



VIŠA TEHNIČKA ŠKOLA - NIŠ

ZBORNİK RADOVA

COLLECTION OF PAPERS



NIŠ
2006.

SADRŽAJ

Anica Milošević, Dušan Stamenković, Miloš Milošević SAVREMENI ASPEKTI PRIMENE LASERSKE TEHNIKE U INDUSTRIJI	.....1
Boban Cvetanović, Miloš Ristić REPARATURA MAŠINSKIH DELOVA METALOK POSTUPKOM	.....5
Sladana Nedeljković STRUKTURNA SINTEZA ELEKTROMEHANIČKIH PREKIDAČKIH MECHANIZAMA VISOKIH PERFORMANSI	.....8
Anica Milošević, Miloš Milošević, Dušan Stamenković PREGLED ODBOJNIKA RAZLIČITIH KATEGORIJA KOD ŽELEZNIČKIH VOZILA	.....12
Danilo Oklobdžija, Dušan Spasić MERENJE NEELEKTRIČNIH VELIČINA ELEKTRIČNIM METODAMA	.....16
Slobodan Ristić METODIKA NASTAVE TEHNIČKOG CRTANJA SA NACRTNOM GEOMETRIJOM, MAŠINSKI ELEMENTI I I MAŠINSKI ELEMENTI II	.....20
Stamenković Živojin, Aleksandra Boričić NUMERIČKE SIMULACIJE STRUJANJA FLUIDA U PRVOM RADNOM KOLU VIŠESTEPENE NAPOJNE PUMPE	.....24
mr Nada Stojanović RAZVOJNI CIKLUSI AutoCAD-a	.....28
Miloš Ristić, Boban Cvetanović PARAMETARSKO PROJEKTOVANJE PROIZVODA PRIMENOM RAČUNARA	.....31
Marijana Davidović, Anica Milošević, Snežana Pejčić Tarle BENCHMARKING U SAOBRAĆAJU	.....35
Zoran Milivojević, Predrag Rajković, Milorad Mirković EKSPONENCIJALNI SINUSOIDALNI AUDIO MODEL	.....39
Mirko Kosanović KRATAK PREGLED BEŽIČNIH SENZORSKIH MREŽA	.....43
Петър Узунов, Боривое Милошевич ХАРМОНИЧЕН АНАЛИЗ НА МАГНИТНАТА ИНДУКЦИЈА ВЪВ ВЪЗДУШНАТА МЕЖДИНА НА ПОСТОЯННОТОКОВ МИКРОДВИГАТЕЛ	.....47
Zoran Veličković GENERALIZOVANA KROS-KORELACIONA METODA APLIKOVANA NA SIMULIRANIM SEIZMIČKIM SIGNALIMA	.....52
Zoran Milivojević, Predrag Rajković, Milorad Mirković REKONSTRUKCIJA NEUNIFORMNO SEMPLOVANOG SIGNALA	.....56

Dejan Blagojević, Dimitrije Stefanović, Ivan Stefanović NEKE SPECIFIČNOSTI FUNKCIONALNIH ZAVISNOSTI KOMPOZICIJA I NJIHOVIH PARAMETARA	.....60
Miloš Stojanović PRIMENA XML TEHNOLOGIJA U OKVIRU WEB APLIKACIJA	.....64
Slađana Milivojević, Zoran Milivojević ANALIZA VRS ALGORITMA PREDIKCIJE KOD LOW-POWER SISTEMA	.....68
Danijela Zlatković, Zoran Radović ZVUČNA IZOLACIJA PODOVA	.....72
Slobodan Mirković, Ljiljana Anđelković ŠIRI I UŽI IZBOR KOMPLEKSNE GRAĐEVINSKE MEHANIZACIJE ZA PROŠIRENJE TUNELA NA PUTU NIŠ-DIMITROVGRAD	.....74
Danijela Zlatković, Zoran Radović TEMELJENJE OBJEKATA NA RAZLIČITIM DUBINAMA	.....79
Momir Praščević, Violeta Stojanović INŽENJERSKI HARMONOISE MODEL ZA MAPIRANJE BUKE	.....81
Nataša Savić, Milica Cvetković METODA SUKCESIVNE APROKSIMACIJE I NJENE PRIMENE	.....85
Staniša Dimitrijević SOCIOLOŠKO-PRAVNI FAKTORI PREVENCIJE SAOBRAĆAJNIH NEZGODA	.....88
Sađana Živković MOTIVISANOST I OBRAZOVANJE REČI	.....93
Mirko Jakšić, Violeta Stojanović HELMHOLCOVA POSTAVKA PRINCIPA ODRŽANJA ENERGIJE	.....96
Milica Cvetković, Nataša Savić MATEMATIKA KAO NASTAVNI PREDMET I ULOGA MATEMATIČKIH ZADATAKA	...100
Slađana Živković ZNAČAJ ENGLESKOG JEZIKA U SVETU DANAS	...103

SAVREMENI ASPEKTI PRIMENE LASERSKE TEHNIKE U INDUSTRIJI
PRESENT ASPECTS OF LASER TECHNIQUE APPLICATION IN INDUSTRY

Anica Milošević, *Viša tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*
Dušan Stamenković, *Mašinski fakultet Aleksandra Medvedeva 14, Niš*
Miloš Milošević, *Mašinski fakultet Aleksandra Medvedeva 14, Niš*

Sadržaj - Nakon otkrića da se koncentrisanim snopom svetlosti na materijal bilo koje tvrdoće izaziva njegovo trenutno isparenje, došlo se na ideju da se laserom vrši obrada materijala. Od prvih lasera pa do današnjih dana laserska tehnika je mnogo napredovala, a uporedo sa razvojem lasera usavršene su različite obrade. Ovaj rad daje pregled savremenih aspekata primene laserske tehnike, sa posebnim osvrtom na primene u industriji, u cilju sagledavanja široke mogućnosti primene lasera u različitim oblastima života, nauke i tehnike.

Ključne reči: Laser. Bušenje. Sečenje. Zavarivanje. Termička obrada.

Abstract - After the discovery of the fact that concentration of light beam at a material, with whichever hardness, produces momentarily material evaporation, the idea of material treatment by laser is established. Since a first lasers until today, laser technique progress greatly and at the same time various manufactures are improved. Review of present aspects of laser technique application, with particular review of industrial application is presented in this paper, in order to recognize extensive possibilities of laser application in different areas of human life, science and technical.

Key words: Laser. Drilling. Cutting. Welding. Thermal treatment.

1. UVOD

Sve burniji razvoj nauke i tehnike omogućava projektovanje i izradu proizvoda na savremeniji i racionalniji način. Imajući jedini cilj da ide napred, da traži novo i ništa ne ostavi nerazjašnjeno, nauka postiže mnogo uspeha pred kojima ljudski um ostaje zadivljen.

Ne zadovoljavajući se postignutim rezultatima ni u kojoj oblasti, pa ni u delu obrade materijala tzv. konvencionalnim metodama obrade, pristupilo se iznalaženju novih i efikasnijih metoda. Te metode su dobile naziv nekonvencionalne ili specijalne metode obrade čija se primena sve više razvija, posebno u kombinaciji sa klasičnim metodama. Najefikasnija je u obradi materijala i delova koje je vrlo teško, ili nemoguće obraditi klasičnim obradnim sistemima. Razvoj nekonvencionalnih metoda obrade naročito diktira avionska, raketna i nuklearna tehnika, gde je potrebno koristiti materijale sa specifičnim svojstvima.

Jedna od najznačajnijih i široko primenljivanih nekonvencionalnih metoda obrade je obrada laserom. LASER je skraćenica od Light Amplifier by Stimulated Emission of Radiation (svetlosni pojačavač sa stimulisanim zračenjem). Izvanredne osobine laserske tehnologije našle su široku primenu u svim proizvodnim industrijskim granama.

2. ŠIROKA PRIMENA LASERA

Specifične osobine laserskog zračenja omogućile su široku primenu lasera. Laserom se tačno mogu izmeriti međuplanetarni prostori ili razdaljine između dva kontinenta. Hirurzi obavljaju najpreciznije operacije uništavajući bolesne ćelije laserom, a da pri tom ne oštete susedne zdrave ćelije.

2.1. Laseri u medicini

Laseri su našli primenu u raznim granama medicine: hirurgiji, onkologiji, dermatologiji, estetskoj hirurgiji, stomatologiji, oftamologiji.

Hirurgija. Fokusirano lasersko zračenje služi umesto hiruškog noža, pomaže koagulaciju krvi, pa se krvarenje znatno smanjuje. Rana od laserskog zraka brže zarasta u odnosu na ranu od noža. Sterilnost je bolja, rana je manja i zarasta sa manjim ožiljcima. Lasersko zračenje oko reza uništava samo par ćelija. U hirurgiji se koriste CO₂ laseri neprekidnog režima rada snage od 25 do 100W. Laser se koristi i pri lečenju opekotina transplantacijom kože.

Onkologija. Lasersko zračenje pomoću termičkog efekta deluje na tumor. Pri ozračivanju tumora kontinualnim zračenjem, temperatura tumora se penje na 100°C, a pri impulsnom na 200°C do 300°C. Do sada su laserska lečenja vršena uglavnom na spoljnim tumorima. U ređim slučajevima

primenom vođenog laserskog zračenja uz pomoć optičkog vlakna, vršena su ozračivanja tumora na bronhijama, debelom crevu i drugim organima.

Dermatologija. Za lečenje kožnih oboljenja, danas se koriste helijum-neonski, argonski i CO₂ laseri. Lečenje raka kože uspešno se vrši pomoću CO₂ lasera. Kao pravilo, recidivi posle laserskog lečenja se ne pojavljuju u periodu od šest meseci do pet godina.

Estetska hirurgija. Laserima poslednje generacije obvljuju se najatraktivnije plastične operacije: transplatacija kose, estetska operacija dojke, liposukcija, lifting lica, uklanjanje bradavica, mladeža i ostalih izraslina. Upotrebom lasera trajanje operacije i postoperativni period su smanjeni na minimum. Sa njim je postalo moguće raditi mnoge stvari nedostupne klasičnim postupcima: peglanje bora, brisanje staračkih fleka, itd.

Stomatologija. U novije vreme laser se dosta koristi za lečenje tkiva vilice. Lasersko zračenje je efikasno fizioterapeutsko sredstvo lečenja. U stomatologiji se koriste i helijum-neonski laseri sa optičkim kablom koji omogućava dovođenje laserskog zračenja do bilo kog mesta u ustima pacijenta.

Oftalmologija. Laserom se uspešno izvode bezkrvne operacije na oku, kao što je spajanje mrežnjače, ili operacija pri dijabetičkoj retinopatiji. Laserski zrak određenog inteziteta može prolaziti kroz prozračna tkiva oka, ne povređujući ih. Ova okolnost omogućava vršenje operacije na dnu očne jabučice, štedeći bolesnika mukotrpnih bolova. U očnoj hirurgiji koristi se rubinski laseri, a u praksu polako nalaze svoje mesto i argonski laseri.

2.2. Laseri u vojnoj tehnici

Osnovni nedostatak optičkih radara predstavlja širok dijagram usmerenosti, usled čega nastaju smetnje od susednih objekata. Da bi se optičkim daljinomerom izmerila daljina sa velikom tačnošću, baza mora biti velika. Uočavanjem nedostataka radarskog i optičkog daljinomera, nastao je laserski daljinomer. Laserski daljinomer je oslobođen svih ovih nedostataka. On ima veliku snagu signala, monohromatski i uzan snop, pa laserski daljinomer uz odgovarajuću modifikaciju može raditi kao altimetar, može određivati visinu nad zemljinom površinom.

Kod kosmičkih brodova razrađen je laserski sistem za vezu vazduh-zemlja. On omogućava vezu kosmičkog broda sa zemaljskom stanicom, pomoću laserskog zraka moguće je prenos govora i veze kroz omotač od plazme pri spuštanju broda na zemlju.

Za podvodno osmatranje i veze između susednih podmornica i brodova iskorišćen je laserski zrak. Kroz vodu se koriste laserski zraci sa učestanostima u plavo-zelenom delu spektra jer ih morska voda manja apsorbuje. Laserski snop se može iskoristiti za vođenje torpeda i drugih provodnih uređaja bez posade.

Laseri sa velikom energijom zračenja se koriste u sistemu protivrakete i protivvazdušne odbrane kao oružije za uništavanje protivničkih raketa i aviona. Osnovna prednost laserskog oružija u tom slučaju je: velika brzina rasprostiranja zračenja, koja je ravna brzini svetlosti tj. mnogo veća od brzine rakete, odsustvo rasipanja i gubitka pri

njegovoj primeni u kosmičkom prostanstvu, prostija zemaljska oprema.

Laser se koristi i kod sistema za navođenje projektila. Projektil se nakon lansiranja programskim uređajem uvodi u snop i drži u njemu za sve vreme leta do cilja. Posle susreta projektila sa ciljem, laser se koristi za navođenje ostalih projektila na druge ciljeve.

Lasersko oružije, pištolji, puške ili topovi, koje se koriste za uništavanje neprijateljske žive sile opremljeno je laserskim nišanskim sistemima za precizno gađanje. Ovim oružijem mogu se oštetiti oči. Snažno zračenje koncentrisano sočivom na očnu mrežicu izaziva na njoj povredu.

2.3. Razne primene lasera

Holografija. To je tehnika dobijanja prostranog lika predmeta zasnovana na interferenciji i difrakciji svetlosti. Za razliku od klasične fotografije kojom se registruje samo amplituda talasa, holografijom se zapisuje sve: karakteristike talasa - frekvencija, faza i amplituda. Sam proces se sastoji iz dva dela. Prvi je snimanje holograma, koji se objašnjava interferencijom talasa. Drugi je rekonstrukcija holograma, koja se objašnjava difrakcijom talasa, pri čemu se dobija trodimenzionalni lik predmeta.

Prenos informacija pomoću lasera. Kada se laserska svetlost modulira mogu se pomoću nje prenositi različite informacije. Ako se na modulator poveže mikrofon može se prenositi zvuk. Prenešene informacije u vidu datoteke podataka se mogu odsvirati/odslušati ili analizirati.

