispitivanje nosivosti bez koje pilot ne može ući u uporabu. Pri projektiranju i izvođenju vrlo je važno imati na umu informaciju da se tip projektnog rješenja i sanacije odabire na temelju sagledanog i analiziranog stanja.

Gljučne riječi: armaturni koš, beton, bušenje, CFA piloti

Abstract: The paper shows in detail the method of performance of the CFA (Continuous Flight Auger) piles as one of the best and profitable solutions in deep foundation (up to 25 m). Emphasis is given on their suitability for high levels of ground water because it is not necessary to use drill pipes or mud to maintain the stability of the walls of drill hole. Shown is a detailed view of performance, with emphasis placed on quality testing of pile capacity without which the pile can not enter into use. In the process of designing and performing the solution, it is of great importance to note the information that the type of project solution and rehabilitation is chosen based on viewed and analyzed situation in which the same will act.

Key words: reinforcement cage, concrete, drilling, CFA piles

1. UVOD

Za postizanje potrebne kvalitete i sigurnosti u zonama dubokog temeljenja (10 – 30 m ispod površine terena) s pretežito prahovitim i srednje zbijenim pijeskom i prisutnom visokom razinom vode, presudna je tehnologija izvedbe pilota. Poznato je da je izvedba klasičnih bušenih pilota u takvim sredinama problematična. Naime, pijesak kao izvorno dobro tlo za duboko temeljenje (sa stanovišta granične nosivosti) sklon je degradaciji kontaktne zone zbog hidrauličke nestabilnosti tijekom iskopa zaštitnom cijevi. Na gradilištima gdje su izvedeni bušeni piloti, u takvom tipu materijala često je dolazilo do izdizanja pijeska na dijelu pilota nakon konačnog iskopa. Došlo je do propadanja armaturnih koševa i s tim u vezi i bitnim smanjenjem

nosivosti (Vijadukt Drežnik, most preko Karašice i dr.). Rezultat toga je upitna sigurnost izvedenog temeljenja te se javlja potreba za sanacijom ili izvedbom dodatnih pilota.

CFA piloti (Continuous Flight Auger) su pogodni kod visokih razina podzemne vode jer nije potrebno korištenje zacjevljenja ili isplake za održavanje stabilnosti stijenke bušotine. U Hrvatskoj ovakvu vrstu pilota izvodi Geotecnika - inženjering.

2. TEHNIČKI UVJETI I NAČIN IZVEDBE CFA PILOTA

2.1. Opći uvjeti i tijek izvedbe

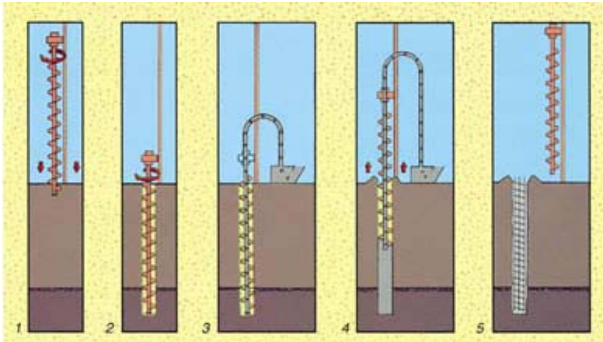
CFA piloti se izvode bušenjem u jednom koraku pomoću beskonačne spirale (odavde i naziv pilota).



Slika 1. Bušeća garnitura za CFA pilote

Tijekom bušenja tlo i spirala drže bokove bušotine stabilnim od zarušavanja. Nakon postizanja projektirane kote, spirala se uz minimalnu rotaciju ili bez rotacije podiže kontroliranom brzinom, uz istodobno ispunjavanje bušotine sitnozrnim betonom žitke

konzistencije ili injekcijskom smjesom na bazi cementa i pijeska kroz vrh spirale. Pripremljeni armaturni koš se uvibrira u ispunjenu bušotinu neposredno nakon bušenja i betoniranja.



Slika 2.: Etape izrade CFA pilota:

- 1) početak bušenja
- 2) dovršena bušotina
- 3) priprema za ispunjavanje bušotine betonom
- 4) podizanje spirale uz istodobno ispunjavanje bušotine betonom ili injekcijskom smjesom
- 5) postavljanje armaturnog koša i dovršenje pilota

Bušaći stroj treba imati odgovarajuću snagu (pritisak i rotacije) za izvedbu bušotine. Nakon što se bušenjem dođe do projektirane kote, potrebno je izvući spiralu oko 15 cm i početi ugradnju betona pod određenim tlakom. Izvlačenje spirale više od 15 cm prije ugradnje betona nije dopušteno jer dolazi do relaksacije u tlu i smanjenja nosivosti pilota na vrh. Može doći i do zarušavanja bušotine i miješanja tla i betona. Također je vrlo važno spiralu izvlačiti konstantnom brzinom koja ovisi o kapacitetu pumpe za ugradnju betona.



Slika 3. Svrkla za izvedbu CFA pilota

Rotacija spirale bez probijanja u tlo ili upumpavanja betona je zabranjena jer utječe na smanjenje nosivosti pilota trenjem po plaštu. Tlak ugradnje betona na dnu spirale treba minimalno biti jednak efektivnom vertikalnom napreznju u tlu. Potrebno ga je održavati tijekom ugradnje betona (izvlačenja spirale) kako bi se osigurala stabilnost bušotine. S ugradnjom betona potrebno je početi odmah nakon bušenja, do projektirane dubine, jer u protivnom može doći do zaglavljenja bušačeg pribora. Promjer pilota može biti do 90 cm.

2.2. Komponente

2.2.1. Beton

Sastav betona i sastavne materijale za projektirani beton potrebno je odrediti tako da zadovoljavaju svojstva svježeg i očvrstlog betona. Tu treba uključiti i konzistenciju, gustoću, čvrstoću, trajnost, zaštitu ugrađenog čelika otpornog na koroziju, uzimajući u obzir proizvodni proces i odabrani postupak izvedbe betonskih radova. Oni uključuju transport, ugradnju, zbijanje, njegovanje i moguće druge tretmane i obrade ugrađenog betona.

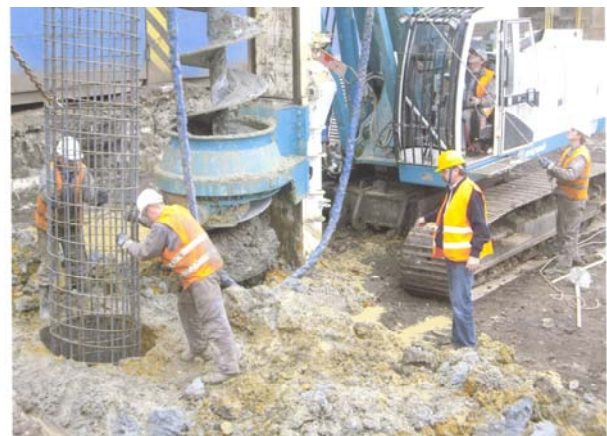
Beton treba imati takva svojstva da se omogući:

- ugradnja pumpanjem kroz pribor bez poteškoća
- probijanje i ispunjavanje šupljina u tlu nastalih prilikom bušenja
- ugradnja armaturnog koša

Beton se u pravilu ugrađuje odmah nakon izrade, odnosno važno je osigurati njegovu konzistenciju pri ugradnji propisanu projektom. Betoniranje jednog pilota mora se završiti u kontinuitetu. Imajući u vidu taj zahtjev, preporučuje se korištenje betonare u blizini lokacije koja osigurava pravodobnu isporuku dovoljno kvalitetnog betona. Nakon betoniranja pilota potrebno je ukloniti min. 30 cm gornjeg sloja betona lošije kvalitete koji se pomiješa s tlom te je potrebno poravnati površinu zbog jednostavnijeg postavljanja armaturnog koša.

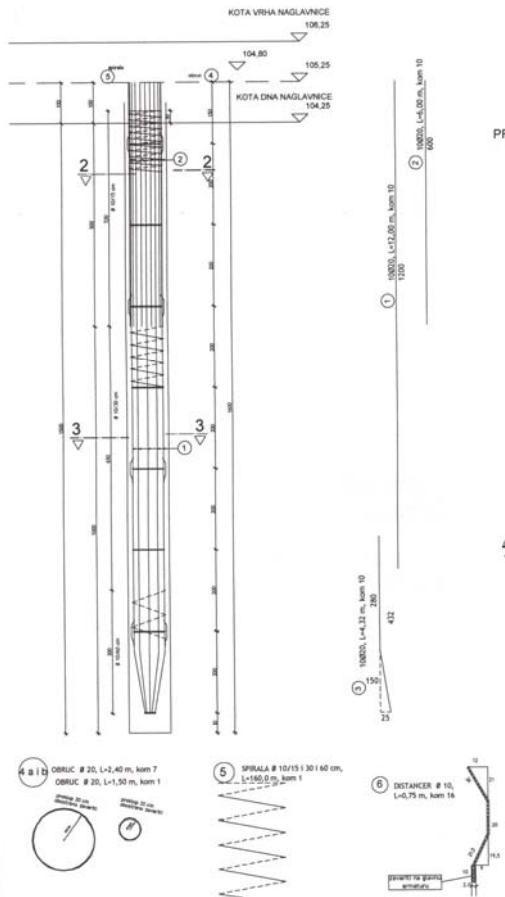
2.2.2. Čelik za armiranje i armaturni koševi

Armaturni koševi trebaju biti tako projektirani da manipulacija ne uzrokuje deformacije ili oštećenja spojeva.



Slika 4. Ugradnja armaturnog koša

Potreban zaštitni sloj betona je 100 mm. Zbog načina ugradnje vibriranjem i utiskivanjem, potrebno je koristiti veće profile armature, tj. treba izraditi krute armaturne koševe. Armaturne šipke se zbog lakše ugradnje mogu poviti na vrhu pilota u obliku šiljka.



Slika 5. Armatura pilota

Piloti trebaju biti izvedeni položajno s preciznošću ± 2 cm, a dopušteno odstupanje od vertikale je max 2%.

3. ISPITIVANJE DINAMIČKE NOSIVOSTI CFA PILOTA

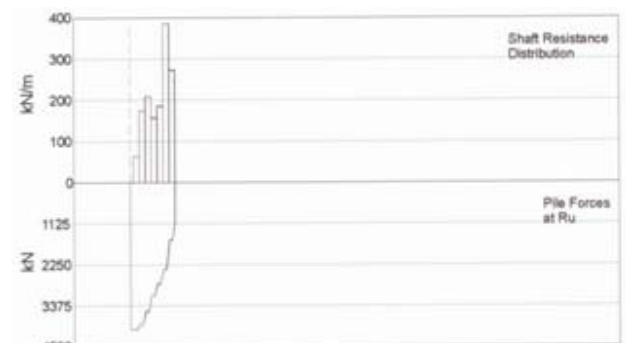
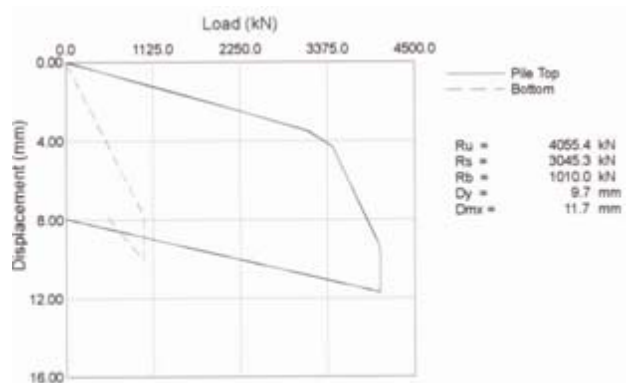
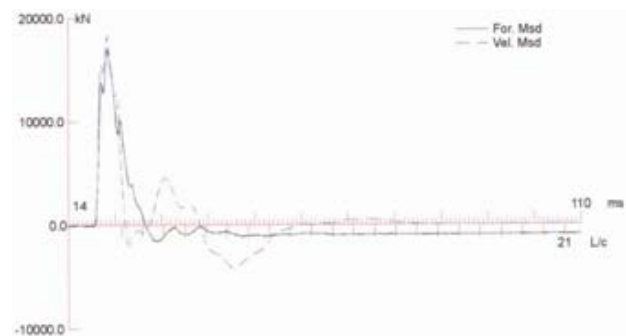
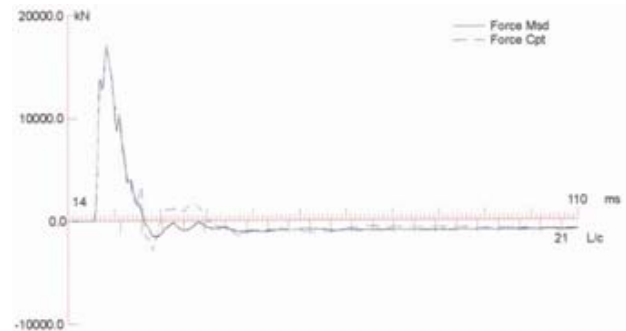
Za testiranje i aktiviranje granične nosivosti pilota koristi se uteg sa slobodnim padom određene mase (nekoliko desetaka tona). Maksimalna visina slobodnog pada je do nekoliko metara, ovisno o pilotu, a sve je elektronički praćeno i zapisano. Na pilot na kojem će se obaviti ispitivanje priključeni su senzori za mjerenje deformacije i akceleracije. Senzori su postavljeni osno simetrično na svakoj strani, oko 2 promjera pod glavom pilota. Padom utega izaziva se tlačni val koji putuje duž pilota prema dolje, reflektira se na dnu pilota te se vraća nazad.