U širokoj primeni je **laser za čitanje bar kodova**. Laser je za ove potrebe nezamenjiv s obzirom na brzinu prenosa informacija kao i na neiscrpane mogućnosti elektronske obrade datoteke informacija.

Elektrofotografski (laserski) štampač. Elektrofotografski štampač je mašina za suvo fotokopiranje kojoj je dodat svetlosni izvor koji računar može da kontroliše (tipično laser). Zapravo, laser naelektriše fotokonduktivni doboš, a zatim ovo naelektrisanje raspoređuje suvi toner (specijalni prah) po papiru koji dalje prolazi kroz fazu fiksiranja. Dobra strana laserskih štampača je što obezbeđuju mešanje teksta i grafike na istoj stranici.

Primena lasera u zaštiti čovekove okoline. Specifične osobine laserskog zraka kao što su mogućnost podešavanja talasne dužine, koherentnost, monohromatičnost i veliki intenzitet tj. snaga omogućuju brojna merenja kao što su:

- Prisustvo gasova u atmosferi;
- Prisustvo aerosola u atmosferi;
- Metereološki parametri;
- Hemijski sastav;
- Osobine zemljine površine;
- Hemikalije u rastvorima;
- Atmosfera drugih planeta;
- Tela u vodi.

Ova merenja se mogu izvršiti sa velike udaljenosti. Za daljinska merenja postoje pasivni i aktivni laserski sistemi. Pasivni sistemi mogu da detektuju elektromagnetno zračenje koje emituje Sunce nakon njegove interakcije sa površinom zemlje, ili elektromagnetno zračenje koje emituje Zemlja. Aktivni laserski sistemi generišu sopstveno elektromagnetno zračenje nakon njegove interakcije sa objektom.

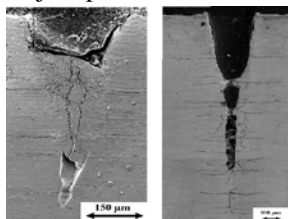
3. OBRADA LASEROM U INDUSTRIJSKE SVRHE

Odmah nakon otkrića da je laserski zrak koncentrisan na materijal bilo koje tvrdoće sposoban da izazove trenutno isparenje tog materijala, došlo sa na ideju da se laserom vrši obrada materijala. Industrijska laserska obrada raznovrsnih materijala se zasniva na termičkom dejstvu laserske svetlosti. Od prvih lasera pa do današnjih dana, usavršene su različite metode obrade materijala.

3.1. Lasersko bušenje

Lasersko bušenje je elementarna operacija laserske obrade i uvod je za sve ostale operacije. Zasniva se na stvaranju rupe tj. otvora u materijalu delovanjem fokusiranog laserskog zračenja pri čemu se materijal otklanja isparavanjem. Od gustine laserskog zračenja i latentne toplote isparavanja materijala zavisi količina isparenog materijala. Pri maloj gustini vrši se samo lokalno topljenje bez stvaranja otvora. Sa povećanjem gustine počinje isparavanje u centru svetlosne mrlje na materijalu i tečna mrlja se pomera na bokove i početak rupe, dakle stvara se inicijalna rupa. Povećanjem gustine raste dubina i prečnik rupe, a rastopljeni materijal sada ispunjava zidove rupe i stvara se venac rastopljenog materijala na površini (početku rupe). Po prestanku impulsa tečna faza materijala ispunjava deo rupe. Na osnovu količine isparenog materijala može se odrediti dubina rupe.

Rupa izbušena laserom je oblika konusa (slika 1.). Oblik, dubina i prečnik rupe zavise od energije impulsa, trajanja impulsa, žižne daljine sočiva (optičkog sistema za fokusiranje uopšte), efekta defokusacije (pomeranje površine obratka od fokusirajućeg sočiva). Dubina bušenja sa promenom energije impulsa menja se po eksponencijalnom zakonu, tako recimo bušenjem safira rubinskim laserom energijom impulsa od 2J i sočivom za fokusiranje žižne daljine od 30cm izbuši se rupa dubine 2mm dejstvom 10 impulsa, daljim povećanjem broja impulsa ne može se preći dubina od 3mm. Kratkim trajanjem impulsa od 0.5 ms do 1.5 ms dobijaju se rupe male konusnosti, dugim trajanjem istog (recimo 8ms) vrši se topljenje bez stvaranja rupe.



Slika 1. Rupa izbušena laserom

Pored ostalih u najvažnije nedostatke laserskog bušenja spadaju:

- ✓ teškoća dobijanja kvalitetnog otvora zbog stvaranja vena u vidu kratera na početku otvora;
- ✓ granule udaljenog materijala se raspršuju i talože oko zone obrade.

Kvalitet obrade karakteriše se:

- ✓ tačnošću obrade (greške dimenzija su 5% do 8%),
- ✓ malom hrapavošću (zavisi od režima obrade i karakteristika materijala).

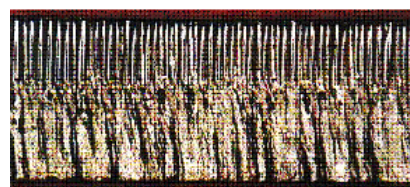
Lasersko bušenje se koristi za bušenje otvora malih prečnika (na sitima, dijafragmama, filtrima, iglama za injekcije, bušenje u tvrdim materijalima koja se klasičnim

putem ne mogu izvesti. Da bi počeli da bušimo laserom neophodno je znati: mogućnost fokusiranja lasera (do koje dubine), dužinu trajanja impulsa, energiju impulsa, prostornu raspodelu energije impulsa, koeficijent apsorpcije obratka, toplotnu provodljivost obratka i latentnu toplotu isparavanja.

Treba naglasiti da je ovo skup proces, ali nema kontakta alata i radnog predmeta, mala je zona termičkog uticaja, ekološki je čist proces, bez buke i vibracija.

3.2. Lasersko sečenje

Ovo je nesumnjivo oblast u obradi materijala koja je najviše napredovala. Proces laserskog sečenja čini bušenje rupe (objašnjeno u delu o laserskom bušenju) i pomeranje laserskog zraka ili obratka (sečenje ili glodanje) sa izgledom prikazanim na slici 2. Usmeren kroz sočiva za fokusiranje sa koncentrisanom energijom na prečniku ispod 0.25mm – što je snaga od milion vati – sposobna da ispari bilo koji materijal pred sobom.



Slika 2. Površina nakon laserskog sečenja

Ovaj postupak je izuzetno složen jer obuhvata: termohemijske, termofizičke, hidro i gasodinamičke, erozivne i dr. procese.

Postoje tri metode laserskog sečenja:

- ✓ Sa potpunim odstranjivanjem materijala duž linije razdvajanja (isparavanje i topljenje sa ograničenim isparavanjem);
- ✓ Sa delimičnim odstranjivanjem materijala duž linije razdvajanja (isparavanje materijala do određene dubine, i naknadnim odvajanjem materijala mehaničkim putem ili isparavanjem) – za sečenje metalnih slojeva na keramičkim podlogama i polimernih slojeva na metalnim podlogama;
- ✓ Bez odstranjivanja materijala duž linije razdvajanja (kontrolisanim lomljenjem u čvrstom stanju, pod mehaničkim dejstvom; i u toku zračenja laserom ili kontrolisanim lomljenjem u čvrstom stanju, pod mehaničkim dejstvom i po ozračenju laserom) – sečenje krutih materijala - stakla, poluprovodnika, keramičkih materijala.

Prednosti laserskog sečenja su:

- ✓ jaka toplotna energija snopa laserskih zraka na maloj površini (omogućuje: uzan i ravan rez, minimalni termički uticaj na strukturu materijala u zoni reza i minimalni termički uticaj na deformisanje obratka);
- ✓ bezkontaktni rezni alat (nema delovanja sila pa ni mehaničkih deformacija obratka, nema trošenja alata ni potreba za zamenom, seče materijal bez obzira na njegovu tvrdoću);
- ✓ visok stepen kontrole i upravljivosti (znači potpuna automatizacija i laka integracija u tehnološke sisteme i linije, neograničena mogućnost profilisanja);
- ✓ kratko vreme obrade (tj. povećana ekonomičnost);

3.3. Lasersko zavarivanje

Proces laserskog zavarivanja sadrži niz specifičnosti i prednosti u odnosu na druge tipove zavarivanja:

- mala širina zavarenog šava i mala zona toplotnog uticaja;
- mogućnost zavarivanja na teško dostupnim mestima i kroz prozirne prepreke;
- oštri i brzi termički ciklusi smanjuju zonu toplotnog uticaja i mogućnost stvaranja defekata;
- nisu potrebne vakuumske komore;
- magnetna polja ne unose smetnje;
- odsustvo mehaničkih kontakata, što omogućuje zavarivanje delova sklonih deformacijama;
- velika produktivnost;
- mogućnost zavarivanja materijala drastično različitih fizičkih svojstava;
- mogućnost istovremenog rada na više radnih mesta.



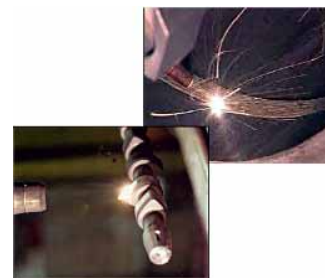
Slika 3. Lasersko zavarivanje cilindričnih delova

3.4. Laserska termička obrada

Termička obrada materijala površine metala snopom laserskih zraka zasniva se na: zagrevanju, topljenju i udarnom opterećenju. U zavisnosti od gustine laserskog zračenja i vremena njegovog dejstva ostvaruju se pojedini postupci površinskog otvrdnjavanja:

- ✓ Lasersko kaljenje;
- ✓ Lasersko usitnjavanje zrna strukture materijala;
- ✓ Lasersko pokrivanje površine dodatnim materijalom;
- ✓ Lasersko legiranje površinskog sloja,
- ✓ Lasersko otvrdnjavanje površine dejstvom udarnog talasa.

Najrasprostranjeniji postupak laserskog kaljenja obuhvata dejstvo laserskog snopa na površinu metala i slojevi ispod nje zagrevaju se do određenih temperatura, nakon izlaska laserskih zraka iz polja, obradak se hladi. Ovim postupkom tretiraju se čelici i čelični livovi određene dubine, koji se naglo zagreju iznad temperature austenizacije i vrlo naglo ohlade, dobijaju fino-zrnastu martenzitnu strukturu, koja daje povećanu otpornost na habanje i dinamičku izdržljivost. Pri dejstvu neprekidnog laserskog snopa na metal, najvažnije je određivanje zavisnosti dubine otvrdnutog sloja od parametara obrade, kao što su brzina kretanja laserskog snopa, njegova snaga i prečnik snopa. Otvrdnjavanje nastaje na kraju prelaza svetlosne mrlje iznad posmatrane tačke. Da bi se povećao koeficijent apsorpcije laserskog zračenja preporučuje se nanošenje apsorpcionih premaza.



Slika 4. Termička obrada kaljenja laserom

Lasersko kaljenje prikazano na slici 4 najčešće se primenjuje u slučajevima kada je radni komad složenog oblika i neujednačenog preseka i kada je površina koju treba kaliti mnogo manja od površine celog predmeta. Ova metoda je veoma efektivna za otvrdnjavanje sečiva alata.

4. ZAKLJUČAK

Od otkrića lasera do široke primene prošlo je jako malo vremena. Mogućnosti primene lasera su praktično neograničene. Zbog toga su ovi uređaji još uvek u žiži interesovanja naučnika. Relativno jednostavan princip rada i specifične karakteristike laserskog zračenja omogućavaju primenu u svim oblastima nauke i tehnike. Međutim, opasnost laserskog zračenja po čoveka ograničava primenu ovakvih uređaja u svakodnevnim ljudskim aktivnostima i zahteva edukaciju operatera laserske opreme.

Prednosti obrade laserom su:

- ✓ Vrlo jaka toplotna energija zraka skoncentrisana na maloj površini (uzan i pravilan rez, minimalni termički uticaj i deformacija);
- ✓ Snop laserskih zraka je bezkontaktni alat (nema delovanja sile, nema trošenja alata, seče sve);
- ✓ Visok stepen kontrole i upravljivosti;
- ✓ Povećanje kvaliteta i zaštite životne sredine.

Primena lasera ima i nedostatke:

- ✓ Nedovoljna ekonomičnost obrade;
- ✓ Tehnički problemi u primeni (laserska tehnika je još uvek nedovoljno poznata tehnika, komplikovana za rukovanje);
- ✓ Nedovoljna spremnost za investiranje;
- ✓ Velika nabavna cena.

Broj godišnje prodatih izvora laserskog zračenja je u stalnom porastu, a isto tako i oblasti u kojima laser nalazi primenu. Laser je jedno od čuda moderne nauke.

LITERATURA

- [1] D. B. Lazarević, M. R. Radovanović, *Nekonvencionalne metode obrade*, Mašinski fakultet Niš 1994.
- [2] M. Srećković, *Laserska tehnika*, Republički centar za talente iz prirodnih i tehničkih nauka 2002.
- [3] www.oxfordlasers.com
- [4] www.alspi.com
- [5] www.twi.co.uk
- [6] www.howstuffworks.com/laser.htm
- [7] www.kawasakirobotics.com

REPARATURA MAŠINSKIH DELOVA METALOK POSTUPKOM REPAIRING MECHANICAL PARTS BY METALOCK PROCESS

Boban Cvetanović, *Viša tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Miloš Ristić, *Viša tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*

Sadržaj – Metalok postupak je metod popravke svih naprslih, slomljenih i oštećenih delova od sivog liva, aluminijuma i čelika. To je postupak u kome se oštećenim komadima vraća početna čvrstoća ubacivanjem ključeva i drugih specijalnih komponenti od legure visoke čvrstoće i to na takav način da se slomljeni komadi drže zajedno.

Ključne reči: Reparatura. Metalok postupak.

Abstract – The Metalock process is the method of repairing all cracked, broken and damaged casting in cast iron, aluminium and steel. It is process in which the damaged piece is restored to its original strenght through the insertion of high strenght alloy keys and other special components in such a way that the crack pieces are locked together.

Key words: Repairing. Metalock process

1. UVOD

Metalok postupak predstavlja niz reparaturnih zahvata koji se koriste u popravci polomljenih i naprslih mašinskih delova od sivog liva, čelika i obojenih metala. Spajanje se vrši mehanički, bez korišćenja toplote – na hladno, a uz pomoć specijalnih elemenata za spajanje. Postupak je nastao još tridesetih godina prošlog veka na naftonosnim poljima Teksasa gde se javila potreba spajanja delova bez upotrebe plamena (toplote). Nakon Drugog svetskog rata postupak je prenesen u Evropu gde je našao primenu u popravkama mašina oštećenih ratom. U početku se postupak primenjivao samo tamo gde je elektrolučno zavarivanje davalo slabe rezultate (područje raznih sivih i čeličnih livova). Do početka devedesetih godina postojalo je nekoliko bitnih ograničenja za širu primenu postupka, a to su sporo instaliranje elemenata za spajanje, velika završna obrada kao i nepoznanice u vezi sa dubinom instaliranja elemenata. Takođe, elementi su širili prslina tako da spojevi često nisu bili zadovoljavajući. Danas se korišćenjem specijalnih elemenata za vezu izbegavaju svi ovi problemi. Godine 1953. formirana je Metalok organizacija (Metalock International Association - MIA) koja radi na daljem usavršavanju postupka jer sve veća opterećenost elemenata mašina postavlja i sve veće zahteve samom postupku .

S obzirom da se postupak izvodi bez unošenja toplote, znači da nema stvaranja nikakvih unutrašnjih napona i izazivanja strukturnih promena u zoni spoja. Elementi za spajanje čak vrše rasterećenje sa kritičnih tačaka preseka i obezbeđuju nizak koeficijent širenja u odnosu na osnovni materijal. Reparatura se najčešće vrši na licu mesta sa velikim uštedama u vremenu i demontaži. U većini slučajeva se ne zahteva naknadna mašinska obrada. Vrlo često se

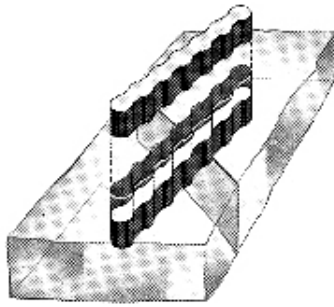
dešava da je novi kvalitet spoja bolji nego na početku eksploatacije jer elementi spoja koji se ugrađuju imaju mnogo veću tvrdoću, dinamičku čvrstoću, postojanost na visokim temperaturama i otpornost na agresivne materije u odnosu na osnovni materijal. Ovim postupkom se uspešno saniraju polomljeni i naprsli delovi čija je debljina od 6 do 250mm, kao i predmeti izloženi velikim termičkim naprezanjima.

2. ELEMENTI ZA SPAJANJE

Generalno pri metalok postupku tj. metalnom spajanju na hladno možemo koristiti sledeće tipove specijalnih elemenata: ključevi (locks), ploče (plate) i zavrtnji (pins).

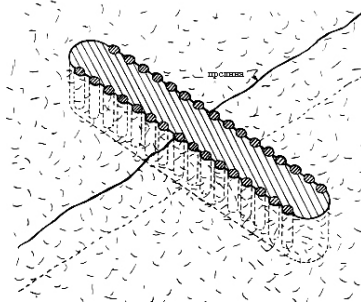
Primena određenog tipa elementa zavisi od toga da li je deo koji treba reparirati potpuno slomljen ili se na njemu javila prslina. U slučajevima potpunog loma neophodno je koristiti kombinaciju ključeva i ploča sa zavrtnjevima, dok se u slučajevima prslina mogu koristiti i samo zavrtnji. U slučaju zahteva nepropusnosti spoja i njegove velike sigurnosti treba koristiti kombinaciju elemenata.

Ključevi (slika 1) su izrađeni od specijalnog invar čelika koji ima visoku čvrstoću i korozionu postojanost. Formiraju se u obliku produžene osmice ili više spojenih cilindara. Izrađuju se postupkom valjanja ili presovanja. Ugrađuju se poprečno na pukotinu i imaju zadatak da je stabilizuju i spreče njeno dalje širenje.



Slika 1. Ključ

Ploče (slika 2) se koriste u slučajevima većih dinamičkih opterećenja i kada se zahteva velika krutost spoja. Različitih su dimenzija i oblika, a materijal se bira u zavisnosti od osnovnog materijala i uslova rada.



Slika 2. Ploča

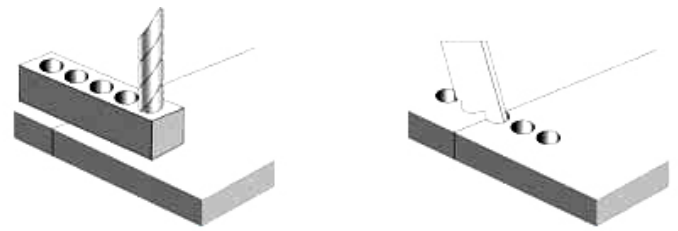
Zavrtnji (slika 3) se izrađuju u više različitih dimenzija i što se tiče prečnika i dužine navoja. Poseduju karakteristični navoj koji omogućava da pri uvrtnju zavrtnj ne širi pukotinu već, naprotiv, stvaranjem zatezne sile povlači osnovni materijal na zavrtnj i time vrši zatvaranje prsline.



Slika 3. Zavrtnj

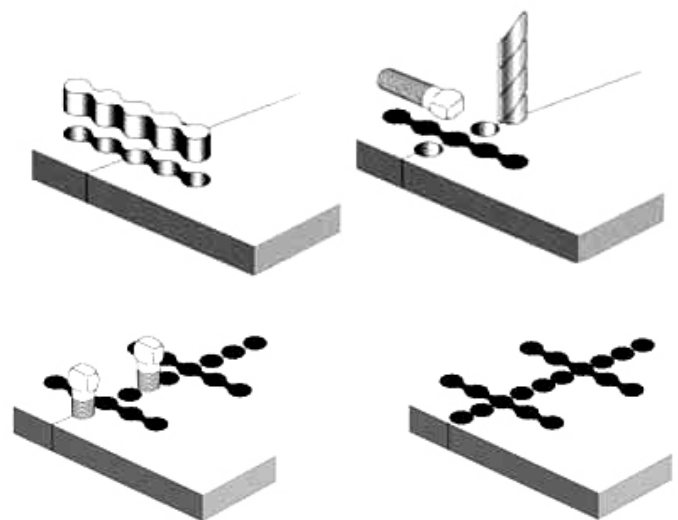
3. TEHNOLOGIJA METALOK POSTUPKA

Postupak počinje utvrđivanjem mesta i veličine loma odnosno prsline. Normalno na liniju loma (prsline) buše se rupe u određenim intervalima i na odgovarajućoj dubini. Kada su rupe izbušene prosecamo prostor za vratove ključeva tj. pravimo takozvano gnezdo (slika 4).



Slika 4. Bušenje rupa

Sledeći korak je utiskivanje i raskivanje ključeva. Raskivanje ključeva je važan zahvat jer od njega zavisi pouzdanost spoja. Dobro raskovan ključ je mehanički čvrst spoj sa osnovnim materijalom. Nakon ugradnje ključeva pristupamo izradi navojnih rupa i uvrtnju zavrtnja. Navojne rupe se prave na takvom rastojanju svaki sledeći zavrtnj zagriža u prethodni čime je obezbeđena nepropusnost spoja (slika 5)

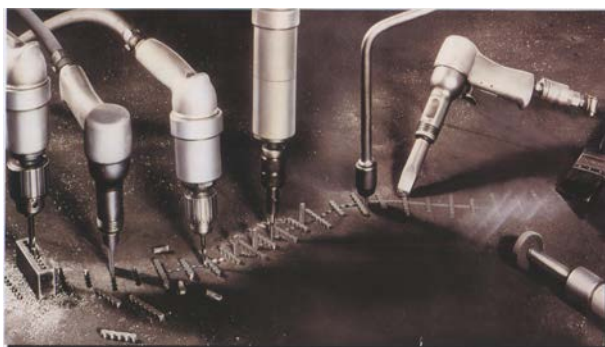


Slika 5. Ugradnja elemenata

Po završetku ugradnje spoj se prebrusi u ravni osnovnog materijala i prema potrebi zaštiti nekim od zaštitnih premaza, tako da se praktično ne vidi.

Treba napomenuti da je alat za obavljanje ovakvih popravki klasičan i čine ga bušilica, brusilica, čekić i alat za rezanje navoja. To znači da nema nikakvog dodatnog ulaganja u specijalnu opremu za reparaturu. Postupak mogu vršiti samo firme ovlašćene od strane proizvođača elemenata za spajanje, pri čemu treba naglasiti da se elementi spajanja ne mogu naći u slobodnoj prodaji. U našoj zemlji ovlašćena firma od strane MIA za obavljanje popravki ovim postupkom je ICI inženjering iz Beograda.

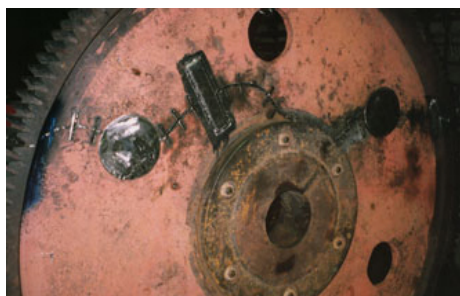
Ceo postupak popravke sa neophodnom opremom prikazan je na slici 6.



Slika 6. *Metalok postupak*

4. PRIMERI

U slučajevima potpunog loma kao što je slučaj slomljeni zupčanik prese (slika 7) neophodno je zbog dimenzija dela upotrebiti kombinaciju ploča, ključeva i zavrtnja.



Slika 7. *Spajanje polomljenog dela*

Korišćenjem ploče data je stabilnost i kompaktnost čitavoj konstrukciji, a zatim je ključevima izvršeno povezivanje polomljenih elemenata. I ploče i ključevi postavljeni su normalno na prslinu. Na kraju se, ukoliko se zahteva, postavljaju zavrtnji duž prsline.

U slučajevima pojave prsline na površini, kao na slici 8, reparatura se može izvesti i samo zavrtnjima koji se zatežu do pucanja i to tako blizu jedan drugom da se prsline potpuno zatvara. Na kraju postupka se spoj prebrusi, a po potrebi i prefarba.



Slika 8. *Spajanje prsline*

5. ZAKLJUČAK

Iskustveni podaci govore da se danas i dalje 80% popravki slomljenih ili naprslih delova pokušava izvesti postupcima toplog spajanja najčešće zavarivanjem. Razlog je nepoznavanje pa čak i nepoverenje u tehnologije spajanja na hladno bez obzira na nesumnjive kvalitete ovih postupaka. Ipak podatak da je jedan od vodećih proizvođača motora General Motors odobrio upotrebu metalok postupka u popravci delova motora (blokovi motora pa čak i cilindarske glave) govori da su ti postupci verovatno budućnost u reparaturi.



Slika 9. *Reparatura napuklog bloka motora bez demontaže*

LITERATURA

- [1] www.metallockint.org.uk
- [2] www.casting-repairs.com
- [3] www.ici.co.yu

STRUKTURNA SINTEZA ELEKTROMEHAĐIČKIH PREKIDAČKIH MECHANIZAMA VISOKIH PERFORMANSI

STRUCTURAL CONNECTION OF HIGH PERFORMANCE ELECTROMECHANICAL SWITCHING MECHANISMS

Slađana Nedeljković, Viša tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.

Sadržaj - U ovom radu je data strukturalna sinteza elektromehaničkih prekidačkih mehanizama, visokih performansi grebenaste sklopke, koji u svojoj osnovi imaju bregasti mehanizam, rotaciono u translatorno kretanje

Ključne reči: Strukturalna sinteza. Elektromehanički prekidački mehanizam visokih performansi

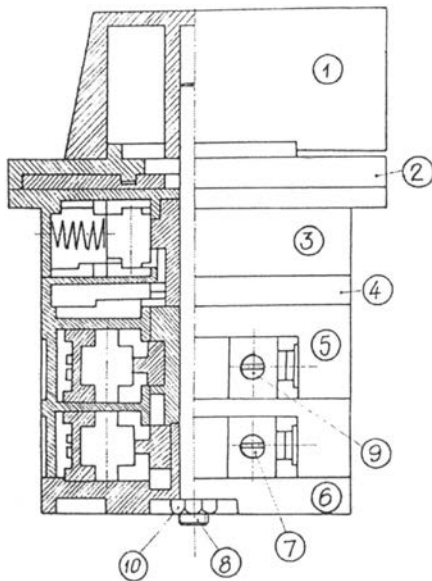
Abstract - In this paper is given structural connection for electromechanical switching mechanisms of high performances related to crested relay, which in its basic structure contain hilly mechanism, rotational to translatorial movement

Key words: Electromechanical switching mechanisms. Structural connection.

1. UVOD

Grebenaste sklopke su elektromehanički prekidači visokih performansi za nazivne struje od 10 do 630 A i odlikuju se savremenom konstrukcijom, dobrim električnim i mehaničkim svojstvima, različitim uglovima uključenja i estetskim izgledom. [1]

Sklopke treba da zadovolje uslove standarda: JUS N.K.5.012; JUS N.K.013 i IEC 408.



Slika 1. Elektromehanički prekidački mehanizam-sklopka

Prva etapa u projektovanju novog mašinskog sistema, odnosno njegovog funkcionalnog sklopa (podsistema) predstavlja izbor strukture mehanizma. Ovaj prvi korak

sinteze-strukturalna sinteza-prethodi dimenzionoj sintezi kojom se određuju geometrijske veličine od značaja za kinematiku mehanizma. [2]

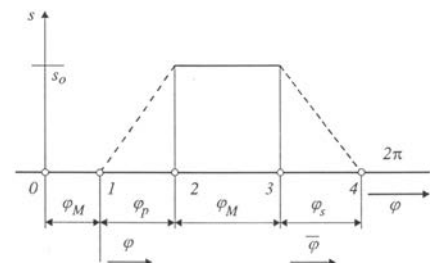
Ona obuhvata:

- izbor prenosne funkcije;
- izbor poluprečnika osnovnog kruga;
- konstrukciju profila bregaste ploče;

Pored kinematskih i dinamičkih karakteristika, na ove veličine utiču uslovi rada i mogućnosti ugradnje.