Slika 6. Oprema za dinamičko ispitivanje pilota

Detektiravši val, senzori prenose podatke u elektronički uređaj tako da se za svaki pad utega na zaslonu prikažu promjene sile i brzine pomaka na mjernom mjestu u ovisnosti o vremenu.

Nakon ispitivanja dinamičkog opterećenja, dobiveni analogni podaci sile i pomaka digitaliziraju se i obrađuju na temelju valne jednadžbe. Jedan od mogućih softverskih programa za obradu dobivenih podataka je CAPWAP (Case Pile Wave Analysis Program). Model pilota i tla predstavlja se jednom od mjerenih krivulja, pa se metodom iteracije (promjenom modela pilota i tla) traži najbolje preklapanje mjerene i računane krivulje.



Slika 7. Rezultati dinamičkog ispitivanja nosivosti pilota

4. ZAKLJUČAK

Od njihovog predstavljanja prije pedesetak godina u Sjevernoj Americi pa sve do danas, zbog pogodnog dizajna, efikasne opreme, visoke produktivnosti, niske cijene s obzirom na druge vrste pilota te niske razine buke i vibracija, CFA piloti su postali popularniji i upotrebljiviji od ostalih tipova pilota. Prilikom projektiranja dubokog temeljenja, osobito ako se rješenje vidi u obliku pilota, svakako je dobro uz geomehaničke karakteristike lokacije u vidu imati svaku mogućnost budućeg projektnog rješenja. Pri projektiranju i izvođenju vrlo je važno imati na umu informaciju da se tip projektnog rješenja i sanacije odabiru na temelju sagledanog stanja.

Ovaj članak daje nam uvid u mogućnosti jedne vrste pilota, a može poslužiti i pri odabiru projektnog rješenja za duboko temeljenje.



Slika 8. Izvedeni CFA piloti u tlu

5. LITERATURA

- [1] Murthy, V.N.S.: *Geotechnical Engineering Principles and Practices of Soil Mechanics and Foundation Engineering*, New York, Basel, 2003.
- [2] Braja M. Das: *Fundamentals of Geotechnical Engineering*, International SI edition,
- [3] Institut građevinarstva Hrvatske d.d., Zavod za geotehniku: *Projekt dubokog temeljenja objekta na dionici Lekenik – Sisak na bušenim pilotima CFA*
- [3] www.geoforum.com
- [4] Schmertmann, John H.: *O-cell testing case histories demonstrate the importance of bored pile (drilled shaft) construction technique*, www.loadtest2005.net
- [5] www.loadtest2005.net

Kontakt:

Ljubo Kovač, dipl.ing.
Geotehnika - inženjering d.o.o.
Janka Rakuše 1, 10 000 Zagreb

PRILOG IZVOĐENJU MONTAŽNIH BETONSKIH GREDNIH MOSTOVA

Kovač Lj.¹

¹Geotehnika - inženjering d.o.o., Zagreb, Hrvatska

Sažetak:

U radu se prikazuje način izvedbe montažnih betonskih grednih mostova kao jednog od najčešćih i najisplativijih rješenja na hrvatskim autocestama, posebno na jadranskom dijelu. Raščlanjeni su bitni dijelovi mosta, a posebno se naglašava nosiva konstrukcija, tj donji ustroj mosta. Spomenuti su uvjeti na kojima se temelji budući izvedeni most, tako da prijenos sile u temeljno tlo kasnije bude zadovoljavajući.

Ključne riječi: donji ustroj, glavni nosač, montaža, most, skela

Abstract:

The paper shows the performance of prefabricated concrete bridges as one of the most common and profitable solutions on Croatian highways, especially in the Adriatic area. The essential parts of the bridge are dismembered and emphasis is given to the portable structure, ie, below structure of the bridge. The highlight is given on the conditions that made bridge must satisfy, especially the conditions in which it is based, so that the transfer of force in the fundamental ground later will be satisfying.

Key words: below structure, main girder, montage, bridge, scaffolding

1. UVOD

Montažni betonski gredni mostovi danas su postali najčešće izvedivo rješenje za premošćivanje zapreka većih raspona, osobito na pojedinim trasama autocesta. Prednosti ovakvih mostova su višestruke:

- veća granična nosivost i sigurnost rasponskog sklopa (rezerve u statički neodređenom sustavu)
- veća trajnost (zbog osjetljivosti tankih kontinuitetnih ploča na raspucavanje)
- manji pregibi (trenutni i dugotrajni)
- veća krutost (sigurnost) rasponskog sklopa na savijanja u ravnini
- ravnomjerniji prijenos horizontalnih sila s rasponske konstrukcije na donji ustroj - veću globalnu sigurnost građevine
- manji broj (većih) ležajeva
- manji broj (glomaznijih) poprečnih nosača
- obično manji broj ukupnih dilatacijskih prekida (naprava) u građevini
- povoljniji vizualni izgled građevine

Jedan od osnovnih faktora pri projektiranju, a koji utječe na konačnu stabilnost, sigurnost i izgled mosta, jest raspon i nizanje otvora. Na to najviše utječu:

- zahtijevana veličina i raspored slobodnih profila
- uvjeti temeljenja
- raspoloživa visina za smještaj konstrukcije
- planirani način građenja
- bolja prihvatljivost i raspoloživost određenoga građiva
- uvjeti okoline i ambijenta
- estetski zahtjevi
- potreba i mogućnosti održavanja
- gospodarski optimum

2. OSNOVNI STATIČKI ELEMENTI MOSTA

Donjem ustroju pripadaju dijelovi mosta ispod ležišta glavne rasponske konstrukcije, tj. temeljnu konstrukciju čine stupovi, naglavna greda (naglavnica) i upornjaci. Osnovni zadaci donjeg ustroja su: sile koje djeluju na konstrukciju treba prenijeti u tlo, omogućiti predviđene pomake i deformacije strukture te ostvariti jednostavan i neprimjetan prijelaz prometnice s mosta na tlo.

Oblik i dimenzije ovih elemenata najviše ovise o:

- strukturi, dimenzijama (poprečno i uzdužno) i tipu rasponske konstrukcije
- načinu njena oslanjanja na dotični dio donjeg ustroja
- gradivu od kojeg su sagrađeni
- osobinama tla i o načinu temeljenja
- visini nivelete nad terenom, osobito s obzirom na visinu dijelova donjeg ustroja
- broju glavnih nosača, odnosno o tipu poprečnog presjeka strukture
- postojanju i osobinama vodotoka u odnosu na horizontalna i vertikalna opterećenja
- planiranom načinu građenja

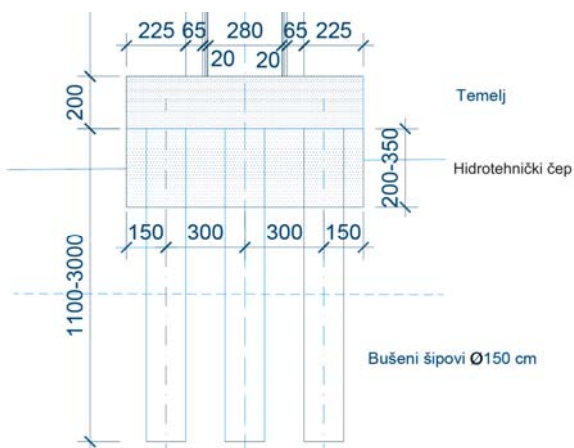


Slika 1. Montaža stupova i upornjaka

2.1. Temelji

Ovakvi tipovi mostova grade se na masivnim temeljima, pravokutnog ili kvadratičnog tlocrtnog oblika. Debljine temelja najčešće su 1,5 ili 2 m. Na primjeru mosta Dabar temelj dimenzija je $12 \times 9 \times 2$ m i $8 \times 6 \times 1,5$ m. Ovisno o vrsti temeljnog tla, o geomehanici, a nadalje o prepreci koja se premošćuje, potrebno je temeljenje na pilotima. Bušeni piloti mogu biti izvedeni do dubine 30 m (most preko Jablaničkog jezera). U takvim primjerima vrlo su važna prethodna geotehnička istraživanja i proračuni jer o tome ovise duljina i nosivost pilota. Dodatna otežavajuća okolnost je ako se most izvodi preko vodene prepreke. U tom slučaju za betoniranje temelja i stupova mosta predvide se zaštitne temeljne jame sa zagatnom konstrukcijom od čeličnih elemenata potrebne visine (do nekoliko desetaka metara).

Dodatni problem predstavljaju sile uzgona koje se preuzimaju betoniranjem čepova i njihovim povezivanjem s vrhom pilota te se tako omogućuje crpenje vode iz građevinske jame. Kada je dubina vode u jezeru velika i varira od 10 do 20 metara i kada je dubina nosivog tla za temeljenje 5-25 m, izvodljivo je temeljenje mosta na bušenim pilotima s plovne platforme. Naglavna ploča – temelj stupa iznad pilota vrlo je krut tako da ravnomjerno opterećuje pilote i omogućuje pravilno sidrenje armature za stupove.



Slika 2. Shema pilota ispod temelja stupova

2.1. Stupovi

Stupovi su visoki elementi koji se ponavljaju više desetaka ili stotina puta. Poprečni presjek može biti puni ili šuplji, što najviše ovisi o dimenzijama projektiranog mosta i o opterećenju koje će trebati prenositi na temeljno tlo. Šuplji stupovi se češće koriste kod visokih mostova jer se dobiva veća krutost za istu ugrađenu količinu materijala.

Dalje će biti riječi o montažnim betonskim grednim mostovima izvedenim posljednjih godina na hrvatskim autocestama, posebno na jadranskom području. Najčešće su se koristili stupovi sandučastoga poprečnog presjeka, vanjskih izmjera oko 5 m (poprečno na most) \times cca 3 m (u smjeru mosta), sa stijenkama debljine 30 cm po čitavoj visini. Visina stupova kreće se otprilike 10 m do približno 70 m (ovisi o terenu).



Slika 3. Izgradnja stupova za most Dabar na Jadranskoj autocesti

Temelji su masivni, različitih tlocrtnih izmjera. Visina temelja iznosi oko $2 \times 1,5 = 3,0$ m. Stupovi se izvode u penjajućoj oplati (NOE) u kampadama određene visine (4, 5 m). Na vrhu stupova uzdužno su pomični lončasti ležaji, dok su stupovi većinom kruto spojeni s rasponskom konstrukcijom s kojom čine okvirni nosivi sustav. Na vrhu stupa izvodi se masivna naglavnica, armirana samo čelikom. Često se u takvim situacijama odabire široka naglavnica radi privremenog oslanjanja uzdužnih nosača u fazi montaže. Otvor stupa u vrhu zatvara se omnia pločom debljine oko 15 cm koja se spreže s monolitnim dijelom naglavnice. Na vrhu naglavnice stupova izvode se "radne" klupice za ispravno oslanjanje rasponskih nosača u montaži.

2.2. Upornjaci

To su rubni dijelovi mosta na kojima se ostvaruje prometni prijelaz ili predaja sila s mosta na nasip ili na sraslo tlo. Kod grednih mostova rasponska konstrukcija na njih predaje vertikalne i horizontalne sile, dok na njih istodobno djeluje i pritisak nasipa.

Tip upornjaka najviše ovisi o:

- tipu rasponske konstrukcije – gredni, svodeni, viseći, ovješeni..
- konfiguraciji terena
- visini nivelete nad tlom
- dimenzijama mosta
- veličini i vrsti sile koju preuzimaju
- vrsti tla i nasipu iza njih

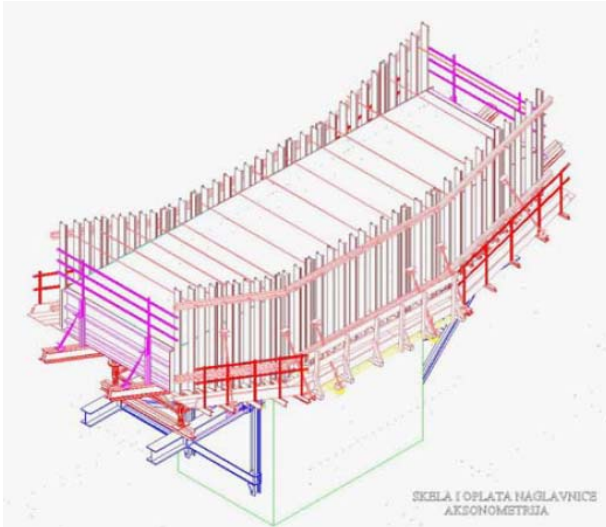
Tipovi upornjaka:

- masivni: upornjaci s masivnim punim zidom i i masivnim punim krilima s obje strane
- minimalni: imaju najmanje moguće dimenzije zida i krila koje su situacijom dopuštene
- olakšani (šuplji).