2. STRUKTURNA SINTEZA

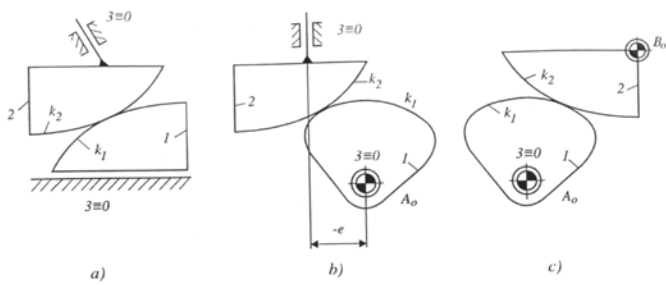
Prekidački mehanizam treba da ostvari prenosnu funkciju prvog reda $s(\varphi)$, koja je zadata intervalima uključeno (φ_u), u donjem mrtvom položaju, i isključeno (φ_i) u gornjem mrtvom položaju (slika 2).



Slika 2. Prenosna f-ja prvog reda

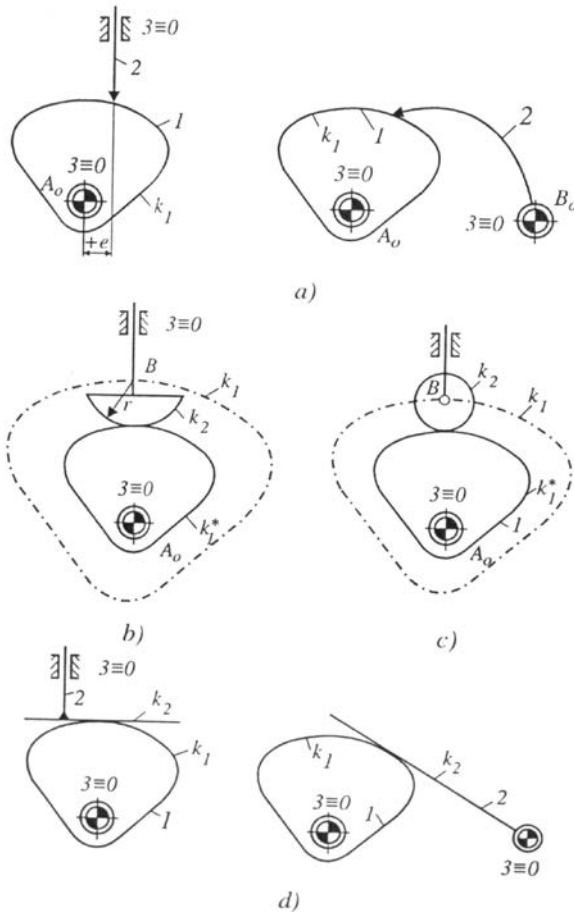
Ovakav tok prenosne funkcije prvog reda može biti realizovan bregastim mehanizmom (slika 3) kojima se transformiše:

- a) translacija u translaciju
- b) rotacija u translaciju
- c) rotacija u rotaciju



Slika 3. Realizacija prenosne f-je I reda a) b) c)

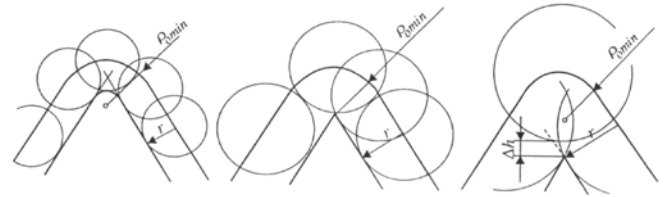
Kako je u ovom slučaju pogonsko kretanje ručno, povoljnija varijanta su mehanizmi b) i c), dok je za ostvarenje električnog kontakta povoljnije translatorno kretanje gonjenog člana. Gornji član može biti u obliku špica ($\rho_2 = 0$), pečurke ili točkića ($\rho_2 = const$) ili je tangenta ili profil brega ($\rho_2 = \infty$) sl.4.



Slika 4. Principi realizacije pogonskog kretanja

U slučaju veze pod a), b) i d) između pogonskog i gonjenog člana javlja se trenje klizanja dok je u slučaju pod c) trenje klizanja ugradnjom točkića zamenjeno kretanjem kotrljanja, što predstavlja povoljnije rešenje. Kako je njegovo rešenje skimplje moguće je u ovom slučaju preporučiti i rešenje sa pečurkom. Rešenje pod a) ostvaruju dodir stalno u jednoj tački što zbog trošenja materijala i koncentrisanog pritiska nije povoljno, dok rešenje pod d) u ovom slučaju iz konstruktivnih razloga ne dolazi u obzir.

Preporučeno rešenje (pečurka i točkić) neposredno utiče na izbor prenosne funkcije prvog reda. U oba slučaja neophodno je da minimalni poluprečnik krivine teoretske krive profila brega bude veći od poluprečnika točkića, odnosno pečurke (slika 5).

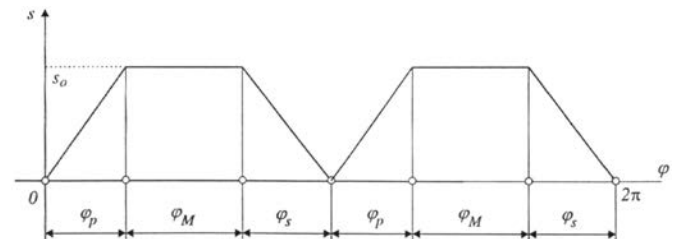


Slika 5. Preporučeno rešenje (pečurka i točkić) prenosne f-je I reda

Pri $r = \rho_{min}$, realni profil brega k_1^* ima špic, za $r > \rho_{min}$ javlja se gubitak hoda. Očigledno je da u periodu uključivanja φ_p (period podizanja klizača) i periodu isključivanja φ_s (period upuštanja klizača) u kojima se prenosna funkcija može birati, prenosna funkcija $s(\varphi)$ ne može biti linearna, jer se u tom slučaju na početku i kraju ovih perioda javlja špic.

Na osnovu ovih razmatranja strukturu prekidačkog mehanizma čino bi klizač sa točkićem i breg profila dobijenog na osnovu prenosne funkcije.

Zbog boljeg korišćenja prostora konstruktivno se izvode dva ciklusa u toku jednog obrta (slika 6).



Slika 6. Konstruktivno rešenje (dva ciklusa u toku jednog ispita)

3. IZBOR PRENOSNE FUNKCIJE

Od izbora prenosne funkcije zavisi kvalitet rada mehanizma. Prenosna funkcija bregastog mehanizma prekidača definisana je u periodu mirovanja (uključeno, isključeno). U periodu kretanja gonjenog člana (podizanje, spuštanje) prenosna funkcija se bira na osnovu dodatih kinematičkih i dinamičkih uslova. Kako jednačine prenosnih funkcija ne bi zavisile od veličine ovih perioda i hoda klizača, prelazne prenosne funkcije se normiraju (normalizuju).

Postupkom normiranja prenosne funkcije tekuće koordinate φ i $\bar{\varphi}$ kao i funkcije $s(\varphi)$ i $s(\bar{\varphi})$ se definišu u odnosu na njihove maksimalne vrednosti.

U principu kao normirane prenosne funkcije mogu se koristiti trigonometrijske i stepene funkcije (tabela 3.1).

	Normirana prenosna funkcija	C_v	C_a	C_j	C_M
prava polinom I-og stepena	$f(z) = z$				
Kvadratna parabola polinom II-og stepena	$z = 0 \dots 0.5 : f_1(z) = 2z^2$ $z = 0.5 \dots 1 : f_2(z) = 1 - 2(1-z)^2$				
Kubna parabola polinom III-eg stepena	$f(z) = 3z^2 - 2z^3$				
polinom IV-og stepena	$z = 0 \dots 0.5 : f_1(z) = 8(z^3 - z^4)$ $z = 0.5 \dots 1 :$ $f_2(z) = 1 - 8[(1-z)^3 - (1-z)^4]$				
polinom V-og stepena	$f(z) = 10z^3 - 15z^4 + 6z^5$				
polinom VI-og stepena	$z = 0 \dots 0.5 : f_1(z) = \frac{8}{3}(5z^3 - 15z^4 + 24z^5 - 16z^6)$ $z = 0.5 \dots 1 : f_2(z) = 1 - \frac{8}{3}[5(1-z)^3 - 15(1-z)^4 + 24(1-z)^5 - 16(1-z)^6]$				
polinom VIII-og stepena	$z = 0 \dots 0.5 : f_1(z) = \frac{8}{3}(7z^3 - 35z^4 + 112z^5 - 224z^6 + 256z^7 - 128z^8)$ $z = 0.5 \dots 1 : f_2(z) = 1 - \frac{8}{3}[7(1-z)^3 - 35(1-z)^4 + 112(1-z)^5 - 224(1-z)^6 + 256(1-z)^7 - 128(1-z)^8]$				
Sinusna linija	$f(z) = \frac{1}{2}[1 - \cos(\pi z)]$				
Bestehornova sinusna linija	$f(z) = z - \frac{1}{2\pi} \sin(2\pi z)$				
optimirana Bestehornova sinusna linija	$f(z) = z - \frac{1}{2\pi} \sin(2\pi z)$ $g(z) = z - \frac{0.134}{2\pi} \sin(2\pi z)$				
Momentno optimirana sinusna linija	$f(z) = z - \frac{1}{2\pi} \sin(2\pi z)$ $g(z) = z - \frac{0.41}{2\pi} \sin(2\pi z)$				

Tabela 3.1. Stepene i trigonometrijske prenosne funkcije (normirne).

Važna karakteristika za donošenje odluke o izboru, za dati slučaj, najpovoljnije prenosne funkcije su kinematske veličine koje su od uticaja na dinamičko ponašanje mehanizma:

1. Maksimalna brzina gonjenog člana $c_v = f'_{max}(z)$
2. Maksimalno ubrzanje gonjenog člana $c_a = f''_{max}(z)$
3. Maksimalna vrednost trzaja gonjenog člana $c_j = f'''_{max}(z)$
4. Maksimalna vrednost pogonskog momenta c_M koji se određuje kao maksimalni proizvod prenosne funkcije prvoga i drugoga reda [3]:

$$(f'(z) \cdot f''(z))_{max} = c_M$$

U zavisnosti od toga koja je od ovih veličina od značaja za ponašanje mehanizma, bira se na osnovu tabele 3.1 prenosna funkcija mehanizma.

Kako se u našem slučaju radi o ručnom pogonu osnovni kriterijum za izbor prenosne funkcije je statički moment koji direktno zavisi od prenosne funkcije prvog reda $f'_{max}(z)$. Iz tabele 1 vidi se da linearna prenosna funkcija ima najmanju maksimalnu vrednost $c_v = 1$. Međutim, kako linearna prenosna funkcija ne omogućava primenu izabranog bregastog mehanizma (pečurka, točkić), zbog gubitka hoda, za slučaj ručnog pogona moguće je izabrati momentno optimiranu sinoidu sa $c_v = 1.42$ i $c_M = 4.19$ ili kubnu parabolu $c_v = 1.5$ i $c_M = 3.46$.

Vrednosti kubne parabole prvog i drugog izvoda u f-ji parametra (Z) tab. 2.

z	$f(z)$	$f'(z)$	$f''(z)$	$f'(z) \cdot f''(z)$
0	0	0	6	0
0.1	0.028	0.54	4.8	2.592
0.2	0.104	0.96	3.6	3.456
0.3	0.216	1.26	2.4	3.024
0.4	0.352	1.44	1.2	1.728
0.5	0.5	1.5	0	0
0.6	0.648	1.44	-1.2	-1.728
0.7	0.784	1.26	-2.4	-3.024
0.8	0.896	0.96	-3.6	-3.456
0.9	0.972	0.54	-4.8	-2.592
1	1	0	-6	0

$$f(z) = 3z^3 - 2z^3$$

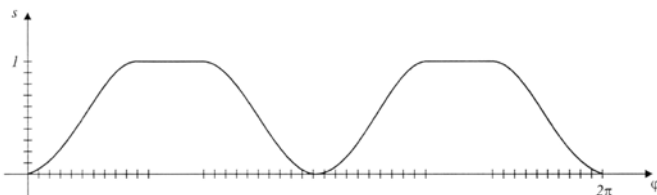
$$f'(z) = 6z - 6z^2$$

$$f''(z) = z - 12z$$

$$f'''(z) = -12$$

Tabela 2.

Na ovaj način dobili smo prenosnu funkciju definisanu na svim segmentima (slika 7)



Slika 7. Prenosna f-ja u svim segmentima kubne parabole

Vrednosti momentno optimalne sinusoidne linije (prvi i drugi izvod) za neke vrednosti parametra (z) prikazane su u tabeli 3.

z	$g(z)$	$g'(z)$	$g''(z)$	$g'''(z)$	$g'(z) \cdot g''(z)$
0	0	0.59	0	16.186	0
0.1	0.062	0.668	1.514	13.095	1.011
0.2	0.138	0.873	2.45	5.002	2.139
0.3	0.238	1.127	2.45	-5.002	2.761
0.4	0.362	1.332	1.514	-13.095	2.017
0.5	0.5	1.41	0	-16.186	0
0.6	0.638	1.332	-1.514	-13.095	-2.017
0.7	0.762	1.127	-2.45	-5.002	-2.761
0.8	0.862	0.873	-2.45	5.002	-2.139
0.9	0.938	0.668	-1.514	13.095	-1.011
1	1	0.59	0	16.186	0

$$g(z) = z - \frac{0.41}{2\pi} \sin(2\pi z)$$

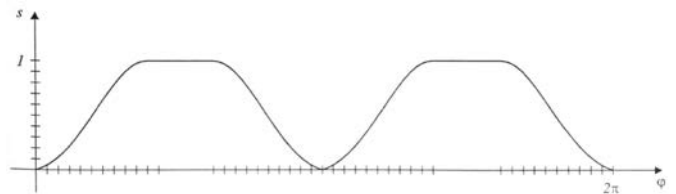
$$g'(z) = 1 - 0.41 \cos(2\pi z)$$

$$g''(z) = 0.82\pi \sin(2\pi z)$$

$$g'''(z) = 0.64\pi^2 \cos(2\pi z)$$

Tabela 3.

Na ovaj način dobili smo prenosnu funkciju definisanu sa svim segmentima (slika 8).



Slika 8.

4. ZAKLJUČAK

Grebenaste sklopke u svojoj osnovi imaju bregasti mehanizam koji vrši transformaciju rotacionog u translatorno kretanje. U ovom radu razmotrena su dva bregasta mehanizma sa različitim prenosnim funkcijama: jedan sa kubnom parabolom i drugi sa momentno optimiranom sinusnom linijom. Proučavaju se dva mehanizma sa različitim prenosnim funkcijama jer od pravilnog izbora prenosne funkcije zavisi kvalitet rada mehanizma.

Karakteristike dobijene za ove dve prenosne funkcije su približno iste. Prednost bregastog mehanizma sa momentno optimiranom sinusnom linijom je u tome što sintezom dobija nešto manji poluprečnik osnovnog kruga čime se postiže ušteda materijala i bolja mogućnost ugradnje. Međutim, kako se radi sa elastičnim gonjenim članom, zbog manjeg dinamičkog momenta povoljnije je koristiti bregasti mehanizam sa kubnom parabolom kao prenosnom funkcijom.

5. LITERATURA

- [1] Bakša A., Teorija mehanizma, PMF Beograd, 1983.
- [2] Burton P., Kinematics and Dynamics of Planar Machinery, Prentice-Hall inc., New Jersey, 1979.
- [3] Dittrich G., Braune R., Getriebetechnik in Beispielen, R. Oldenbourg Verlag, München/Wien, 1978.
- [4] Фролов К. В., Теория механизмов и машин, "Высшая школа", Москва, 1987.
- [5] Živković Ž., Teorija mašina i mehanizama - kinematika, Mašinski fakultet, Niš, 1992.

PREGLED ODBOJNIKA RAZLIČITIH KATEGORIJA KOD ŽELEZNIČKIH VOZILA REVIEW OF DIFFERENT TYPES OF BUFFERS AT ROLLING STOCK

Anica Milošević, , *Viša tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*
Miloš Milošević *Mašinski fakultet Aleksandra Medvedeva 14, Niš*
Dušan Stamenković *Mašinski fakultet Aleksandra Medvedeva 14, Niš*

Sadržaj - *Odbojnici predstavljaju osnovnu i odgovornu opremu železničkih vozila. Oni se koriste za održavanje međusobnog rastojanja železničkih vozila u vozu i njihove osobine su od odlučujućeg uticaja na prenošenje i smanjenje udarnih sila čime se utiče na stabilnost i bezbednost vožnje kod vuče vozova i u toku manevarskog rada. U ovom radu je dat pregled različitih postojećih tipova odbojnika teretnih železničkih vozila, kao i onih koji su još uvek u procesu istraživanja i razvoja, sa posebnim osvrtom na njihovu kategorizaciju u odnosu na vrednost maksimalne apsorbovane energije sudara.*

Ključne reči: Železnica. Odbojnik. Energija sudara.

Abstract –*Buffers represent the basic and responsible equipment of rolling stock. They are used for maintaining mutual distances between railway vehicles in a train and their characteristics are of crucial influence for transferring and reducing impact forces by which stability and safeness of railroading and maneuver are affected. In this paper it is given a review of different available types of buffers for freight cars as well as those that are still in processes of examination and development, with particular view to their categorization according to their maximal values of impact energy that can be absorbed.*

Key words: Railway. Buffer. Energy of impact.

1. UVOD

Odbojna i vučna oprema (Sl. 1) spadaju u osnovne i izuzetno odgovorne elemente železničkih vozila koji služe za međusobno povezivanje kola u vozu, odnosno kola sa lokomotivom. Tako, vučna oprema ima zadatak da prenese vučnu silu sa lokomotive na kola duž cele kompozicije voza, dok je funkcija odbojnika održavanje određenog rastojanja između vozila u vozu, smanjenje vučnih i odbojnih udarnih sila u toku kretanja voza i prilikom manevarskog rada sa pojedinačnim vagonima. Na taj način se utiče na smanjenje neravnomernosti sila koje se prenose na grudne grede železničkih vozila, a time i na ukupnu bezbednost. Neispravnost odbojnika ili sprezanje odbojnika različitih opružnih karakteristika mogu biti uzrok nestabilnog kretanja vozila, povećanog habanja elemenata ogibljenja i trčecog sklopa, kao i iskliznuća voza iz šina.

Tehničke karakteristike i uslovi ispitivanja odbojne opreme teretnih kola sa hodom od 105 mm definisane su u Objavi UIC 526-1 [1]. Tehničke karakteristike i uslovi ispitivanja odbojne opreme putničkih kola sa hodom od 110mm definisane su u Objavi UIC 528 [2]. Tehničke karakteristike i uslovi ispitivanja vučne opreme putničkih i teretnih kola definisane su u Objavi UIC 520 [3]. Tehničke

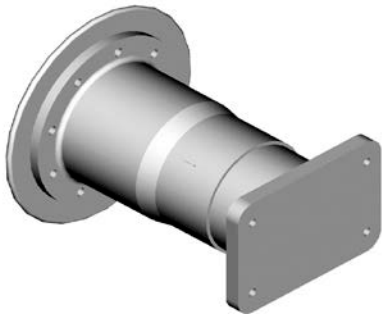
karakteristike i uslovi ispitivanja elastomernih komponenata za odbojnu i vučnu opremu date su u Objavi UIC 827 [4].



Slika 1. Odbojna i vučna oprema železničkih vozila

2. ODBOJNA OPREMA

S obzirom na funkciju, odbojna oprema je jedan od osnovnih i najodgovornijih elemenata železničkih vozila [5]. To je sklop koji ima veliki uticaj na mirnoću hoda železničkog vozila, odnosno na stabilnost kretanja kompozicije voza.



Slika 2. Odbojna oprema železničkih vozila [6]

Odbojnu opremu (Sl. 2) sačinjavaju odbojnici postavljeni simetrično po dva na oba kraja železničkog vozila (na grudnoj gredi) na osnovu rastojanju od 1750 mm jedan od drugog. Osnovne karakteristike odbojnika koje su od odlučujućeg značaja za smanjenje udarnih sila u vozu i toku kretanja i kod manevarskog rada su:

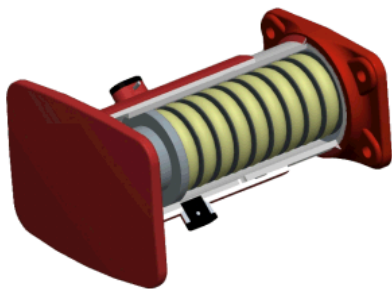
- sila odbojnika (sila koja deluje na ploču odbojnika),
- hod (ugib) odbojnika i
- akumulirani rad odbojnika (količina energije koju odbojnik može da apsorbuje).

Na železničkim vozilima danas se koriste razni tipovi odbojnika, kako po vrsti tako i po kapacitetu. Iskustveno je pokazano da oni u kompoziciji vagona treba da akumuliraju 75% od ukupne energije sudara, jer 25% energije apsorbuju konstrukcija vagona i sam teret. Najširu primenu imaju odbojnici sa prstenastom i gumeno-metalnom oprugom. U ovom radu će biti prikazan pregled različitih tipova odbojnika teretnih železničkih vozila od klasičnih sa čeličnim oprugama, preko onih kod kojih se koriste elastomeri kao opružni elementi, zatim hidrauličnih i upravljivih (mehatroničkih) odbojnika, do konačno odbojnika koji pored funkcije standardnog apsorbera elastičnog sudara imaju deo koji plastičnom deformacijom može da preuzme na sebe veliku količinu energije sudara pri vanrednim događajima.

Na osnovu dinamički akumuliranog rada kod teretnih vagona odbojnici sa hodom 105mm i silom 590kN svrstavaju se u kategorije A, B i C (UIC 526-1).

2.1. Odbojnici sa prstenastom oprugom

Čaurasti odbojnik koji kao elastični element u klasičnom kućištu ima prstenastu oprugu, iako obezbeđuje akumulirani rad koji pokriva samo kategoriju A, još uvek predstavlja jedan od najrasprostranjenijih tipova odbojnika u Evropi i na našoj železnici. Na našem tržištu, a takođe i u zemljama bivše SFRJ jedini proizvođač ovakvog tipa odbojnika je MIN Svrlijig koji ugrađuje prstenaste opruge proizvođača TOK Kalesija BiH i Ringfeder Nemačka.



Slika 4. Odbojnik sa prstenastom oprugom [6]

2.2. Odbojnici sa gumeno-metalnom oprugom

Gumeno-metalne opruge su, kao zamena za čelične prstenaste opruge kod odbojnika, uvedene u praksu sedamdesetih godina prošlog veka u firmi Avon – Spencer u Francuskoj. U okviru projekta „Razvoj gumeno-metalnih elemenata za železnička vozila“ finansiranom od strane Ministarstva za nauku i zaštitu životne okoline Republike Srbije pod br. TR6336, Mašinski fakultet Niš sa fabrikama MIN Svrlijig i Tigar - Tehnička guma Pirot razradio je i realizovao kompleksna ispitivanja u cilju izrade domaćeg odbojnika sa gumeno-metalnom oprugom (Sl. 5). Sklop gumeno-metalne opruge se izrađuje od metalnih nosača u obliku ploča, prstenova ili čaura, koji se vezuju sa gumom od prirodnih i sintetičkih kaučuka postupcima vulkanizacije ili presovanjem. Na taj način su u njima sadržane prednosti oba sastavna elementa: visoke sposobnosti ugiba i amortizacije gume i velika površinska opterećenja koja podnosi metalni deo čime se obezbeđuje mirniji hod, smanjenje buke i amortizacija udarnih opterećenja. Njihove osnovne prednosti u odnosu na prstenaste opruge su: niža cena, jednostavnija ugradnja, manja masa (šest puta manja za isti dimanički kapacitet), nema zamora materijala, ne rdaju, ne lome se i nema potrebe za podmazivanjem. Upotrebom ovih opruga kod odbojnika sa klasičnim kućištima obezbeđuje se akumulirani rad u kategorijama A i B. Osnovni nedostatak gumeno-metalnih opruga je nedovoljno pouzdan vek trajanja zbog starenja gume.



Slika 5. Gumeno-metalna opruga [7]

2.3. Odbojnici sa elastomer-metalnom oprugom

U odnosu na gumeno-metalne opružne elemente elastomerno-metalne opruge ne gube svoju elastičnost u toku vremena tako da se pri normalnim radnim uslovima predviđa njihov nešto duži vek trajanja u odnosu na gumeno-metalne opruge za koje se predviđa radna eksploatacija od 5 do 10 godina. Pored toga, mogu se primenjivati u širem temperaturskom opsegu od -60°C do $+80^{\circ}\text{C}$ i u različitim klimatskim uslovima, a takođe su otporniji i na hemikalije, masti, ulja i rastvarače, kao i na radijaciju i ultravioletno zračenje. Izuzetno su elastični i mogu da prime velika opterećenja pri malim pomeranjima. Najzastupljeniji elastomerni materijal su Arnitel - Thermoplastic PolyEther Elastomer (TPEE) (proizvođač DSM Engineering Plastics Holandija i TECSPAK - Thermoplastic Elastomer Compression Spring PACkage (proizvođač RMH Controls Amerika) od kojih se u firmama Durel GmbH Nemačka i Miner Amerika proizvode elastomer-metalne opruge koje se ugrađuju u kućišta klasičnih odbojnika (Sl. 6). Kao i odbojnici sa gumeno-metalnim oprugama i kod ovih se obezbeđuje akumulirani rad koji spada u kategorije A i B.



Slika 6. Odbojnik sa elastomer-metalnom oprugom [8,9]

2.4. Odbojnici sa hidrostatički sabijenim elastomerom

Odbojnici sa hidrostatički sabijenim elastomerom (Sl. 7) rade na principu kompresije odgovarajućeg tečnog elastomera (najčešće neka vrsta silikona) koji se nalazi u radnoj komori unutar kućišta kapsule. Usled dejstva sile pri sudaru dolazi do pomeranja klipa i smanjenja zapremine komore kapsule ispunjene elastomerom koji se hidrostatički sabija i tako prihvata energiju sudara. Nakon prestanka dejstva spoljašnjeg opterećenja akumulirana energija u elastomeru vraća sistem u početno stanje. Prednosti se ogledaju u izuzetno kompaktnom dizajnu, održanju polaznih karakteristika čak i u slučajevima dugotrajne neupotrebljenosti, jednostavne montaže, nepotrebnim naknadnim održavanjem, ostvarivanjem prednaprežanja elastomera bez spoljašnjeg dejstva u samom postupku montaže itd. U konstruktivnom pogledu kod ovih odbojnika postoji problem zaptivanja elastomera u komori sa pokretnim klipom. Za razliku od prethodnih tipova odbojnika kod ovih se obezbeđuje akumulirani rad koji ih svrstava u kategoriju C i pri normalnim uslovima eksploatacije njihov radni vek iznosi 5 – 10 godina. Najpoznatiji svetski proizvođači odbojnika sa hidrostatički sabijenim elastomerom su Jarret Francuska i Kamax Poljska.