U našim primjerima upornjaci su puni s kruto vezanim paralelnim krilima. Visina stupa i krila upornjaka prilagode se nagibima terena na tome mjestu kako bi se izbjegli preveliki iskopi tla. Na vrhu naglavnice upornjaka nalaze se klupice za oslanjanje ležaja. Tlocrtno dimenzije klupica i njihov visinski položaj usklade se s izmjerama specijalnih lončastih ležaja.

2.3. Naglavnica

Pri projektiranju skele i oplata naglavnice montaža i demontaža svedeni su na najmanju mjeru. Stezanjem vijaka, skela i oplata automatski zauzimaju projektom predviđeni položaj i mjere te se stvoreni sustav može lako prilagoditi drugim oblicima naglavnica.



Slika 4. Skela i oplata naglavnice

Sastavni elementi skele i oplata naglavnice:

- bočna oplata naglavnice iznad stupa koju čini nekoliko ploča
- bočna oplata konzolnog dijela naglavnice koju čini nekoliko ploča
- kosa podnica konzolnog dijela naglavnice s čeonom oplatom
- horizontalna podnica
- trokutasta konzolna skela



Slika 5. Izvedena skela i oplata naglavnice

Za uspješnu i brzu montažu potrebno je prije svega paziti da izvođenje završnih dijelova stupova (određene kampadne visine) bude prema projektu. Nakon montaže armature, a prije betoniranja, stegnu se svi vijci pomoću momentnog ključa. Brzinu betoniranja potrebno je uskladiti s mogućnostima i dimenzijama oplata. Betoniranje se obavlja u slojevima. Idući se sloj ne počinje betonirati dok prethodni nije dovršen na cijeloj

površini. Svaki se sloj betonira od sredine naglavnice s istodobnim i jednakomjernim napredovanjem do oba kraja naglavnice. Radi planiranja građenja, grubo se može pretpostaviti da je demontaža oplata moguća nakon potignuća 50% projektirane čvrstoće betona. Svi čelični dijelovi mosta moraju se zaštititi antikorozivnim sredstvom.

2.4. Nosači

Najbolje i najisplativije je da se nosači izrađuju na licu mjesta, tj. na samom gradilištu. To pojeftinjuje i olakšava posao jer nema nikakvog zahtjevnog transporta koji proskupljuje, otežava i usporava gradnju. Mjesto za proizvodnju (poligon) treba odrediti tamo gdje je potrošnja najveća. Za izradu elemenata predviđaju se standardni kalupi za višekratnu upotrebu. Građevinske (toranjske) dizalice obavljaju montažu lako i vrlo ekonomično, najčešće zbog toga jer ih građevinska operativa već posjeduje i ima stručni kadar za rukovanje.



Slika 6. Izbetonirani nosač u kalupu

Na posebnom platou montiraju se koševi armature s nategama i sidrima pričvršćenim na čeonu oplatu. Ovako montirani koševi toranjskim dizalicama se umeću u kalup. Kalup je čelični (slika 6.) s hidrauličnim otvaranjem i zatvaranjem odgovarajućim oplatnim vibratorima i sa sustavom raspodjele pare duž cijelog kalupa.

3. MONTAŽA GLAVNIH NOSAČA

Vrlo je važno da montaža nosača teče kako je planirano, određenim redom i da se pritom pridržava određenih uvjeta. Svrha toga je očuvanje stabilnosti navlačne skele, mosta u izgradnji te očuvanje konstrukcije pragova u svim fazama rada s navlačnom skelom.

Pri montaži nosača u bilo koje polje mosta u izgradnji prvo se montira srednji nosač, nakon toga dva rubna nosača i na kraju dva nosača polja lijevog kolnika (primjer mosta Dabar). Nosač je moguće montirati auto dizalicom ili navlačnom skelom. Pri radu s navlačnom skelom potrebno je pridržavati se ograničenja u radu s obzirom na brzinu vjetra.



Slika 7. Montiranje glavnog nosača auto dizalicom

Rad je dopušten pri brzini vjetra do 40 km/h. U slučaju veće brzine vjetra, prekida se rad s navlačnom skelom, a stabilnost skele se osigurava. (npr. sidrima). Kretanje skele u smjeru osi mosta izvodi se na način da je uvijek jedan od elemenata (skela ili nosač) blokiran, dok se drugi kreće po kolicima.

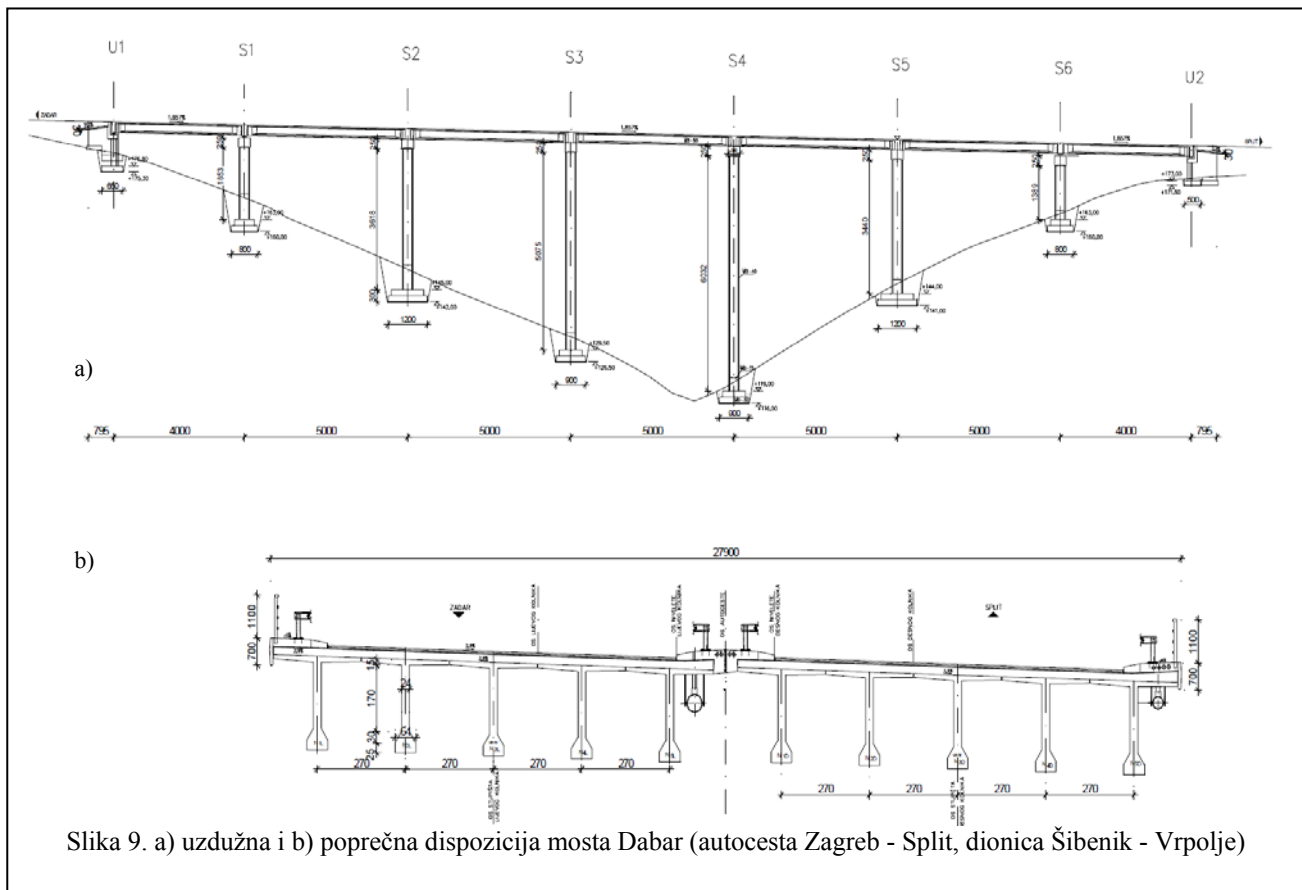
Pošto su svi montirani nosači uključeni u određeni poprečni nosač, pristupa se izvedbi tog nosača. Kako se

raspanska konstrukcija oslanja na svoje stalne ležaje, presijeca se veza između nosača u rubnim poljima i sidara iz naglavnice upornjaka. Tada se betonira prsni zid na upornjaku i dovršava se gradnja mosta.



Slika 8. Montiranje glavnog nosača navlačnom skelom

Na ovdje opisan način izvedena je većina mostova na jadranskom dijelu autoceste Zagreb - Split. Osim mosta Dabar (dionica Šibenik - Vrpolje) može se još navesti most Kličarica (dionica Benkovac - Pirovac), most Radovići (dionica Dugopolje - Šestanovac) i drugi.



Slika 9. a) uzdužna i b) poprečna dispozicija mosta Dabar (autocesta Zagreb - Split, dionica Šibenik - Vrpolje)

4. LITERATURA

- [1]Snježana Tešović, Josip Forko, Ljubo Kovač: Gradnja mosta Dabar, GRAĐEVINAR 59 (2007) 1, 13-19
 [2]Snježana Tešović, Božana Ojvan: Proizvodnja i ugradnja glavnih nosača na objektima cestovnih prometnica, GRAĐEVINAR 56 (2004) 2, 87-90

Kontakt:

Ljubo Kovač, dipl.ing.
 Geotecnika - inženjering d.o.o.
 Janka Rakuše 1, 10 000 Zagreb

ELEKTROTEHNIKA

ZAVRŠNI RADOVI od 01.05.2007 do 31.08.2009. g.

1. KRUNO ĐORĐEVIĆ

iz Varaždina, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **VIZUALIZACIJA I NADZOR SUSTAVA ZA BEŽIČNO UZBUNJIVANJE** obranio 24. 05.2007. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom Krunoslava Grudičeka, dipl. ing.

U svom je radu pristupnik opisao sustav za bežično uzbuđivanje postrojbi i stanovništva. Izradio je specifikaciju zahtjeva na sustav, funkcionalni dijagram sustava, popis opreme te zahtjev na sustav vizualizacije i nadzora. Detaljno je specificirao funkcioniranje sustava vizualizacije i nadzora, listu signala potrebnih za vizualizaciju i nadzor te tehničku specifikaciju nadzornog računala.

Pristupnik je definirao i grafički dizajnirao pojedine ekrane, bazu podataka sustava vizualizacije i nadzora, a prikazao je i praćenje poruka.

Opisao je i izradio program OPC servera za razmjenu podataka s PLC-ovima udaljenih stanica.

Izradio je programsku dokumentaciju vizualizacije i nadzora, tehničku specifikaciju PLC sustava udaljenih stanica, strujnu shemu, listu ulaza i izlaza, listu materijala te funkcionalni dijagram PLC sustava udaljenih stanica. Izradio je program i programsku dokumentaciju PLC sustava udaljenih stanica i postupak ispitivanja i puštanja u rad sustava vizualizacije i nadzora. Instalirao je nadzorno računalo i hardversku opremu za ostvarenje komunikacije između nadzornog računala i PLC-ova udaljenih stanica. Konfigurirao je komunikaciju između nadzornog računala i PLC-ovih udaljenih stanica. Ispitao je sustav vizualizacije i nadzora te izradio upute za rad sustava vizualizacije i nadzora.

2. MARIJAN KRALJIĆ

iz Selnice, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **STANJE DISTRIBUTIVNE MREŽE MEĐIMURJA DANAS I PROGNOZA NJENOG RAZVOJA I MODERNIZACIJA DO 2020. GODINE** obranio 03. 07. 2007. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom mr. sc. Vladimira Prizla.

U svom je radu pristupnik opisao konfiguraciju distributivne mreže, prikazao je stanje mreže s osvrtom na pojedinu naponsku razinu i naponske prilike u pojedinim čvorištima razine 35 i 10 kV. Opisao je razvoj mreže s obzirom na očekivani porast potrošnje te je opisao rekonstrukciju mreže s obzirom na primjenu novih standarda distributivnih napona. Opisao je i predložio rekonstrukciju mreže zbog primjene modernijih i sigurnijih zaštitnih sustava te sustava daljinskog vođenja i upravljanja.

3. DARKO KOMAR

iz Čakovca, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **BEŽIČNO POVEZIVANJE UDALJENIH LOKALNIH MREŽA** obranio 19. 07. 2007. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom prof. dr. sc. Mladena Kosa.

Pristupnik je u radu opisao planiranje i izvedbu povezivanja dviju dislociranih lokalnih mreža pomoću komponenata temeljenih na IEEE 802.11 standardu. Također je opisao topologiju bežične mreže te pasivnu i aktivnu bežičnu opremu. Usporedio je karakteristike vanjskih antena i odabir odgovarajuće antene. Konfigurirao je pristupne točke i usmjeritelja, definirao je adresni prostor te je dijagnosticirao mrežu.