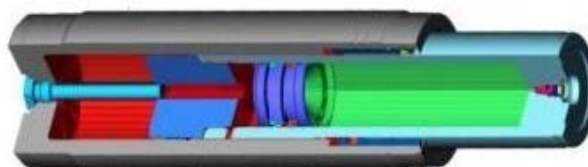


Slika 7. Odbojnik sa hidrostatički sabijenim elastomerom [10,11]

2.5. Hidraulični odbojnici

U trenutku sudara se kod hidrauličnih odbojnika spoljašnji klip naglo pomera kroz cilindar kapsule i dovodi do povećanja pritiska u hidrauličkom sistemu čime se automatski obezbeđuje dejstvo povratne sile na klip. U toku tog procesa ulje u radnoj komori se potiskuje velikom brzinom kroz prigušni otvor usled čega dolazi do prigušenja pritiska i rasterećenja, tako da se ostvaruje ravnomerno apsorbovanje energije sudara u toku kretanja klipa. Pod dejstvom pretočenog ulja unutrašnji klip se pomera prema glavi odbojnika i izaziva dodatno komprimovanje prethodno komprimovanog gasa u komori gasa unutar pokretnog spoljašnjeg klipa. Tako komprimovani gas deluje povratno

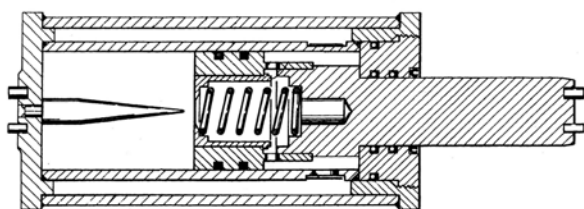
ostvarujući hidrauličnu oprugu koja se suprotstavlja kretanju klipa i vraća ga u početni položaj nakon sudara. Kada se spoljašnji klip kreće polako kroz cilindar ulje prolazi kroz prigušni otvor malom brzinom. Tada dolazi do neznatnog pada pritiska u ulju tako da se kretanju klipa suprotstavlja samo pritisak komprimovanog gasa. Time se obezbeđuje mek odziv pri malim brzinama sudara. Kao i prethodni tip odbojnika sa hidrostatički sabijenim elastomerom i prilikom ugradnje hidrauličnih kapsula (Sl. 8) ostvaruje se pri hodu od 105mm sila od 1000kN i minimalni akumulirani rad od 70kJ, što odgovara kategoriji C. Proizvođač ovakve vrste hidrauličnih kapsula koje se ugrađuju u klasične konstrukcije odbojnika je Oleo Velika Britanija.



Slika 8. Kapsula hidrauličnog odbojnika [12]

2.6. Mehatronički odbojnici

Kod odbojnika sa hidrauličnim apsorberom udara javlja se otpornost na sabijanje približno proporcionalna kvadratu brzine sabijanja, pa odbojnik nema potrebe da koristi celu dužinu svog hoda. Najveća brzina udara takvog odbojnika je jedino ograničena hidrauličnim pritiskom koji cilindar može da podnese, i barem dva puta je veća od maksimalno moguće brzine za odbojnik sa prstenastom oprugom. Međutim, i odbojnici sa hidrauličnim apsorberom udara imaju određene nedostatke. U slučaju sudara vagona čije se težine znatno razlikuju, brzina odbojnika može značajno da varira, pa se menja i otpornost na sabijanje ovih odbojnika. U praksi su se ovi odbojnici pokazali prikladnijim pre za dvoosovinske vagona, nego za četvorosovinske vagona. Kako usporenja realizovana sa ovim odbojnicima mogu biti veoma velika, razvijeni su odbojnici sa upravljivom brzinom. Kod kojih je iskorišćena prednost hidrauličkih apsorbera udara tako da oni koriste celokupni hod odbojnika za brzine sudara čak i do 2.5m/s, bez obzira na težine sudarajućih vagona. Tako su smanjene maksimalne vrednosti usporenja prilikom sudara, pa je i manja mogućnost oštećenja tereta ili vagona. Odbojnik sa upravljivom brzinom sadrži hidrauličnu kapsulu (Sl. 9) koja odgovara kućištu klasičnog odbojnika. Ona sadrži klip koji je teleskopski postavljen unutar spoljašnjeg cilindra. Unutrašnjim ventilom se upravlja brzinom, i to nezavisno od sile koje deluju na odbojnik. Ovaj ventil deluje na odbojnik tako da se on pokreće sa prethodno definisanom početnom brzinom koja se smanjuje usled jednoličnog usporenja. Početna brzina odgovara maksimalnoj brzini koja je dozvoljena prilikom operacije manevrisanja. Propusni zarez između klipa i cilindra dozvoljava fluidu da teče oko prigušnog ventila kada je prigušni ventil zatvoren. Ako bi brzina sudara bila veća od dozvoljene, ispuštanjem tečnosti kroz propusni prorez sprečava veliki porast pritiska hidraulične tečnosti. Površina propusnog zareza je zavisna od pritiska unutar odbojnika i položaja klipa relativno u odnosu na cilindar. Ovakvi mehatronički odbojnici se trenutno razvijaju u okviru istraživačkih projekata u vodećim svetskim naučnim centrima i još uvek nisu našli masovnu praktičnu primenu na železnici, pre svega zbog troškova koji prate njihovu izradu, a odnose se na deo upravljivosti i kontrole.



Slika 9. Kapsula mehatroničkog odbojnika sa upravljivom brzinom [13]

2.6. Odbojници sa delom za plastičnu deformaciju

Ovaj tip odbojnika za železnička vozila kombinuje u jednu celinu neki od standardnih odbojnika A, B ili C kategorije sa dodatnim delom u konstrukciji koja plastičnom deformacijom može da apsorbuje veliku količinu energije sudara. U svom nedeformisanom stanju oni imaju oblik klasičnih odbojnika (Sl. 10).



Slika 10. Odbojnik sa delom za plastičnu deformaciju u nedeformisanom stanju [14]

Ovakvi odbojnici mogu da apsorbuju 10 do 20 puta više energije sudara u odnosu na standardne odbojnike, kao i da podignu moguću relativnu brzinu sudara bez posledica na konstrukciju vozila i teret na preko 30km/h. Kada energija sudara nadvlada energiju koja može da se apsorbuje elastičnom oprugom, u trenutku kada je dostignut maksimalni hod sabijanja elastične opruge, ostvaruje se krut dodir odbojne ploče i konstrukcije dela za deformaciju koji je na pojedinim mestima oslabljen zarezima, tako da nadalje dolazi do njegove plastične deformacije (Sl. 11) u toku čega se nepovratno apsorbuje preostala energija sudara, pre nego bi se otpočelo sa oštećenjem konstrukcije vozila. U osnovne karakteristike ovih odbojnika spadaju sila pri kojoj počinje plastična deformacija od 1500kN, srednja deformaciona sila po odbojniku od 1125kN, maksimalna aksijalna deformacija (koja nastaje posle hoda elastične opruge) od 200mm, ukupan kapacitet apsorpcije energije sudara po jednom kraju vozila od 600kJ i ukupna masa od 127kg. U odnosu na klasične konstrukcije odbojnika bez pridodatog dela za plastičnu deformaciju kod njih se ispoljavaju znatna poboljšanja i prednosti. Smanjuju se troškovi popravke vagona nakon sudara što ubrzava povratak u eksploataciju. Povećava se zaštita tereta, naročito ukoliko se radi o opasnim teretima. Smanjuje se rizik od iskakanje vozila iz šina, naletanja jedan preko drugog i ostalih nekontrolisanih scenarija sudara. Izbegava se pojava oštećenja koja se teško otkrivaju u slučajevima lakših sudara. Silina udara može da se detektuje praćenjem markera deformacije koji se nalaze na odbojnicima. Kompaktna im je konstrukcija, male su mase u odnosu na količinu energije koja može da se apsorbuje, lake su montaža i demontaža. Da bi se ovim tipom odbojnika opremila stara vozila nije neophodna njihova modifikacija,

već se oni jednostavno montiraju na mesto postojećih odbojnika. Proizvođač koji je prvi otpočeo sa proizvodnjom ovog tipa odbojnika i čiji se proizvodi testiraju na nemačkoj železnici je EST - Eisenbahn-Systemtechnik GmbH Nemačka.



Slika 11. Odbojnik sa delom za plastičnu deformaciju u deformisanom stanju [14]

4. ZAKLJUČAK

U radu su opisana različita konstrukciona rešenja odbojne opreme železničkih vozila koja ima odgovornu funkciju u obezbeđivanju stabilnosti kretanja vozila u kompoziciji voza. Pregledom različitih tipova odbojnika sa prstenastom oprugom, gumeno-metalnom oprugom, elastomer-metalnom oprugom, hidrostatički sabijenim elastomerom, hidrauličnih i mehatroničkih odbojnika, kao i odbojnika koji imaju deo za plastičnu deformaciju, uočava se značajan napredak tehničkih rešenja i povećanje energije udara koja može da se apsorbuje pri sudaru. Ovakvo unapređenje je posledica sveopšteg razvoja tehnike, kao i povećanih zahteva, prvenstveno u oblasti bezbednosti, koji se postavljaju u modernom železničkom saobraćaju.

LITERATURA

- [1] Objava UIC 526-1 VE, Teretni vagoni - Odbojnici sa hodom 105 mm, 1998.
- [2] Objava UIC 528 OR, Putnička kola – Odbojnici za putnička kola, 1991.
- [3] Objava UIC 520 OR, Putnička i teretna kola – Vučna oprema, 2003.
- [4] Objava UIC 827-1, Tehnička specifikacija za nabavku elastomernih komponenata za odbojnu i vučnu opremu, 1990.
- [5] Stamenković, D., Tojagić, N., Peković, P.: "Odbojna oprema teretnih kola železnice Srbije", Zbornik radova XII naučno-stručne konferencije o železnici ŽELKON 06, Mašinski fakultet Niš, 2006.
- [6] Stojičić, M., Mijajlović, D.: "Ponašanje odbojnika različitih karakteristika pri sudaru", Zbornik radova XI naučno-stručne konferencije o železnici ŽELKON 04, Mašinski fakultet Niš, 2004.
- [7] Puletić, I., Marković, Z., Ćirić, Ž., Panajotović, S.: "Odbojnici i vučna oprema sa metalogumenom oprugom", Zbornik radova XI naučno-stručne konferencije o železnici ŽELKON 04, Mašinski fakultet Niš, 2004.
- [8] www.durel.de
- [9] www.minerelastomer.com
- [10] www.jarret.com
- [11] www.kamax.com.pl
- [12] www.oleo.co.uk
- [13] Danieli, Sten H.: "Velocity-controlled Railway Buffer", United States Patent, Patent number 5160123, 1992.
- [14] www.esystech.de

MERENJE NEELEKTRIČNIH VELIČINA ELEKTRIČNIM METODAMA MEASURING OF NONELECTRICAL MEASURES BY ELECTRICAL METHODS

Danilo Oklobdžija, Mašinsko Tehnička škola „15 Maj“ Niš
mr Dušan Spasić, Viša tehnička škola - Niš

Sadržaj – U radu su prikazani osnovni principi i praktične realizacije merenja neelektričnih veličina električnim metodama merenja. Kompleksnost problematike primene električnih metoda merenja na neelektrične veličine uslovljava interdisciplinarni pristup, tako da su pri razvoju i realizaciji ovakvih merno-informacionih sistema maksimalno integrisana ekspertna znanja iz oblasti mašinstva, elektronike, metrologije, komunikacija i informatike. Prikazane su karakteristike savremenih merno-informacionih sistema koji se danas sreću u industrijskoj automatizaciji. Detaljno je prikazan deo za merenje težine jednog merno-informacionog sistema koji se bazira na primeni programabilnog logičkog kontrolera (PLC) i softvera za supervizorsku kontrolu i prikupljanje podataka (SCADA).

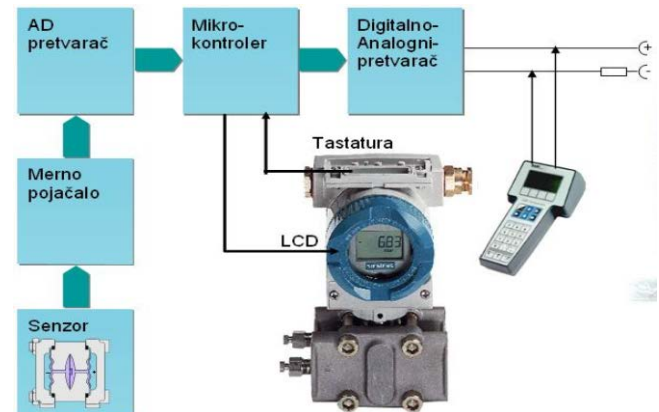
Ključne reči: Elektrometrologija. Merenje težine, PLC. SCADA. Senzor.

Abstract - This paper shows the basic principals and practical realization of measuring nonelectric measures using electrical methods. Complexity of applying electrical methods for measuring nonelectrical measures led to an interdisciplinary approach, so during the development and the realization of this kind of measurement information systems, expert knowledge from mechanics, electronics, metrology, communications and informatics was applied. The paper shows the characteristics of modern measurement information systems that can be seen today in industrial automatization. A weight measurement part, of a measurement information system based on applying Programmable Logical Controller (PLC) and software for Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA), is shown here in detail.