4. KRUNO PLEH

iz Čakovca, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **PLANIRANJE BEŽIČNE LOKALNE MREŽE U ZATVORENIM PROSTORIMA** obranio 19. 07. 2007. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom prof. dr. sc. Mladena Kosa. Pristupnik je u radu opisao planiranje i izvedbu lokalne bežične mreže bazirane na IEEE 802.11 standardu. Osim toga razradio je komponente bežičnih mreža, vrste antena i priključaka. Također je opisao postupke za određivanje pozicije pristupnih točaka. Definirao je podmrežne i virtualne mreže. Konfigurirao je pristupne točke, adresni prostor i IP adresu. Razradio je aspekte sigurnosti u bežičnim mrežama.

5. IVICA KOSI

iz Legrada, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **PROJEKT VIZUALIZACIJE PROCESA NA LINIJI PUNJENJA PIVA U PIVOVARI CARLSBERG CROATIA U KOPRIVNICI** obranio 12. 09. 2007. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom Stjepana Mikaca, dipl. ing.

U svom je radu pristupnik napravio vizualizaciju procesa punjenja piva u pivovari Carlsberg Croatia u Koprivnici. Vizualizaciju linije punjenja piva izveo je na jednom nadzornom računalu na koje su komunikacijski vezani svi PLC-ovi strojevi. Definirao je PF dijagram linije punjenja te je napravio popis procesne opreme s nazivnim podacima. Opisao je tehnički postupak punjenja piva. Izradio je specifikaciju zahtjeva na sustav vizualizacije linije punjenja, listu signala potrebnih za vizualizaciju, tehničku specifikaciju nadzornog računala te specifikaciju hardverske opreme za ostvarenje komunikacije između nadzornog računala i PLC-ovih strojeva. Detaljno je opisao funkcioniranje sustava vizualizacije te je definirao i grafički dizajnirao pojedine ekrane. Dizajnirao je OPC server za razmjenu podataka sa PLC-ovim strojevima, a definirao je i bazu podataka

sustava vizualizacije i programsku dokumentaciju vizualizacije. Opisao je praćenje mjernih veličina te je opisao ispitivanje i puštanje u rad sustava vizualizacije.

6. PAVAO KRIŽANEC

iz Petrijanca, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **KOMUNIKACIJA PREKO LINIJA NAPAJANJA KORIŠTENJEM USKO-POJASNOG MODEMA** obranio 20. 12. 2007. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom mr. sc. Ivana Šumige, dipl. ing.

Pristupnik je u radu analizirao trenutno stanje PLC-a kao jedne opcije komunikacije, a opisao je i njegove prednosti i nedostatke. Pojasnio je standardizaciju i neke od standarda koji se koriste za PLC. Opisao je najčešće tehnike modulacije signala u svrhu PLC te je pojasnio češće korištene protokole. Projektirao je i opisao PLC modem baziran na ST7540 koji s nadređenim PC računalom komunicira preko RS 232 veze. U svrhu komunikacije preko linije napajanja 220V, realizirao je dva takva modema. Napisao je programe za komunikaciju s nadređenim PC računalom i programe za komunikaciju s dva modema.

7. VINKO BUŽIĆ

iz Kućan Marofa, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **SUSTAV TEHNIČKE ZAŠTITE U POGONU ZA MONTAŽU U TVORNICI BMW-2.4** obranio 17. 01. 2008. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom Krunoslava Grudičeka, dipl. ing.

Pristupnik je u svom radu primijenio različite elemente za tehničku zaštitu radnika i strojeva. Nadzor i upravljanje nad sustavom zaštite napravio je na PLC „SIEMENS CPU 416F-3“. Opisao je sigurnosne modele povezane Profinet i Profibus protokolom. Kontrolnu logiku programirao je softverskim paketom „DistributedSafety V5.4“.

8. MARIO VADLJA

iz Donjeg Kraljevca, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **GUBICI I ZAGRIJAVANJE ASINKRONOG MOTORA** obranio 22. 02. 2008. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom mr. sc. Branka Tomičića, dipl. ing.

U svom je radu pristupnik objasnio strukturu nadomjesne sheme asinkronoga stroja. Opisao je značenje svakog pojedinog parametra. Naveo je izvore gubitaka u stroju i metode za njihovo određivanje. Proveo je ispitivanje u laboratoriju kod različitih opterećenja i različitih napona. Razradio je dobivene rezultate te je odredio maksimalan stupanj korisnog djelovanja u točkama 0,75 Pn, Pn i 1,25 Pn. Dobivene rezultate usporedio je s nazivnim podacima.

9. NEVEN PRESEČKI

iz Varaždina, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **DIZALO ZA MEĐUETAŽNI TRANSPORT AUTOMOBILSKIH VRATIJU U TVORNICI BMW-2.4** obranio 17. 03. 2008. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom Darka Markovića, dipl. ing.

U svom je radu pristupnik prikazao projekt automatizacije, upravljanja i nadzora dizala za međuetajni transport. Kompletno upravljanje i nadzor dizala izveo je na upravljačkom pultu vizualizacijom sustava na industrijskom računalu. Objasnio je i mogućnosti upravljanja s drugih upravljačkih mjesta.

10. VJERAN BREŠKI

iz Varaždina, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **METODOLOGIJA ODRŽAVANJA POSTROJENJA ZA DOVOĐENJE ZRAKA PLAMENICIMA NA BAZI DIJAGNOSTIKE I POUZDANOSTI NJEGOVIH KOMPONENATA** obranio 19. 03. 2008. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom mr. sc. Živka Kondića, dipl. ing.

U svom je radu pristupnik opisao rad proizvodnog poduzeća za izradu i pečenje opeke. U sklopu toga prikazao je proces rada postrojenja za dovođenje zraka plamenicima s naglaskom na elektrosustav upravljanja. Opisao je najčešće kvarove na elementima postrojenja za dovođenje zraka plamenicima. Snimio je komponente elektrosustava upravljanja dijagnostičkom opremom. Na temelju izračuna pouzdanosti elemenata i postrojenja kao cjeline i na temelju podataka dobivenih mjerenjem pomoću dijagnostičke opreme, predložio je optimalni model održavanja.

11. ZLATKO ŠAFAR

iz Varaždina, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **SUSTAV ZA NADZOR I REGULACIJU PROTOKA U PRAKTIKUMU ZA PROCESNU AUTOMATIKU** obranio 01. 04. 2008. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom Krunoslava Grudičeka, dipl. ing.

Pristupnik je izradio sustav za nadzor i regulaciju protoka u praktikumu za procesnu automatiku. Regulaciju protoka izveo je u PLC-u S7-200 serije korištenjem PID algoritma, pomoću softverskog paketa Micro/WIN. Nadzor je izveo korištenjem softverskog SCADA paketa WinCC Flexible, preko Ethernet komunikacije.

12. MARIO ŽILAVEC

iz Murskog Središća, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **ODREĐIVANJE GLAVNIH PARAMETARA HIDROELEKTRANE** obranio 08. 04. 2008. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom mr. sc. Vladimira Prizla, dipl. ing.

Pristupnik je nakon kratkih opisa hidroenergetskog postrojenja prikazao osnovne tipove hidroelektrana i njihovu ulogu u elektroenergetskom sustavu. Obradio je osnovne parametre hidroelektrane i naveo njihove karakteristike. Prikazao je način izračunavanja i određivanja pojedinih osnovnih parametara hidroelektrane. Prema vlastitom izboru odabrao je vodotok i na njemu predvidio izgradnju hidroelektrane. Na temelju dostupnih podataka za izabrani vodotok, izračunao je i odredio glavne parametre pretpostavljene hidroelektrane te prikazao njen utjecaj na okoliš.

13. SLAVICA KENDEL

iz Svete Marije, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **SUSTAV ZAŠTITE OD MUNJE** obranila 08. 04. 2008. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom mr. sc. Vladimira Prizla, dipl. ing.

U svom je radu pristupnica opisala općenite pojmove o munji te je obradila djelovanje munje i tehnički sustav zaštite od munje. Opisala je zakonsku regulativu i normizaciju sustava zaštite od munje. Izradila je projekt sustava zaštite od munje te obavila mjerenja i ispitivanja nakon izvedbe.

Nakon obrade spomenutih tema, prikazala je rezultate izračuna iz jednog šticećenog projekta.

14. STANKO VINCEK

iz Tužnog, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **RAZVOJNI SUSTAV ZA BEŽIČNU KOMUNIKACIJU PREKO TC65 GSM/GPRS MODEMA** obranio 14. 04. 2008. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom Krunoslava Grudičeka, dipl. ing.

U svom je radu pristupnik izradio razvojni sustav za SIEMENS TC65 GSM/GPRS modem. Ispravnost rada provjerio je korištenjem komunikacije pomoću PC-a. U radu je izradio opis razvojnog sustava, električke sheme i tiskane pločice dijelova razvojnog sustava te specifikaciju zahtjeva na razvojni sustav. Također je naveo popis elemenata te je izradio dijelove razvojnog sustava.

15. NIKOLA GMAJNIC

iz Varaždina, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **MODULARNI RAZVOJNI SUSTAV ZA MIKROKONTROLERE PIC16 SERIJE** obranio 22. 04. 2008. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom Krunoslava Grudičeka, dipl. ing.

U svom je radu pristupnik izradio modularni razvojni sustav za mikrokontrolere. Sustav je namijenjen Microchip PIC16 seriji mikrokontrolera s 18 i 28 nožica i prilagođen je učenju. Namijenjen je i za naprednije projekte jer ga se može nadograditi dodatnim ulazno/izlaznim jedinicama. Također je izradio računalni program za programiralicu koji je kompatibilan s Microchip MPLAB programskim paketom.

16. KRUNOSLAV CVETKO

iz Šandorovca, Čakovec,
Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **SUSTAV ZA NADZOR MJERNIH VELIČINA UDALJENIH STANICA POVEZANIH ETHERNETOM** obranio 30. 04. 2008. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom Krunoslava Grudičeka, dipl. ing.

U svom je radu pristupnik izradio sustav za nadzor mjernih veličina tri udaljene stanice S7-200 PLC-i, a koji su pomoću Ethernet komunikacijskih modula CP 243-1 povezani na jedan S7-200 PLC koji predstavlja server. On prikuplja podatke od te tri stanice te ih šalje nadzorni čkom računalu preko PC/PPi kabela i obrnuto. Za nadzor i vizualizaciju se koriste paketi MS Excel i

MS Visual Basic, koji svoju funkciju obavljaju preko OPC servera s/-200 PC Access.

17. ŽELJKO DUŠAK

iz Tuhovca, Varaždinske Toplice,
Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **IZRADA ELEKTRO-DOKUMENTACIJE U PROGRAMSKOM PAKETU CADY++/SEE ELECTRICAL ZA RADNE STOLOVE PRAKTIKUMA PROCESNE AUTOMATIKE I ELEKTROMOTORNII POGONA** obranio 30. 04. 2008. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom Krunoslava Grudičeka, dipl. ing.

U svom je radu pristupnik izradio elektro-dokumentaciju za postojeće radne stolove u praktikumu za Procesnu automatiku i u praktikumu za Elektromotorne pogone Veleučilišta u Varaždinu. Snimio je izvedeno stanje radnih stolova i izradio elektro-dokumentaciju u alatu CADdy++/SEE Electrical, prema IEC standardu, te popratnu dokumentaciju. Izradio je priručnik za studente za korištenje alata i pripadni edukacijski projekt te upute za izradu elektro-dokumentacije za radne stolove.

18. MARKO HORVAT

iz Lepoglave, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **ELEKTRONIČKI SUSTAVI U AUTOMOBILU** obranio 05. 05. 2008. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom mr. sc. Ivana Šumige, dipl. ing.

U svom je radu pristupnik dao pregled elektroničkih sustava u modernim automobilima i objasnio Motronic sustav upravljanja benzinskim motorima. Raščlanio je automobil na funkcijske podsustave i opisao upravljačku jedinicu motora (ECU). Razradio je načine komunikacije između različitih elektroničkih sustava i dijagnostiku automobila. Opisao sigurnosne sustave u automobilu: ABS, ASR, ESP i zračne jastuke. Također je opisao sučelje s analognom okolinom, senzore i aktuator - način prikupljanja i mjerenja potrebnih veličina, pretvorbu u digitalne signale, obradu u elektroničkom sustavu te pretvorbu digitalnih u analogne veličine. Za svaki funkcijski podsustav naveo je probleme svojstvene pojedinim tipovima automobila s prikazima grešaka koje se u praksi najčešće pojavljuju.

19. DAVOR MANJKAS

iz Bjelovara, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **VIZUALIZACIJA UKLOPNOG STANJA U ts 30/10 kv PODSUSED** obranio 15. 05. 2008. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom Marijana Fabeta, dipl. ing.