Key words: Electrometrology. Weight measuring. PLC. SCADA. Sensor

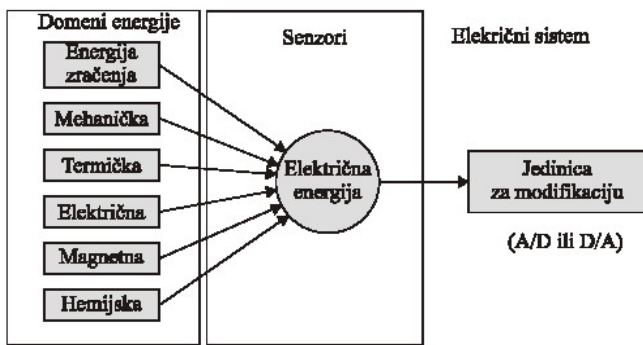
1. UVOD

Merenje je staro koliko i civilizacija i predstavlja jedan važan deo veze između čoveka i fizičkog sveta. Ono predstavlja proces prikupljanja informacija iz sveta koji nas okružuje. Burnim razvojem mernih instrumenata, metoda i tehnika merenja stvorena je posebna grana nauke koja se zove Metrologija (od grčkog metros-mera i logos – nauka). Najveći broj merenih veličina je neelektrične prirode. Merenje neelektričnih veličina kao što su temperatura, težina, protok itd. imaju veliki značaj u naučnoj i tehničkoj praksi, a posebno u industriji. Razvojem električnih metoda merenja otkriveno je novo, široko polje u razvoju metrologije. Danas se značajan deo metrologije upravo bazira na električnim metodama merenja neelektričnih veličina, taj je taj deo metrologije dobio zaseban naziv Elektrometrologija [1]. Da bi se koristile električne metode merenja, vrši se konverzija neelektričnih veličina u električne signale pomoću uređaja koji se opštim imenom zovu merni pretvarači. Merni pretvarači, inteligentni senzori, sadrže osnovni senzorski element, kolo za kondicioniranje signala, A/D konvertor i mikroprocesor. Inteligentni senzori mogu da budu programabilni i da primaju komande i šalju podatke o merenoj veličini. Primer jednog takvog mernog pretvarača je i Siemens-ov protočni ventil [2], čija je logička šema prikazana na slici 1.



Slika 1. Protočni ventil

Na osnovu teorije po kojoj je nosilac informacije masa ili energija, proizilazi da se informacija o merenoj veličini ne može dobiti ukoliko nema razmene energije ili mase između objekta merenja i senzora. Energija je dakle osnovni nosilac informacije, a poseban značaj ima električna energija, pre svega zbog lakoće manipulacije i primene računara. Sa stanovišta merene veličine svi vidovi energije mogu se grupisati u šest oblasti prikazanih na slici 2.



Slika 2. Vidovi energije koje pretvaraju merni pretvarači

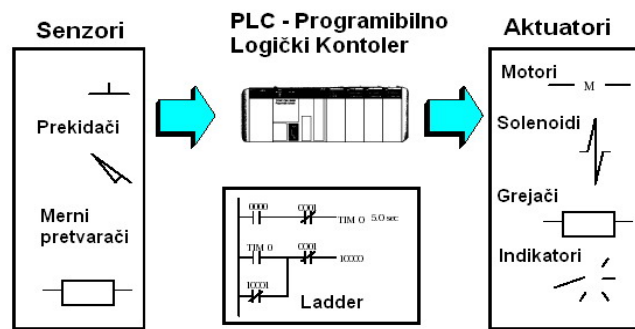
Dinamičan razvoj nauke, kao i sve strožiji zahtevi globalnog svetskog tržišta, stvorili su pretpostavke za realizaciju merno-informacionih sistema koji mogu prikupljati merne informacije i bez prisustva čoveka. To se posebno odnosi na nadzorno upravljačke sisteme vodjene računarima, kakvi se danas najčešće sreću u industrijskoj automatizaciji. Korišćenjem računara automatizuje se proces prikupljanja podataka i time omogućava prikupljanje veće količine podataka u relativno kratkom vremenu. Ukoliko je vreme odziva nadzorno upravljačkog sistema strogo determinisano tada govorimo o sistemima u realnom vremenu. Unapredjenje karakteristika merno-informacionih sistema primenom računara ogleda se u: optimizaciji komandi sistema, povećanju broja mernih tačaka, povećanju brzine odziva sistema i primeni inteligentnih senzora i modula za merenje širokog spektra fizičkih veličina bez obzira na njihovu prirodu.

2. ARHITEKTURA MERNO-INFORMACIONIH SISTEMA

Merno-informacioni sistem se definiše kao sistem koji ima mogućnost percepcije okruženja, donošenja odluka na bazi prikupljenih informacija, kao i izvršavanje odgovarajućih akcija. Iz same definicije uočavaju se i osnovni gradivni elementi merno-informacionih sistema:

- Sensori neophodni za prikupljanje informacija.
- Kontroleri tj. računari za donošenje odluka.
- Aktuatori tj. izvršni organi odgovarajućih akcija.

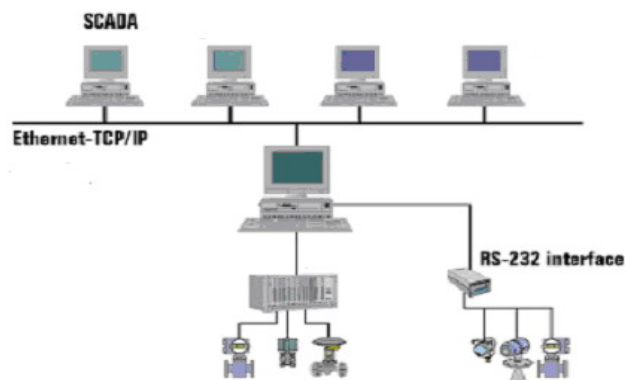
U zavisnosti od prirode signala koji nosi korisnu informaciju od senzora do izvršnih organa, razlikujemo analogne merno-informacione sisteme i digitalne merno-informacione sisteme[1]. Danas su uglavnom u upotrebi digitalni sistemi čije se prednosti u odnosu na analogne sisteme ogledaju u manjoj osetljivosti na smetnje, lakšem prenosu podataka na veća rastojanja i pre svega lakom primenom računara za obradu, pamćenje, prikazivanje i analizu prikupljenih informacija. Kod digitalnih merno-informacionih sistema prelaz u digitalni domen omogućen je primenom A/D konvertora čime se primena mikrokontrolera, PLC kontrolera i računara podrazumeva. Naravno time ne prestaje potreba za upotrebom analogne obrade signala ali se te funkcije sada minimiziraju. Na slici 3 prikazana je arhitektura jednog digitalnog merno-informacionog sistema.



Slika 3. Digitalni merno-informacioni sistem

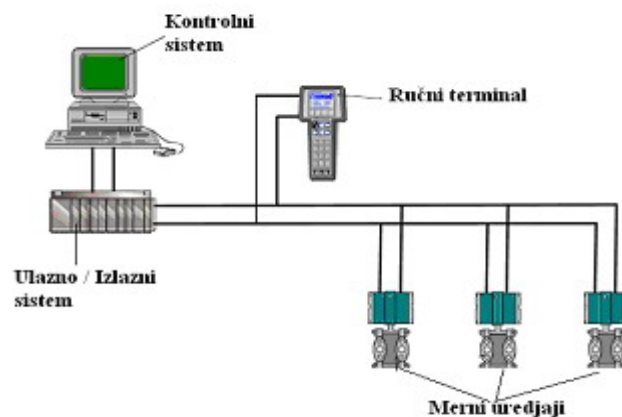
Sa aspekta organizacije hardvera merno-informacioni sistemi mogu se sistematizovati kao:

- Centralizovana rešenja, slika 4, najčešće bazirana na primeni PLC-a ili namenskih mikrokontrolerskih sistema. Koriste se kada je potrebno da svi merni podaci budu dostupni na jednom mestu, mada je moguće organizovati i hierarhisko prikupljanje podataka.



Slika 4. Centralizovano rešenje

- Distribuirana rešenja, slika 5, bazirana na inteligentnim mernim uređajima. Merni uređaji povezuju se sa upravljačkom jedinicom korišćenjem standardnih protokola kao što su FieldBus, ProfiBus [3] ili HART® [4]. Inteligentne izvršne jedinice mogu biti zasebne celine, ali dele istu magistralu sa inteligentnim mernim pretvaračima.

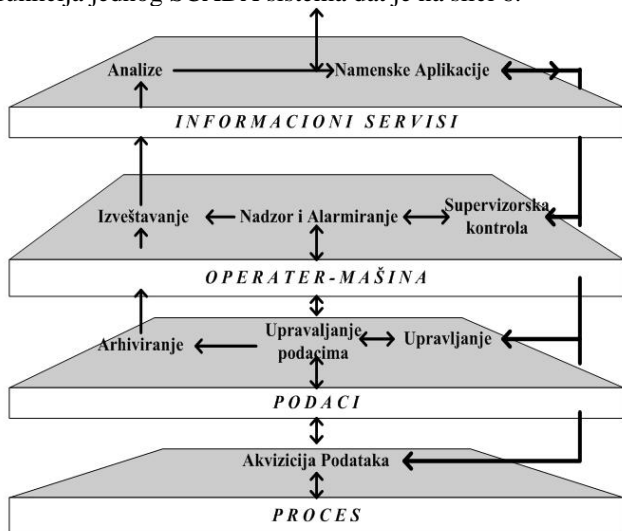


Slika 5. Distribuirano rešenje

Osnovna prednost distribuiranih rešenja je mogućnost lake nadogradnje i lakše održavanje sistema. S druge strane, centralizovana rešenja se lako konfiguriraju i imaju prostiju strukturu. Pri izboru tipa hardverskog rešenja mora da se vodi

računa o većem broju tehničkih, tehnoloških i ekonomskih faktora, te se često pribegava i nekim specifičnim rešenjima.

Ranija softverska rešenja uglavnom su bila specifična i odnosila su se za konkretan upravljački sistem. Danas se, međutim, sve više primenjuju SCADA sistemi (Supervisory Control and Data Acquisition) [5], [6]. Kod SCADA sistema većina funkcija je sistematizovana u određene module, što drastično skraćuje vreme razvoja aplikacije. Grafički prikaz funkcija jednog SCADA sistema dat je na slici 6.



Slika 6. Funkcije SCADA

Sa slike 6 može se uočiti da su u okviru SCADA sistema omogućene sledeće funkcije [7]:

- Akvizicija podataka tj. mogućnost prikupljanja podataka od različitih izvora, kao i mogućnost upravljanja izvršnim organima u procesu. Ove ulazno/izlazne funkcije u praksi se realizuju primenom PLC-ova ili primenom distribuiranih hardverskih rešenja.
- Upravljanje podacima se ogleda u mogućnosti manipulacije podacima u skladu sa funkcijama softvera.
- Veza čovek-mašina omogućava operatorima sistema da efikasno nadgledaju i upravljaju procesima. Zamenom tradicionalnih kontrolnih soba (punih instrumenata, signalnih sijalica i žica) sa jednim računarom olakšana je realizacija sledećih funkcija:

Nadzor tj. mogućnost prikaza procesa u realnom vremenu.

Supervizorska kontrola predstavlja mogućnost operatora da u realnom vremenu utiče na proces. To se postiže promenom vrednosti nekih od ključnih parametara procesa direktno iz računara.

Alarmiranje je mogućnost sistema da prepozna vanredne događaje, generiše odgovarajuće upozorenje, kao i da vodi evidenciju o tim vanrednim događajima.

Izveštavanje predstavlja mogućnost generisanja različitih izveštaja, kako o prikupljenim podacima, tako i o rezultatima njihove obrade. Ovi izveštaji mogu biti tabelarni ili u vidu grafikona. U cilju generisanja što boljih izveštaja savremeni SCADA softveri podržavaju standardne protokole za razmenu podataka kao što su DDE (Dynamic Data Exchange) ili ODBC (Open Database Connectivity).

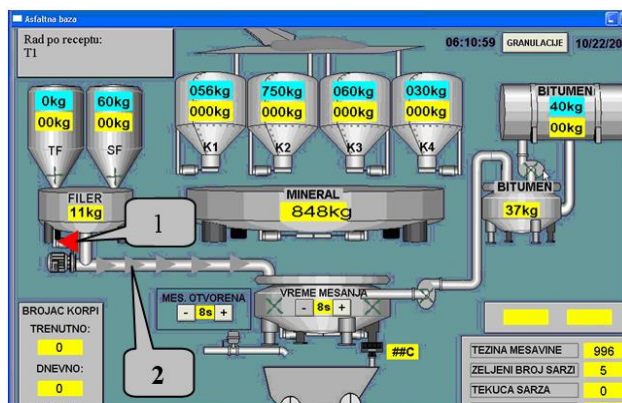
- Analiza predstavlja mogućnost integracije kontrolnog sistema u šire - integralne informacione sisteme. Time se

omogućava korišćenje namenskih aplikacija za merenje performansi sistema, ili za analizu ekonomske efikasnosti.

Za projektovanje i realizaciju dobrog merno-informacionog sistema za nadzor i upravljanje u industrijskim postojenjima neophodno je poznavanje tehnologije proizvodnje, mehaničkih i električnih karakteristika postrojenja kojima se upravlja, kao i poznavanje hardverskih i softverskih karakteristika savremenih upravljačkih sistema za industrijsku automatizaciju.

3. ODMERAVANJE TEŽINE KOD ASFALTNE BAZE.

Nakon potpune mehaničke i energetske rekonstrukcije u asfaltnu bazu Preševo uveden je i savremeni upravljački sistem. Preimenjeno je PLC centralizovano hardversko rešenje, kao i SCADA softver proizvođača OMRON [8]. Korišćenjem skript jezika realizovane su rutine, koje na osnovnom-nižem hijerarhijskom nivou omogućavaju akviziciju podataka, dok na višem hijerarhijskom nivou omogućavaju potpunu vizuelizaciju procesa u realnom vremenu. Izgled operatorskog terminala u trenutku odmeravanja prikazan je na slici 7.

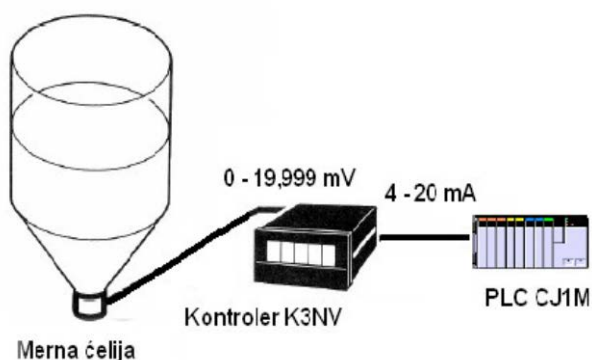


Slika 7. Doziranje punila kod asfaltna baze

Strelica broj 1 na slici (koja je na terminalu operatora crvene boje) označava da je izdata komanda za otvaranje vage punila, dok strelice broj 2 (na ekranu sive boje i blinkajuće) označavaju da je komanda prihvaćena.