U svom je radu pristupnik opisao osnovne pojmove sustava daljinskog vođenja. Naveo je karakteristike WINCC-a i opisao trafostanicu TS 30/10 kV Podsused na temelju jednopolne sheme te je postavio kriterije odabira procesnih informacija koje se iz nje prikupljaju. Definirao je komande za upravljanje pojedinim dijelovima TS-a i liste alarma. Pomoću programskog paketa WINCC načinio je vizualizaciju uklopnih stanja u TS 30/10 kV Podsused.

20. NINOSLAV DIMKOVSKI

iz Kuršanca, Nedelišće,
Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **DSP ALGORITAM OBRADJE MIKROFONSKOG SIGNALA KOD GLAZBENE PRODUKCIJE** obranio 10. 06. 2008. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom dr. sc. Zlatana Ribića.

U radu je pristupnik opisao tipične analogne i digitalne arhitekture konzole za ozvučenje i produkciju, ne ulazeći u kontrolu dinamike i FX blokove. Opisao je sve korištene filtre u kanalnom (mikrofonskom) modulu te objasnio razinski dijagram i headroom / vlastiti šum. Razvio je u Simulink-u model procesiranja signala u kanalnom modulu, objasnio je funkcije svih blokova te prikazao prijenosne funkcije/područje regulacije pojedinih regulatora. Demonstrirao je djelovanje na virtualnom modulu tijekom simulacije. Usporedio je ostvarene rezultate s nekim od programskih paketa korištenih u produkciji glazbe.

21. TOMISLAV PTIČEK

iz Krušljeva, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **SCADA MODEL PUNIONICE BOCA ZA PROVOĐENJE VJEŽBI** obranio 12. 06. 2008. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom Krunoslava Grudičeka, dipl. ing.

U radu je opisao model punionice boca, izradio je specifikaciju zahtjeva na model, dijagram modela i popis elemenata modela te listu signala potrebnih za nadzor i upravljanje. Definirao i grafički dizajnirao pojedine ekrane, bazu podataka i prikaze podataka. Izradio je tehničku specifikaciju PLC sustava, strujnu shemu, listu ulaza i izlaza, listu materijala, funkcionalni dijagram PLC sustava te program i programsku dokumentaciju. Napravio je ispitivanje i puštanje u rad sustava s modelom punionice te je konfigurirao komunikaciju između nadzornog računala i PLC-a. Također je izradio upute za rad sa sustavom modela punionice.

22. MIROSLAV VINCEK

iz Tužnog, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **BEŽIČNA KOMUNIKACIJA PLC-a PREKO SMS-a** obranio 12. 06. 2008. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom Krunoslava Grudičeka, dipl. ing.

Pristupnik je izradio knjižnicu za SMS komunikaciju PLC-a u Micro/Win programskom paketu. Opisao je sustav za bežičnu komunikaciju preko SMS-a te napravio specifikaciju zahtjeva na sustav, funkcionalni dijagram sustava, popis opreme te dijagram toka potprograma knjižnice. Također je izradio programsku dokumentaciju potprograma knjižnice, tehničku specifikaciju PLC-a i modema, strujnu shemu PLC sustava, listu ulaza i izlaza PLC sustava, listu materijala PLC sustava te funkcionalni dijagram PLC sustava. Izradio je program i programsku dokumentaciju PLC sustava, postupak ispitivanja i puštanja u rad sustava te upute za rad s knjižnicom i sustavom.

23. BARIĆ IVAN

iz Ludbrega, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **SUSTAV ZA NADZOR I REGULACIJU TLAKA U PRAKTIKUMU ZA PROCESNU AUTOMATIKU** obranio 12. 06. 2008. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom Krunoslava Grudičeka, dipl. ing.

Pristupnik je izradio **SUSTAV ZA NADZOR I REGULACIJU TLAKA U PRAKTIKUMU ZA PROCESNU AUTOMATIKU**. Regulacija tlaka izvedena je u PLC-u S7-200 serije korištenjem PID algoritma pomoću softverskog paketa Micro/WIN. Nadzor je obavljen korištenjem softverskog paketa LabView, preko OPC servera S7-200 PC Access.

24. MIKULAN DAMIR

iz Gornjeg Mihaljevca, Macinec,
Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **PRIMJENA USMJERENE ZEMLJOSPOJNE ZAŠTITE U ELEKTRO-ENERGETSKIM MREŽAMA** obranio 15. 07. 2008. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom mr. sc. Miljenka Brezovca, dipl. ing.

U svom je radu pristupnik opisao princip djelovanja usmjerenih zaštita, obradio je parametre koji karakteriziraju usmjerene releje, opisao je princip rada zemljospojne zaštite. Opisao je izvedbu usmjerenih zemljospojnih releja, ispitao je karakteristike jednog elektromehaničkog i jednog digitalnog releja s funkcijom usmjerene zemljospojne zaštite. Definirao je protokol za ispitivanje usmjerene zemljospojne zaštite u laboratorijskim uvjetima.

25. HUSNJAK ZORAN

iz Žarovnice, Lepoglava,
Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **ZNAČAJKE VJETROELEKTRANA I MOGUĆNOST NJIHOVE IZGRADNJE NA PODRUČJU SJEVEROZAPADNE HRVATSKE** obranio 15. 07. 2008. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom mr. sc. Miljenka Brezovca, dipl. ing.

U svom je radu pristupnik opisao osnovne značajke, način rada i sastavne dijelove vjetroelektrana. Opisao je vjetroturbine i generatore koji se koriste za pogon vjetroturbina, obradio je zahtjeve koji se postavljaju na vjetroelektrane vezano uz priključak na elektroenergetski sustav. Također je obradio utjecaj vjetroelektrana na okoliš, zakonsku regulativu te ekonomiku izgradnje vjetroelektrana. Opisao je i kriterije za izbor lokacije vjetroelektrane te je obradio podatke o vjetropotencijalu za konkretne lokacije na području sjeverozapadne Hrvatske.

26. RIHTAR DARKO

iz Lobora, Velika Petrovagorska 14,
Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **SUSTAV ZA PRIKUPLJANJE I DISTRIBUCIJU PROCESNIH PODATAKA PUTEM INTERNETA** obranio 17. 07. 2008. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom Krunoslava Grudičeka, dipl. ing.

U svom je radu pristupnik izradio sustav za prikupljanje podataka iz procesa regulacije razine u spremniku, u praktikumu za Procesnu automatiku, preko OPC servera S7-200 PC Access. U tu svrhu razvio je vlastiti OPC klijent u C# programskom jeziku, Microsoft Visual Studio.Net programskom okruženju. Procesne podatke je prikupio, obradio i prilagodio za njihovo slanje, tj. Za distribuciju preko Interneta. U tu je svrhu instalirao i podesio Apache Web server preko kojeg se razmjenjuju podaci putem Interneta.

27. HAJDINJAK IVAN

iz Varaždina, Adolfa Wisserta 11,
Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **SUSTAV ZA PRIKUPLJANJE I VIZUALIZACIJU PROCESNIH PODATAKA NA MOBILNOM UREĐAJU** obranio 17. 07. 2008. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom Krunoslava Grudičeka, dipl.ing.

U svom je radu pristupnik izradio sustav za prikupljanje podataka iz procesa regulacije razine u spremniku, u praktikumu za Procesnu automatiku preko Interneta te vizualizaciju istih na mobilnom uređaju. U tu je svrhu izradio aplikaciju za mobitel u Netbeans Java programskom okruženju. Aplikacija se spaja na Apache Web server preko kojega se razmjenjuju podaci putem Interneta.

28. BOSILJ DRAŽEN

iz Varaždina, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **PROJEKT BESPREKIDNOG NAPAJANJA ELEKTROMOTORNIH POGONA** obranio 18. 07. 2008. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom Stjepana Mikaca, dipl. ing. U svom je radu predočio projekt sustava besprekidnog napajanja elektromotornih pogona za petominutni rad. Opisao je kvalitetu električne energije i smetnje u napajanju elektromotornih pogona. Opisao je rješenja za probleme u napajanju elektromotornih pogona te konfiguraciju i opis rada besprekidnog napajanja elektromotornih pogona. Naveo je propise i standarde za sustave besprekidnog napajanja te vrste akumulatorskih baterija, režim rada i preopterećenost sustava. Izradio je strujne sheme sustava besprekidnog napajanja, naveo listu opreme i materijala te nakon puštanja iznio i rezultate ispitivanja.

29. ERDELJA MARIO

iz Lobora, Matije Gupca 21,
Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **RAZVOJ „DSP“ ZA MJERENJE UDALJENOSTI ULTRAZVUKOM** obranio 24. 09. 2008. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom dr. sc. Zlatana Ribića, dipl. ing.

U svom je radu pristupnik opisao uobičajene metode mjerenja udaljenosti, uključivo jedinice, kontaktne i beskontaktne. Opisao je brzinu zvuka u zraku, intenzitet i gustoću energije, refleksiju, difrakciju, refrakciju i apsorpciju, utjecaj temperature, vlage i vjetra. Također je opisao svojstva raznih izvora zvuka. Opisao je funkcioniranje radara (impulsni, CW i Dopplerov) te energetsku bilancu radara i svojstva ultrazvučnih radara. Analizirao je komercijalni proizvod „proxxon“

Messcomputer MCX te je izmjerio odaslane ultrazvučne impulse i veličinu jeke pomoću B&K mjernih mikrofona. Razvio je algoritam mjerenja udaljenosti pa je primjenom malog zvučnog izvora i mikrofona prikazao vraćeni signal (jeku) u prostoriji. Na temelju rezultata procijenio je udaljenost i to usporedio s rezultatima izmjerenim „proxxon“ ultrazvučnim mjeračem.

30. GOTAL DARKO

iz Goričana, Krešimirova 11,
Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **TERMOVIZIJA U INDUSTRIJI** obranio 01. 10. 2008. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom Stjepana Mikaca, dipl. ing. U radu je pristupnik analizom termovizijske snimke prikazao istrošenost, stanje izolacije i kvar na opremi. Praktični je dio rada izveo u poduzeću LPT iz Preloga, na liniji za izvlačenje žice. Tako je obrazložio fizikalnu osnovu termografije. Objasnio je princip rada termografskog uređaja. Opisao je tehnike i alate za analizu termografskih snimki te primjenu termografije u elektrotehnici. Opisao je i postupak termografskog mjerenja.

31. PODGORELEC DARKO

iz Preloga, Trg slobode 12,
Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **VIZUALIZACIJA RASHLADNOG SUSTAVA STROJEVA ZA IZVLAČENJE ŽICE - LPT d.o.o.** obranio 17. 10. 2008. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom mr. sc. Marija Punčeca, dipl. ing.

U svom je radu pristupnik izradio sustav za vizualizaciju i nadzor rashladnog sustava strojeva za izvlačenje žice u pogonu firme LPT d.o.o. iz Preloga. Vizualizaciju i nadzor ostvario je WinCC Flexible softverom tvrtke Siemens. Opisao je sustav za nadzor i regulaciju, izradio je specifikaciju zahtjeva na sustav, funkcionalni dijagram sustava, popis opreme, listu signala potrebnih za vizualizaciju i nadzor te tehničku specifikaciju nadzornog računala. Definirao je i grafički dizajnirao pojedine ekrane i prikaze praćenja poruka. Izradio je programsku dokumentaciju vizualizacije i nadzora, tehničku specifikaciju PLC sustava, strujnu shemu te listu ulaza i izlaza PLC sustava. Obavio je ispitivanje i puštanje u rad sustava vizualizacije i nadzora.

32. JAKOPOVIĆ BRANIMIR

iz Preloga, Trg slobode 12,
Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **ODREĐIVANJE SKLOPNIH VREMENA NISKONAPONSKIH PREKIDAČA** obranio 17. 10. 2008. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom mr. sc. Miljenka Brezovca, dipl.ing.

U svom je radu pristupnik opisao princip rada, izvedbu i karakteristike niskonaponskih prekidača te je obradio njihove zaštitne funkcije. Osmislio je jednostavan sustav za prikupljanje procesnih podataka pomoću akvizicijske kartice i računala. Izradio je model za potrebe ispitivanja karakteristika niskonaponskih prekidača i povezivanje sa sustavom za prikupljanje podataka. Ispitao je karakteristike jednog niskonaponskog prekidača

(vremena uklopa i isklopa, istovremenost uklopa i isklopa po fazama). Definirao je protokol za ispitivanje niskonaponskih prekidača u laboratorijskim uvjetima.

33. BREZOVEC ŽELJKO

iz Varaždina, Zrinke Kunc 46,
Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **KOMUNIKACIJA LOGIČKOG MODULA LOGO! PREKO EIB I KONNEX STANDARDA** obranio 29. 10. 2008. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom Krunoslava Grudičeka, dipl.ing.

U svom je radu pristupnik izradio i opisao koncept za komunikaciju logičkog modula LOGO! preko EIB i Konnex standarda koji se koriste u automatizaciji u zgradarstvu. Ti se standardi koriste u realizaciji inteligentnih stanova, kuća i zgrada. Pristupnik je opisao KNX arhitekturu te izradio specifikaciju zahtjeva na sustav, funkcionalni dijagram sustava te popis opreme i tehničku specifikaciju sustava. Opisao je konfiguraciju LOGO! EIB/KNX sustava, rad u ETS 3 Professional latuu te karakteristike i rad s komunikacijskog modula EIB/KNX za LOGO!.

34. TUK DARIO

iz Novog Marofa, Kolodvorska 9,
Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **AUTOMATIZACIJA PREŠE ZA SIREVE U PREHRAMBENOJ INDUSTRIJI VINDIJA d.d.** obranio 31. 10. 2008. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom mr. sc. Marija Punčeca, dipl. ing.

U svom je radu pristupnik za upravljanje preše koristio PLC Siemens S7 224 i panel Siemens TP 177micro. Napisao je program za PLC za automatski i ručni rad, vizualizirao je panel za upravljanje svim funkcijama preše i za unos parametara o potrebnom tlaku za prešanje sireva. Panel je izradio u programu WinCC flexible.

35. BARTOLEC IVANA

iz Ljubešćice, Stjepana Radića 10,
Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **SIMULACIJSKI MODEL POSTROJENJA 35kV HE VARAŽDIN I DIJELA ELEKTROENERGETSKE MREŽE** obranila 27. 11. 2008. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom mr. sc. Miljenka Brezovca.

U svom je radu pristupnica opisala elektroenergetska postrojenja 35 Kv na strojarnici i brani HE Varaždin i sastavne dijelove elektroenergetske mreže 35kV TS Nedeljanec – HE Varaždin, strojarnica – HE Varaždin, brana - TS Vinica. Identificirala je parametre pojedinih elemenata promatranog sustava. Izradila je trofazni simulacijski model promatranog dijela elektroenergetskog sustava korištenjem odgovarajućeg programskog paketa. Opisala je standardne blokove koji se koriste za izradu simulacijskog modela te je odredila sve potrebne prioritete. Pomoću razvijenog simulacijskog modela proračunala je promatrani dio elektroenergetskog sustava za različita stanja mreže pod različitim opterećenjima.

36. ŠTEKOVIĆ DANIJEL

iz Gornje Voće, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **MODULARNA IZVEDBA USKOPOJASNOG MODEMA ZA KOMUNIKACIJU PREKO LINIJA NAPAJANJA S PRIMJERIMA KOMUNIKACIJSKIH PROTOKOLA** obranio 17. 12. 2008. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom mr. sc. Ivana Šumige, dipl. ing.

U svom je radu pristupnik projektirao i opisao PLC modem baziran na ST7540 kojim upravlja mikrokontroler PIC 16F876. Odvojni sklop prema mreži riješio je pomoću transformatora. Uređaj je izveo modularno: modul napajanja, modul mikrokontrolera, modul modema i modul testne pločice tako da se pojedini moduli mogu koristiti u različitim kombinacijama i s drugom namjenom. U svrhu komunikacije preko linija napajanja 220V, napravio je dva takva uređaja. Analizirao je neke od najčešćih protokola koje koristi PLC tehnologija. Napisao je programsku podršku za komunikaciju. Posebnu je pozornost posvetio detekciji početka prijema podataka s linija napajanja. Napisao je programe za jednostavan komunikacijski protokol i testirao ih pomoću ostvarenih modema.

37. KOREN MLADEN

iz Čakovca, Dr. Vinka Žganca 36,
Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **KOMUNIKACIJA PC RAČUNALA I MIKROKONTROLERA PREKO LOKALNE MREŽE** obranio 25. 03. 2009. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom mr. sc. Ivana Šumige, dipl. ing.

U svom je radu pristupnik opisao Ethernet i IEEE802.3 standard mrežne komunikacije. Projektirao je, opisao i realizirao komunikacijski uređaj baziran na Atmel-ovom ATmega8, AVR 8 bitnom mikrokontroleru i Microchip-ovom ENC28J60 Ethernet kontroleru. Uređaj je napravio modularno: modul napajanja, modul mikrokontrolera, Ethernet modul modema i modul s LED diodama (testna pločica), tako da se pojedini moduli mogu koristiti u različitim kombinacijama i za druge namjene. Izradio je električke sheme, montažne sheme i sheme štampanih pločica za sve module. Napisao je programsku podršku za komunikaciju te je testirao komunikaciju koristeći modul s LED diodama.

38. VLAH HRVOJE

iz Varaždina, Šemovečkih žrtava 64,
Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **RAZVOJ DSP ALGORITMA ZA OBRADU KARDIOFONSKOG SIGNALA** obranio 31. 03. 2009. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom dr. sc. Zlatana Ribića, dipl. ing.

U svom je radu pristupnik opisao fiziologiju rada srca i razloge generiranja vibracija/zvuka. Pomoću elektret mikrofona registrirao je kardiofonski signal. Analizirao je svojstva signala u raznim frekvencijskim područjima. Pronašao je optimalnu metodu poboljšanja omjera signal/smetnja te je razmotrio mogućnosti izrade jednostavnog instrumenta.

- 39. LUKAČEK DRAŽEN**
iz Virja Križovljanskog, Vrtna ulica 5,
Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **IZVEDBENA DOKUMENTACIJA ELEKTRIČNIH INSTALACIJA ZGRADE VELEUČILIŠTA U VARAŽDINU** obranio 02. 04. 2009. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom Krunoslava Grudičeka, dipl. ing.

U radu je pristupnik dao pregled postojećeg stanja i izvedbu električnih instalacija u zgradi Veleučilišta u Varaždinu, na lokaciji u Ulici J. Križanića 33. Na temelju izvedenog stanja, izradio je izvedbenu dokumentaciju električnih instalacija i proveo analizu istih s pripadnim proračunima.

- 40. BOROVIĆ BOŽIDAR**
iz Kućan Marofa, Marofska 42/1, Varaždin,
Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **TERMIČKI NADZOR ENERGETSKIH TRANSFORMATORA** obranio 02. 04. 2009. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom mr. sc. Miljenka Brezovca, dipl. ing.

U radu je pristupnik obradio zaštitne funkcije energetskih transformatora, posebno zaštitu od preopterećenja. Opisao je princip rada, izvedbu i karakteristike termičkog nadzora i zaštite energetskih transformatora. Osmislio je sustav za ispitivanje funkcionalnosti termičkog nadzora i zaštite energetskih transformatora. Izradio je modul za ispitivanje uređaja za termički nadzor i zaštitu u laboratorijskim uvjetima. Ispitao je karakteristike i funkcionalnost jednog uređaja za termički nadzor i zaštitu (provjera rada svih stupnjeva zaštite, provjera termičkog modela). Definirao je protokol za ispitivanje uređaja za termički nadzor i zaštitu energetskih transformatora u laboratorijskim uvjetima.

- 41. MRAZ DAVOR**
iz Koprivnice, Bjelovarska cesta 25,
Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **PRORAČUN SREDNJENAPONSKE DISTRIBUCIJSKE MREŽE I IZBOR ZAŠTITA** obranio 08. 06. 2009. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom mr. sc. Miljenka Brezovca, dipl. ing.

U svom je radu pristupnik opisao elektroenergetska postrojenja DP Elektra Koprivnica s naglaskom na distribucijsku mrežu 35kV. Opisao je sustav zaštite te primijenjene zaštitne uređaje. Objasnio je osnovne proračune elektroenergetskih mreža (tokovi snaga i kratki spoj). Prikupio je i identificirao parametre pojedinih elemenata promatranog sustava potrebnih za provođenje proračuna. Korištenjem dostupnih programskih rješenja za proračun distribucijskih mreža, proračunao je tokove snaga i kratki spoj. Osvrnuo se i na podešavanje zaštitnih uređaja. Izradio je upute za provođenje proračuna tokova snaga i kratkog spoja u obliku protokola za laboratorijsku vježbu.

- 42. HUDEK DAVOR**
iz Črešnjeva, Vinogradska 7,
Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **KOMPENZACIJA JALOVE SNAGE I ENERGIJE U ELEKTROSTROJARSKOJ**

ŠKOLI VARAŽDIN obranio 08. 06. 2009. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom mr. sc. Miljenka Brezovca, dipl. ing.

U svom je radu pristupnik objasnio pojam kompenzacije jalove snage i energije, princip rada uređaja za kompenzaciju, vrste kompenzacije te način određivanja snage uređaja za kompenzaciju. Objasnio je mogućnost dinamičke kompenzacije i princip rada regulatora faktora snage. Izračunao je kompenzacije u konkretnom slučaju (Elektrostrojarska škola Varaždin) - prikupio je podatke o trenutačno instaliranoj snazi instaliranih potrošača, odredio je ukupnu djelatnu i jalovu nazivnu snagu te odredio tip kompenzacije s obzirom na vrstu trošila. Izmjerio je struje u glavnom vodu s kompenzacijom i bez kompenzacije te ih usporedio s rezultatima proračuna. Odredio je karakteristike potrebnih sklopnih i zaštitnih uređaja. Objasnio je obračun troškova jalove energije prema važećem tarifnom sustavu. Analizirao je ekonomske opravdanosti ugradnje uređaja za kompenzaciju u Elektrostrojarskoj školi Varaždin.

- 43. MATOŠEVIĆ TVRTKO**
iz Sračinca, Varaždinska 99,
Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **IZRADA PROGRAMSKE PODRŠKE ZA USB KOMUNIKACIJU** obranio 10. 07. 2009. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom Mihaela Kukeca, dipl. ing.

U svom je radu pristupnik opisao način rada USB-a. Na razini korištenja izvornog koda dostupne knjižice za USB komunikaciju, opisao je softver koji se ugrađuje u mikrokontroler vanjskog uređaja te je dao opis softvera koji koristi računalo. Izradio je i opisao prototipni vanjski uređaj za USB komunikaciju.

- 44. HUNJADI NENAD**
iz Nedelišća, Pretetinec 186,
Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **STRUKTURNO KABLIRANJE** obranio 10. 07. 2009. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom Mihaela Kukeca, dipl. ing.

U svom je radu pristupnik pojasnio pojam strukturnog kabliranja te je naveo osnovna pravila strukturnog kabliranja. Opisao je i mrežnu opremu s naglaskom na pasivnu mrežnu opremu. Opisao je vrste kabela i standarde koji se na njih primjenjuju. Naveo je i opisao osnovnu podjelu računalnih mreža te standarde strukturnog kabliranja.

- 45. POLGAR IGOR**
iz Varaždina, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **SIGURNOST BEŽIČNIH LOKALNIH MREŽA** obranio 10. 07. 2009. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom Mihaela Kukeca, dipl. ing.

U radu je pristupnik opisao osnovne modele bežične komunikacije i uređaje koji se koriste. Naveo je i opisao osnovne pojmove sigurnosti bežičnih lokalnih mreža te moguće modele napada na bežične lokalne mreže. Objasnio je tehnologije i scenarije za podizanje sigurnosti bežične lokalne mreže. Opisao je i softverska rješenja i pakete koji se koriste za analizu sigurnosti bežičnih lokalnih mreža.

- 46. KRPETA NIKOLA**
iz Varaždinskih Toplica,
Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **RACIONALIZACIJA KORIŠTENJA ELEKTRIČNE ENERGIJE U INDUSTRIJSKOM POSTROJENJU** obranio 20. 07. 2009. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom mr. sc. Miljenka Brezovca.

U radu je pristupnik objasnio osnovna načela racionalnog korištenja električne energije. Opisao je konkretno industrijsko postrojenje i razvod električne energije u tom postrojenju te je analizirao dnevni dijagram opterećenja u postrojenju. Objasnio je princip kompenzacije jalove snage i energije te uštedu koja se na taj način ostvaruje. Spomenuo je uvjete opskrbe prema važećem tarifnom sustavu za industrijske potrošače priključene na SN distribucijsku mrežu. Također je objasnio tarifni model i moguće uštede u konkretnom slučaju.

- 47. VADAS TOMICA**
iz Draškovca, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **ASINKRONI KAVEZNI GENERATOR** obranio 21. 07. 2009. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom mr.sc. Branka Tomičića, dipl. ing.

U svom je radu pristupnik opisao princip rada asinkronog stroja. Objasnio je karakteristike rada kaveznog asinkronog generatora na krutoj i na vlastitoj mreži. Proučio je karakteristike asinkronog stroja koji se nalazi u laboratoriju za električne strojeve na VELV-u. Ispitivao je rad krute i vlastite mreže. Dobivene rezultate je razradio i odredio iznos kondenzatorske baterije za rad na vlastitoj mreži.

- 48. MOHARIĆ IVAN**
iz Goričana, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **GUBICI I ZAGRIJAVANJE ASINKRONOG MOTORA KOD NAPAJANJA IZ IZVORA PROMJENJIVOG NAPONA I FREKVENCIJE** obranio 21. 07. 2009. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom mr. sc. Branka Tomičića, dipl. ing.

U svom je radu pristupnik objasnio strukturu rada asinkronog stroja te vrste i princip rada pretvarača frekvencije. Opisao je utjecaj pretvarača na rad motora i naveo izvore gubitaka u stroju i metode za njihovo određivanje. Također je na stroju koji se nalazi u laboratoriju proveo ispitivanja kod različitih napona i frekvencija.

- 49. PIGAC ANDREJ**
iz Cirkovljana, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **BEZNAPONSKA PAUZA I AUTOMATSKO PONOVO UKLAPANJE ASINKRONOG MOTORA** obranio 21. 07. 2009. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom mr. sc. Branka Tomičića, dipl. ing.

U svom je radu pristupnik objasnio strukturu nadomjesne mreže asinkronog motora. Naveo je i opisao momentne karakteristike radnih mehanizama koji se najčešće susreću u praksi. Opisao je problematiku nestanka

napona i posljedice na motor te pojave koje nastaju nakon povratka napona. Načinio je matematički model motora i mreže u odgovarajućem programskom paketu. Obavio je simulaciju za određene karakteristične trenutke povratka napona na motor te analizu rezultata simulacije.

- 50. SAKALJ ANDRIJA**
iz Radovana, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **IZVEDBENA DOKUMENTACIJA LOKALNE ŽIČANE RAČUNALNE MREŽE ZGRADE VELEUČILIŠTA U VARAŽDINU** obranio 23. 07. 2009. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom Krunoslava Grudičeka, dipl. ing.

U radu je pristupnik opisao lokalne mreže i njihov razvoj kroz povijest, te elemente lokalnih mreža i postupke izvođenja priključaka i spajanja elemenata lokalnih mreža. Opisao je zahtjeve za izvedbu lokalnih mreža i organizaciju žičane lokalne mreže unutar Veleučilišta. Izradio je potrebne nacрте lokalne mreže za izvedbenu dokumentaciju u nekom od CAD alata te preostale dijelove potrebne za izvedbenu dokumentaciju lokalne mreže. Naveo je i prijedloge za poboljšanje izvedbe lokalne mreže na Veleučilištu.

- 51. GRADEČAK ZDENKO**
iz Varaždina, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **SCADA SUSTAV BAZIRAN NA WEB TEHNOLOGIJAMA** obranio 23. 07. 2009. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom mr. sc. Marija Punčeca, dipl. ing.

U svom je radu pristupnik opisao postojeće industrijske standarde u području upravljanja i vizualizacije sustava. Također je opisao tehnologije potrebne za izradu aplikacija (OPC, ActiveX, HTA, AJAX, PHP). Izradio je aplikacije za razmjenu podataka između PLC uređaja i web poslužitelja te korisničku aplikaciju za kreiranje sučelja za prikaz i unos podataka. Napisao je protokol za pokretanje aplikacija na poslužiteljskoj i korisničkoj razini.

- 52. KALŠAN ZORAN**
iz Preloga, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **PROGRAM PLC-a ZA HIDRAULIČKU AUTOMATSKU PREŠU 50t TEHNIX d.o.o. DONJI KRALJEVEC** obranio 23. 07. 2009. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom mr. sc. Marija Punčeca, dipl. ing.

U radu je pristupnik izradio PLC program za upravljanje hidrauličkom prešom za baliranje papira. Preša je upravljana relejnom logikom koju je nadomjestio PLC-uređajem SIEMENS S7-200 s odgovarajućim upravljačkim programom.

MULTIMEDIJA, OBLIKOVANJE I PRIMJENA ZAVRŠNI RADOVI do 30. 09.2009. g.

1. JOSIPA GREGUROVIĆ

iz Krapine, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **PERCEPCIJA ČOKOLADNE AMBALAŽE** obranila 17. 09. 2008.g. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom doc. dr. sc. Igora Zjakića.

U radu je pristupnica istraživala dizajn (boje) čokoladne ambalaže koji donosi rezultate o tome koja boja najviše privlači pozornost kod odraslih i kod djece. Pristupnica je napravila novi dizajn čokoladne ambalaže za mliječnu čokoladu, čokoladu s lješnjakom, čokoladu s jogurtom, čokoladu s lješnjakom i grožđicama, čokoladu s rižom te je na istom primijenila više boja. Na temelju dizajnirane ambalaže, provela je anketu na 16 kandidata različite dobi, spola i zanimanja.

2. KLOPOTAN IGOR

iz Varaždina, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **UTJECAJ LINIJATURE RASTERA I TISKOVNE PODLOGE NA KVALITETU OTISKA KOD TEHNIKE SITOTISKA** obranio 18. 09. 2008. g. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom Damira Vusića, dipl. ing.

U svom se radu pristupnik bavi problematikom utjecaja određenih parametara na kvalitetu procesa grafičke reprodukcije na primjeru tehnike sitotiska. Kao parametre odabrao je različite linijature rastera i različite tiskovne podloge. Rezultate je analizirao nakon otiskivanja testnog uzorka u različitim kombinacijama parametara.

3. VINKO MARKO

iz Hlapičine, Sv. Martin na Muri, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **PRIMJENA KOMPRESIJE VIDEOSIGNALA KOD ELEKTRONIČKOG SNIMANJA I POSTPRODUKCIJE VIDEO MATERIJALA** obranio 18. 09. 2008. g. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom mr. sc. Dragana Matkovića, dipl. ing.

U radu je pristupnik definirao osnovne postupke kompresije videosignala. Prikazao je područje primjene M-JPEG, MPEG-2, DV, DVCPRO digitalnih formata za kompresiju videosignala. Analizirao je i usporedio HDV, XDCAM, HDCAM/HDCAM SR, DVCPRO HD i AVCHD digitalne formate videosignala u HD rezoluciji. Analizirao je profesionalne, poluprofesionalne i kućne sustave za nelinearno editiranje (montažu) videosignala za potrebe elektroničkog novinarstva (ENG). Iznio je pregled njihovih mogućnosti unosa i iznosa video sadržaja u različitim digitalnim formatima i mogućnosti obrade različitih digitalnih formata istodobno i u stvarnom vremenu.

4. JAMBROŠIĆ NINO

iz Gornjeg Kraljevca, Vratišinec, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **RASVJETA I TEHNIČKA KVALITETA TV SLIKE MALIH I SREDNJE VELIKIH TV STUDIJA** obranio 18. 09. 2008. g. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom mr. sc. Dragana Matkovića, dipl. ing.

U radu je pristupnik definirao veličinu prostorija prema tehničkim uvjetima za akustiku, instaliranu snagu rasvjete i vrstu objektiva kamere malih i srednje velikih TV studija. Prikazao je rasvjetna tijela i njihove tehničke karakteristike, a opisao je i njihovo korištenje u pojedinim programskim zahtjevima. Pokazao je primjere rasvjete za emisiju vijesti, za razgovore od dva do pet osoba i kod upotrebe elektroničkog uezivanja (chroma key-a). Objasnio je probleme kod postavljanja rasvjete. Prikazao je noseće konstrukcije rasvjetnih tijela i njihov osnovni raspored kao i mogućnost upravljanja njima. Objasnio je postupak dizajniranja rasvjete za određene emisije, od planiranja do konačnih ugađanja u već definiranom studiju. Pokazao je na koji su način šminka i kostimografija vezani uz rasvjetu. Opisao je način rada s mjernom opremom kod konačnog namještanja tražene tehničke kvalitete TV slike prije i za vrijeme emisije. Za to je obradio nekoliko primjera studijskih emisija.

5. DOMINIK KENDEL

iz Ludbrega, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **ULOGA ACTIONSCRIPTA U IZRADI FLASH IGRE** obranio 17. 09. 2008. g. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom mr. sc. Marija Tomiše.

U svom se radu pristupnik bavio izradom kompleksne flash igre od početka pa do njene primjene. Igru je osmislio grafički i programski. Opisao je ActionScript (programski dio igre) koji je nevidljiv za krajnjeg korisnika. Pokazuje se da kreativnost nije rezervirana samo za dizajnere i umjetnike već je pisanje programskog koda također jedan vid kreativnosti.

6. VUKALOVIĆ LUCIJA

iz Varaždina, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **BOJE U INTERIJERU** obranila 17. 09. 2008. g. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom doc. dr. sc. Igora Zjakića.

U svom je radu pristupnica istraživala utjecaj boje u interijerima. Rad je trebao pokazati koje boje prevladavaju u interijerima i zašto, kako utječu na ljude i koje je boje najbolje primijeniti u određenim prostorijama.

7. TKALEC NIKOLA

iz Peklenice, Mursko Središće,
Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **WEB APLIKACIJE** obranio 17. 09. 2008. g. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom mr. sc. Marija Tomiše.

U svom se radu pristupnik bavio web aplikacijama. Objasnio je web aplikacije, njihov razvoj i vrste. Predstavio je razvoj Interneta te je objasnio funkcioniranje interneta i web aplikacija. Objasnio je sigurnost web aplikacija, definirao je interaktivnosti i zahtjeve web aplikacija.

8. BOŽIĆ TOMICA

iz Šemovca, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **UPRAVLJANJE PODUZEĆEM U MULTIMEDIJSKOM OKRUŽENJU** obranio 11. 08. 2008. g. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom izv. prof. dr. Nikole Mrvca.

U radu je pristupnik istražio načine i metode poslovanja suvremenih poduzeća u multimedijском okruženju te promjene uzrokovane eksponencijalnim porastom znanja. Spomenuo je novosti do kojih dolazi sve većom upotrebom multimedijских tehnologija kod različitih tipova poduzeća. Na temelju konkretnih primjera, prikazao je nastanak i razvoj poduzeća prilagođenih multimedijском okruženju.

9. TOMICA ZOBEC

iz Strahoninca, Čakovec,
Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **PROJEKT IZRADE RADNOG PRIRUČNIKA** obranio 11. 09. 2008. g. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom izv. prof. dr. Nikole Mrvca.

U svom je radu pristupnik definirao pojmove vezane uz oblikovanje tiskarskog proizvoda. Razradio je proizvodni proces prilikom izrade priručnika. Definirao je ciljeve koji se žele postići izradom pojedinog priručnika. Izradio je priručnike, opisao proces izrade priručnika te je analizirao pojedine segmente proizvodnog procesa.

10. ANDREJ BREGOVIĆ

iz Ivanca, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **KOMUNIKACIJSKI PLAN I PRIRUČNIK ZA INTERNU KOMUNIKACIJU** obranio 24. 09. 2008. g. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom Darija Čerepinka, dipl. ing.

U svom se radu pristupnik bavio problemom komunikacije unutar određene tvrtke, odnosno problematikom uvođenja novih tehnologija i obuke novih zaposlenika na radijskoj postaji. Izradio je priručnik za rad s tehnikom i upoznavanje zaposlenika s tehnologijom rada radio-postaje, a prema pravilima i teorijskim napucima interne komunikacije.

11. SANDRA FOTEZ

iz Radoboja, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **UTJECAJ DIZAJNA AMBALAŽE NA ZADOVOLJSTVO POTROŠAČA** obranila 24. 09. 2008. g. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom doc. dr. sc. Jasenke Pibernik.

U radu je pristupnica istražila na koji način dob, društveni status te spol determiniraju kupnju određene čokolade s obzirom na boju omota. Anketom je istražila utjecaj boje omota čokolade na kupnju u različitoj životnoj dobi. Pri tome je koristila kolorističke sheme koje kod potrošača izazivaju izvjesne osjećaje i raspoloženja.

12. MATEJA PAVLOVIĆ

iz Varaždina, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **MODNA FOTOGRAFIJA** obranila 26. 09. 2008. g. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom Marija Periša, dipl. ing.

U radu je pristupnica opisala povijesni razvoj fotografije te je predstavila važnije autore koji su obilježili određene epohe modne fotografije ili su utjecali na modne stilove. Analizirala je određene tehnike snimanja, korištenja opreme i rasvjete. Odredila je tematiku snimanja, osmislila koncept, modni editorijal, a fotografije je obradila u photoshopu (montaža, retuširanje, filteri, kontrast, color). Opisala je važnost i ulogu modne fotografije.

13. NIKOLA VOLARIĆ

iz Novog Marofa, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **FOTOREPORTERSTVO U MULTIMEDIJSKOM OKRUŽENJU** obranio 26. 09. 2008. g. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom Marija Periša, dipl. ing.

U svom se radu pristupnik bavi analizom fotografskih procesa, likovnošću fotografije, problematikom tehnike snimanja, interakcijom fotografije u multimedijском okruženju te izvedbom i analizom procesa snimanja naglašavajući autorski rad.

14. NIKOLA HRŽENJAK

iz Varaždina, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **PODVODNA FOTOGRAFIJA** obranio 26. 09. 2008. g. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom Marija Periša, dipl. ing.

U svom se radu pristupnik bavio analizom podvodne fotografije, problematikom tehnike snimanja, izvedbom i analizom procesa snimanja naglašavajući autorski rad.

15. VEDRAN STARČEVIĆ

iz Varaždina, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **PRILAGODBA CRM SUSTAVA OTVORENOG KODA POSLOVANJU MANJIH PODUZEĆA** obranio 26. 09. 2008. g. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom mr. sc. Vladimira Stanisavljevića, dipl. ing.

U svom je radu pristupnik opisao osnove CRM sustava i sustave otvorenog koda za web aplikacije. Opisao je platformu SugarCRM Community Edition. Napravio je testnu instalaciju i konfiguraciju te opisao moguće varijante instalacije. Prikazao je ugrađene mogućnosti SugarCRMa CE i razlike u odnosu na komercijalne inačice istog sustava. Analizirao je i objasnio mogućnosti proširivanja sustava SugarCRMa te je izveo module za proširenje istog.

16. PAVICA MIČUDA

iz Varaždinskih Toplica,
Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **ANALIZA SPORTSKE FOTOGRAFIJE U MEDIJIMA** obranila 27. 11. 2008.g. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom Marija Periše, dipl. ing.

U svom je radu pristupnica analizirala sportsku fotografiju, medije, tehnike snimanja, mogućnosti photoshopa u oblikovanju. Spomenula je i konačna rješenja pri izradi sportske fotografije naglašavajući autorski rad.

17. TEODOR PETRIČEVIĆ

iz Murskog Središća, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **UPOTREBA PROGRAMA OTVORENOG KODA U GRAFIČKOM DIZAJNU** obranio 27. 11. 2008. g. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom Damira Vusića, dipl. ing.

U radu je pristupnik prikazao povijesni razvoj, današnju primjenu te mogućnosti određenih programa otvorenog koda, s naglaskom na funkcije i alate koji su trenutačno u pripremi i razvoju. Istaknuo je i opisao ključne funkcije i alate svakoga pojedinačnog programa otvorenog koda. Spomenuo je ono što ih čini jedinstvenima na tržištu, koja rješenja nedostaju programu otvorenog koda te funkcije i alate u planu razvoja. Istražio je primjenu programa otvorenog koda u hrvatskim grafičkim studijima i tiskarama.

18. SOLINA IVANA

iz Jerovca, Ivanec, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **KRIZNI PRIRUČNIK: "OSNOVNI ELEMENTI I PRIMJENA"** obranila 04. 12. 2008. g. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom Darija Čerepinka, dipl. ing.

U svom je radu pristupnica objasnila komunikacijsku krizu, kako nastaje te teorijske postavke nastanka kriznih situacija. Predložila je potencijalne strategije izlaska iz krizne situacije, a na primjeru Veleučilišta u Varaždinu izradila krizni priručnik. U sklopu kriznog priručnika razradila je osnovne tehnike upravljanja krizom. Identificirala je krizni tim i njihove ovlasti, razradila je krizni scenarij te predložila neka rješenja takvih situacija.

19. COFEK JOSIP

iz Selnice, Mursko Središće,
Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **OBLIKOVANJE WEB STRANICA POMOĆU CSS-a** obranio 03. 04. 2009. g. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom mr. sc. Marija Tomiše.

U radu se pristupnik bavio oblikovanjem web stranica pomoću CSS stilova. Objasnio je kako pravilno oblikovati i pozicionirati elemente. U razradi teme analizirao je brojne primjere kako upotrijebiti CSS stilove i kako izbjegavati uobičajene pogreške. Cilj rada je bio uz što manje HTML i CSS koda napraviti funkcionalnu web stranicu.

20. GECI DAVOR

iz Ivanca, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **IZRADA KORISNIČKOG SUČELJA I INTERAKCIJA S BAZAMA PODATAKA POMOĆU VIRTUALNIH FORMI U VISUAL BASICU 6** obranio 03. 04. 2009. g. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom Igora Kosa, dipl. inf.

U radu je pristupnik opisao koncept virtualne forme, razine sustava virtualnih formi te model kreiranja virtualne forme. Objedinio je cjeline ostalih zahtjeva sustava sa sustavom virtualnih formi. Naveo je glavne osobine i prednosti Visual Basica 6 kao programskog jezika. Na aplikaciji za praćenje skladišta prikazao je konkretan primjer realizacije projekta pomoću sustava virtualnih formi u programskom jeziku Visual Basic 6.

21. ŠPENDIJA ANA

iz Globočeca, Ludbreg,
Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **UTJECAJ NOVIH MEDIJA NA UPRAVLJANJE PROMJENOM** obranila 13. 05. 2009. g. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom izv. prof. dr. Nikole Mrvca.

U svom je radu pristupnica na konkretnom primjeru prikazala različite vrste i pristupe upravljanja promjenama te na koji način su povezani novi mediji i upravljanje promjenama. Opisala je web 2.0. tehnologije i njene karakteristike te prikazala na koji način web 2.0 tehnologije utječu na poslovanje i upravljanje promjenama u multimedijском okruženju.

22. GABRIŠ IVAN

iz Kastava, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **USPOREDBA PREZENTACIJE INFORMACIJA U WEB I TISKANIM MEDIJIMA** obranio 23. 09. 2009. g. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom Darija Čerepinka, dipl. ing.

U svom je radu pristupnik usporedio informacije objavljene u web i u tiskanim medijima. Objasnio je kako se mijenjaju informacije u bilo kojem obliku, ovisno o mediju u kojem su prikazane. Utvrdio je po kojim se principima odvijaju promjene. Također je istražio prezentacije informacija u jednom dnevnom listu i njegovom web izdanju.

23. ZBODULJA MARTINA

iz Lepoglave, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **UTJECJ MEDIJA NA DJECU** obranila 23. 09. 2009. g. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom Darija Čerepinka, dipl. ing. Pristupnica je istražila utjecaj medija na djecu te je analizirala koje medijske sadržaje djeca najviše koriste i na koji način ih doživljavaju.

24. ZORKO MARKO

iz Varaždina, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **KONFERENCIJA ZA MEDIJE KAO ALAT KOMUNIKACIJE S KLJUČNIM JAVNOSTIMA** obranio 23. 09. 2009. g. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom Darija Čerepinka, dipl. ing.

U svom je radu pristupnik objasnio osnovnu teoriju odnosa s medijima. Definirao je što je konferencija za medije i kada je koristimo. Analizirao je „početno stanje“ na konkretnom primjeru. Definirao je cilj komunikacije. Odredio je komunikacijske kanale, pomoćna komunikacijska sredstva, zahtjeve za kreativna rješenja pomoćnih sredstava te je pripremio i proveo dobru komunikaciju.

25. HLEBEC ŽELJKA

iz Tuhovca, Varaždinske Toplice,
Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **NAČELA GRAFIČKOG DIZAJNA AMBALAŽE PROIZVODA** obranila 30. 09. 2009. g. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom doc. dr. sc. Jasenke Pibernik.

U radu je pristupnica istražila utjecaj boja i grafičkih komunikacija na ambalažu, načela grafičkog dizajna, faktore važne za uspješan izgled ambalaže, simbole, ikone i sl. Istražila je koji su ključni čimbenici povezani s dobrim dizajnom ambalaže te na koji način se može postići uspješan dizajn. Također je anketiranjem istražila zadovoljstvo potrošača dizajnom ambalaže određenih proizvoda.

26. VUKALOVIĆ NIKOLA

iz Oštrica, Novi Marof,
Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **OBLIKOVANJE VIZUALNOG IDENTITETA UDRUGE „SUNCE“** obranio 30. 09. 2009. g. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom doc. dr. sc. Jasenke Pibernik.

U radu je pristupnik oblikovao zaštitni znak/logotip udruge „Sunce“. Izradio je knjigu grafičkih standarda za definirani logotip udruge koja podrazumijeva varijante i aplikacije na podlogu, odnose veličina, sustav boja, tipografiju, aplikacije na osnovne tiskane materijale i internet stranicu uključujući oblikovanje predložka internet stranice.

PROIZVODNO STROJARSTVO ZAVRŠNI RADOVI do 30. 09.2009. g.

1. MARTINEZ VEDRAN

iz Varaždina, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **PRIOLOG REINŽENJERINGU PROCESA PROIZVODNJE NA PRIMJERU OBRTA „STROJOBRAVAR ČALOPEK“** obranio 09. 06. 2008. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom mr. sc. Živka Kondića, dipl. ing.

U svom je radu pristupnik predložio reinženjering procesa u poslovnom sustavu obrta „Strojbravar Čalopek“ kako bi se poboljšala organizacije rada i ukupna efikasnost. Opisao je poslovne procese i proizvodni program obrta. Snimio je postojeće stanje poslovnih i proizvodnih procesa s težištem na elementima organizacijske strukture. Analizirao je trenutno stanje te posebno specificirao i opisao uočene nedostatke postojećih službi i procesa. Predložio je reinženjering obrta kroz organizacijski ustroj i procesni pristup. Razloge reinženjeringa povezao je sa sustavom upravljanja kvalitetom i zahtjevima međunarodne norme ISO 9001.

2. ZORKOVIĆ DRAGAN

iz Nedelišća, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **PLANIRANJE, TEHNOLOGIJA I KONTROLA KVALITETE TEHNIČKOG PREGLEDA Saadkms-z VAGONA** obranio 15. 09. 2008. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom mr. sc. Živka Kondića, dipl. ing.

U radu je pristupnik opisao organizaciju rada i tehničke karakteristike vagona Saadkms-z. Razradio je tehnologiju održavanja vagona s podacima vezanim za pripremu, planiranje, dokumentaciju, realizaciju, alate i naprave, snimke vremena za pojedinu operaciju te ostale potrebne aktivnosti. Razjasnio je problematiku i ulogu dijagnostike u realizaciji tehničkog pregleda. Na kraju rada osvrnuo se na tehnologiju tehničkog pregleda vagona Saadkms-z radi usavršavanja postupaka i tehničkih pregleda ostalih vrsta vagona koje imaju ovakvo i slično održavanje.

3. NOVAK DUŠAN

iz Ivanovca, Čakovec, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **TEHNOLOGIJA ZAVARIVANJA SB ŽELJEZNIČKOG VAGONA ZA PRIJEVOZ KONTEJNERA** obranio 07. 10. 2008. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom prof. dr. sc. Ivana Samardžića, dipl. ing.

U radu je pristupnik opisao karakteristike osnovnog materijala od kojeg se izrađuje zavarena konstrukcija, te slijed proizvodnih i kontrolnih aktivnosti u izradi zavarene konstrukcije vagona.

Također je opisao automatsko MAG zavarivanje H nosača. Naveo je Procedure Qualification Record (PQR) i Welding Procedure Specification (WPS) za detalj zavarenog spoja na H nosaču.

4. LEČEK SINIŠA

iz Vratišinca, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **ZAVARIVANJE REZERVOARA VELIKIH GRAĐEVINSKIH STROJEVA POMOĆU ROBOTA ZA ZAVARIVANJE** obranio 07. 10. 2008. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom prof. dr. sc. Ivana Samardžića, dipl. ing.

U svom je radu pristupnik opisao tipove rezervoara, izgled i gabarite dimenzije odabranog rezervoara te slijed proizvodnih i kontrolnih aktivnosti u izradi odabranog reprezentanta-rezervoara. Također je opisao tehnologiju i aktivnosti na površinskoj zaštiti zavarene konstrukcije te je naveo moguće greške u izradi i metode kontrole kvalitete. Opisao je sustav za robotizirano zavarivanje MAG postupkom, analizirao je glavne troškove zavarivanja i ukupnu duljinu zavarenih spojeva i trajanje zavarivanja.

5. KUŠEN TOMISLAV

iz Trnovca, Republika Hrvatska.

Svoj je rad pod naslovom **PRINCIPI ODRŽAVANJA KOČNICA NA MOTORNIM VOZILIMA** obranio 19. 01. 2009. na Veleučilištu u Varaždinu, pod mentorstvom prof. dr. sc. Josipa Stepanića, dipl. ing.

U svom je radu pristupnik razradio metodologiju održavanja i ispitivanja kočnica motornih vozila za izvanredne i redovne tehničke preglede. Također je razradio vizualnu metodu provjere ispravnosti te je predložio postupke za otkrivanje eventualnih neispravnosti, odnosno oštećenja. Razmotrio je karakteristike frikcijskih materijala kočnica i kočne tekućine. Na temelju tih razmatranja predložio je rješenja sustava kočenja za osobna motorna vozila. Osvrnuo se na ABS sustav kočenja te na ispitivanje i dijagnostiku sustava.

ELEKTROTEHNIKA



Održavanje, montaža i instaliranje te servisiranje suvremenih sustava automatizacije i medicinske opreme

PROIZVODNO STROJARSTVO



Priprema proizvodnje, kontrola kvalitete
Vođenje suvremenih procesa proizvodnje
Održavanje strojeva, elementi konstrukcija

SESTRINSTVO



Medicinske sestre sa elementarnim znanjima i vještinama zdravstvene njege
Visoko obrazovane medicinske sestre u području upravljanja i rukovođenja

MULTIMEDIJA, OBLIKOVANJE I PRIMJENA



Grafički i web dizajn, priprema za tisak
Digitalna obrada videa i zvuka
Fotografska medijska produkcija

TEHNIČKA I GOSPODARSKA LOGISTIKA



Menadžment logistike
Dispozicija skladišta i transporta
Logistika unutar poduzeća

GRADITELJSTVO



Planiranje i projektiranje u graditeljstvu
Pripreme radnje i organizacija građenja
Odvijanje graditeljskih aktivnosti
Visokogradnja i niskogradnja