Radom izvršnih organa asfaltna baze neposredno se upravlja ladder programom razvijenim i realizovanim za PLC serije CJ1M. Pomenuti PLC pored CPU jedinice sadrži i module za kontrolu digitalnih ulaza-izlaza, modul za analogne ulaze i modul za analogne izlaze. Ladder program je organizovan po sekcijama koje odgovaraju pojedinim tehnološkim podprocesima. U sekciji odmeravanja razvijenog ladder programa realizovano je adaptivno upravljanje kojim se određuje tačka prekida dotura materijala na vagu uzimanjem u obzir greške iz predhodnog merenja.

Za odmeravanje težina (minerala, punila i bitumena) u asfaltnoj bazi Preševo primenjen je kontroler K3NV [9] i modul za analogni ulaz PLC kontrolera, kao što je prikazano na slici 8.



Slika 8. Odmeravanje težine

Korišćene merne ćelije pomoću Vinstonovog mosta, sa jednim promenljivim otpornikom, pretvaraju fizičku veličinu težine opsega 0 – 100 kg, u napon opsega 0 – 19,999 mV. Zbog toga je od izuzetnog značaja da se mehanički prenosni odnos vage prilagodi maksimalnoj težini koju ta vaga treba da meri.

Jedna od uloga kontrolera K3NV je da lokano indicira težinu na svom displeju, pri čemu prikazana težina linearno zavisi od ulaznog napona, a funkcija zavisnosti definiše se postavljanjem vrednosti u dve tačke. S druge strane K3NV kontroler šalje stuju opsega 4 – 20 mA alognom ulaznom modulu PLC-a. Zbog toga se u kontroleru definiše i funkcija linearne zavisnosti izlazne struje od lokalno prikazane težine. Za modul analognog ulaza PLC-a struja 4 - 20mA je ualzna struja koju on transformiše u digite (u konkretnom slučaju 0 - 4096 tj. dvanaestobitna A/D konverzija). Stoga je neophodno je definisati odgovarajući prenosni odnos u ladder dijagramu PLCa ili skript rutinama SCADA softvera. U konkretnoj realizaciji to se definiše u postupku baždarenja vage, kada se za svaku vagu definišu prenosne karakteristike kontrolera K3NV u dve poznate tačke, kao i maksimalni i minimalni broj digita koji odgovaraju mernom opsegu vage. Na slici 9 prikazan je dijalog SCADA koji omogućava unos potrebnih podataka prilikom baždarenaj vage.

Slika 9. Dijalog kod baždarenaj vage.

4. ZAKJUČAK

Primena osnovnih principa i metoda Elektrometrologije omogućava merenje širokog spektra fizičkih veličina. Merenje neelektričnih veličina je primarni zahtev kod većine nadzorno upravljačkih sistema, koji se danas sreću u industrijskoj automatizaciji. Prikazano rešenje za odmeravanje

težine samo je jedan konkretan primer merenja neelektričnih veličina električnim metodama. Merenje težine je uz merenje temperature jedna od najčešće razmatranih problematika. Prikazano konkretno rešenje pokazuje svu kompleksnost problematike i neophodnost multidisciplinarnog pristupa merenju različitih fizičkih veličina. To se pre svega odnosi na integraciju ekspertskih znanja iz oblasti mašinstva i elektronike tj. mehatronike[10].

Velike mogućnosti SCADA softvera ističu značaj informacionih i komunikacionih tehnologija u projektovanju, razvoju i realizaciji merno-informacionih sistema. U poslednje vreme to se posebno odnosi na mogućnost korišćenja javnih mreža za prenos podataka i Interneta pri prenosu podataka o merenim vrednostima, što će i biti trend razvoja konkretnog rešenja.

Napredak nauke i tehnologije čvrsto je povezan sa progresom metrologije i permanantno donosi nova tehnološka rešenja koja se koriste za razvoj novih generacija merno-informacionih sistema. S druge strane, napredak nauke donosi otkriće novih fizičkih pojava za koje je potreno razviti metode merenja. Pronalaze se i novi odnosi medju postojećim fizičkim veličinama što omogućava razvoj novih, boljih metoda merenja

LITERATURA

- [1] Dr Dragan B. Denić, Ivana Ranđelović, Dragan Živanović, "Računarski merno-informacioni sistemi u industriji", Elektronski fakultet u Nišu, 2004.
- [2] "Mehatronika – Odgovor na tehnološke izazove", Mašinski fakultet Univerziteta u Banjaluci, 2006, Available: www.uni.bl.ac.yu/masinski/mehatronika/mehatronika.ppt
- [3] *Foundation fieldbus basic, Common technical topics, Profibus PA* – PlantWeb University. Available: <http://plantweb.emersonprocess.com/university/>
- [4] B. Jevtović i D. Oklobdžija, "Programska podrška sistemima za akviziciju podataka baziranim na HART uređajima", Yu Info 2006, Zbornik radova 12. konferencije, Kopaonik, Mart 2006
- [5] *Introduction to FIX Software* – Interlution Inc. Available: http://www.gefanuc.com/en/ProductServices/AutomationSoftware/Hmi_Scada/iFIX/index.htm
- [6] *Automation Software, Control System, Data Acquisition* – Wonderware Corporation. Available: www.wonderware.com
- [7] D. Oklobdžija, B. Jevtović i N. Ristić: "Informacioni sistem integralnog upravljanja asfaltnom bazom u relnom vremenu", 50 konferencija ETRAN, Beograd, Jun 2006
- [8] *CX software, General Catalogue 2004* Automation Systems – Omron Corporation. Available: www.omron.com
- [9] *Računarska industrijska automatizacija*, Katalog proizvoda – Mikro Kontrol, Beograd 2003. Available: www.mikrokontrol.co.yu
- [10] Dr. Sohail M. Qureshi: "Introduction to Mechatronics: A Graduate Engineering Course", 2006, Available: <http://www.ctc.puc-rio.br/icee-98/Icee/papers/349.pdf>.

METODIKA NASTAVE TEHNIČKOG CRTANJA SA NACRTNOM GEOMETRIJOM, MAŠINSKI ELEMENTI I I MAŠINSKI ELEMENTI II

Slobodan Ristić, *Viša tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj: *U radu će biti opisana metodika nastave iz nastavnih predmeta Tehničko crtanje sa nacrtnom geometrijom, Mašinski elementi I i Mašinski elementi II u skladu sa principima Bolonjskog procesa. Modulacija nastavnih programa sasnovana je na uvođenju diferencijacije, grupisanje studenata na osnovu njihovog interesovanja, individualizacije i pojedinačnog rada sa studentima.*

Ključne reči: *Modul. Modularna jedinica. Modularni paket.*

Content: *In this work, there will be described teaching methods from the subjects of Technical drawing with descriptive geometry, Mechanical elements I and Mechanical elements II, on the basis of three year long practicing of the principles of the Bologna process. Modulation of the curriculum is based on the introduction of differentiation, grouping of students according to their interests, individualization and individual work with students.*

Key words: *Module. Modular unit. Modular package.*

1. OPŠTA METODIČKA UPUSTVA

Savremen i stručno utemeljen nastavni plan i program su osnova na kojoj se ostvaruje kvalitet. Metodika nastave daje odgovore na pitanja kako je moguće uspešno studirati i uspešno završiti studije, čime se zadovoljavaju potrebe studenata da dobiju odgovore na važna pitanja koja predstavljaju izazov. Da bi se ovo postiglo uvodi se modulacija u studijske programe i u tehnologiju nastave.

Predavanja, vežbe i ostale aktivnosti iz predmeta: Tehničko crtanje sa nacrtnom geometrijom, Mašinski elementi I i Mašinski elementi II realizovane su prema nedeljnom planu rada. Nastavni predmeti su jednosemestralni. Sa nedeljnim planom rada i načinom ocenjivanja studenti su u pisanoj formi upoznati na početku semestra.

U toku semestra tri do pet puta za vreme predavanja student svojim potpisom potvrđuje prisutnost, a za vreme računskih vežbi vrši se evidencija prisutnosti i angažovanje studenata u izvršavanju postavljenih zadataka.

Predavanja prati jedna nastavna grupa.

Računske vežbe se izvode u dve grupe, a za izradu i odbranu projektnih zadataka formira se veći broj grupa sa manjim brojem studenata.

Dobar i savremen nastavni program su tek osnova na kojoj se ostvaruje kvalitet. Da bi se ovo postiglo uvedena je modulacija nastavnih programa u tehnologiju učenja.

Modul je skup unapred postavljenih ciljeva i zadataka većih ili manjih zaokruženih celina. To su kompleti ili paketi sadržaja, metoda i tehnika studiranja jednostavnih kriterijuma i merila za ocenjivanje i samoocenjivanje.

Korišćenje velikog broja maketa i mašinskih delova u toku predavanja omogućuju korisnicima da steknu bolju sliku o obliku i dimenzijama mašinskih delova. Oblici i dimenzije mašinskih delova moraju zadovoljiti uslove: funkcije i namene, radne sposobnosti, proizvodnje i ekonomičnosti. Zadatak je da se za date uslove i mogućnosti iznađe najpovoljnije rešenje kojima se mašinski deo mora uspešno suprostaviti za određeni vek. Da bi se ovo postiglo izabrani su moduli koji pružaju mogućnost plasiranja znanja za rešenje zadataka.

2. MODULACIJA NASTAVNIH PROGRAMA

Predavanja objašnjavaju sadržaj modularne jedinice besprekornim korišćenjem reči i korišćenjem maketa i praktičnih primera. Struktura časa sadrži uvod, izlaganje ilustrovano praktičnim primerima, diskusiju i zaključak.

Za vreme vežbi, nastavnik objašnjava sadržaj vežbe i definiše broj poena koje student može da ostvari samostalnim radom. Zatim, zadaje svakom studentu zadatak iz Praktikumuma koji student treba da uradi u obliku grafičkog rada. Nastavnik radi primer po fazama izrade, a studenti samostalno rešavaju svoj grafički rad. Po završetku grafičkog rada vrši se procena osvojenih poena.

2.1. Tehničko crtanje sa nacrtom geometrijom

Programski sadržaj iz Tehničkog crtanja sa nacrtom geometrijom podeljen je u dve oblasti – modularni paketi.

Sastavni deo modularnog paketa je Praktikum za izradu grafičkih radova koji sadrži:

- opisan organizacioni oblik i učenje i
- tačno određene zadatke za izradu grafičkih radova.

Prvi modularni paket je I oblast - Nacrtna geometrija.

Svi predmeti (mašinski delovi) zauzimaju neki prostor i različitog su oblika. U većini slučajeva se mogu rasčlaniti na delove koji predstavljaju pravilna geometrijska tela. Svako geometrijsko telo ima tri dimenzije, dok crtež samo dve, pa ono treba tako da bude nacrtano da su sve tri njegove dimenzije vidljive. Za to postoje više načina: fotografija, perspektiva, aksonometrija, kosa projekcija, ortogonalna projekcija itd.

Ortogonalna projekcija ne prikazuje predmet u opštem izgledu već u izgledu pojedinih njegovih strana koji se crtaju u pravoj veličini. Modularni paket sadrži osnove nacrtna geometrije i načine prikazivanja predmeta na tri međusobno upravne ravni. Čine ga modularne jedinice: projekcija tačke, projekcija duži, projekcija ravne figure, projekcija tela i mreža tela, ravan, transformacija, rotacija, presek ravni i geometrijskog tela i prodor tela kroz telo.

Tehničko crtanje je II oblast-drugi modularni paket.

Tehničko crtanje koristi principe projektivne nacrtna geometrije sa primenom standarda pri izradi tehničkog crteža. Tehnički crtež treba da bude razumljiv svima koji se bave tehnikom i drugim delatnostima bez obzira na boju kože i jezikom kojim se služe.

Modularne jedinice su: standardi u mašinstvu, ortogonalno projektovanje, kotiranje, tolerancije, preseki, tehnička dokumentacija, mašinsko skiciranje, razvijene površine i primena računara.

Modularna jedinica je najmanja relativno samostalna organizaciona zaokružena celina. Ona se detaljno objašnjava nedeljnim planom rada i sadrži: predavanja, vežbe i samostalnu izradu grafičkih radova.

Grafičke radove iz nastavnog predmeta Tehničko crtanje sa nacrtom geometrijom studenti rade u školi. Postavljeni zadatak se može uspešno rešiti na osnovu primera koji je obrađen po fazama izrade uz korišćenje praktikuma za izradu grafičkih radova. Definiše se vreme izrade i broj poena koje može student da osvoji izradom zadatka.

Student može da ostvari iz svake oblasti sto poena i to za:

- izradu grafičkih radova 90 poena i
- ažurnost u radu 10 poena.

Sve ove aktivnosti se evidentiraju kao predispitne obaveze i imaju za cilj da student u toku semestra ostvari 70% od svoje ocene.

Kolokvijum se polaže iz svake oblasti rešavanjem testa ili rešavanjem zadataka.

Polu zbir ocena sa kolokvijuma je konačna ocena na ispitu.

Student koji ostvari manje od 50 poena dužan je da uradi grafičke radove u vidu domaćeg zadatka kao predispitnu obavezu.

Ime i prezime	Br. indeksa	I oblast			II oblast		
		1*	2*	3*	1*	2*	3*
1. <i>Stanojević Danijel</i>	258/05	88	10	10 (deset)	90	10	10 (deset)
2. <i>Arsić Miloš</i>	208/05	69	10	6 (šest)	62	10	7 (sedam)
3. <i>Dorđević Mikica</i>	276/05	20	6	-	33	6	-

1* - grafički radovi,

2* - ažurnost,

3* - kolokvijum.

2.2. Mašinski elementi I i Mašinski elementi II

Programski sadržaj iz ovih predmeta obuhvata mašinske elemente opšte grupe. Oni se ugrađuju na svim vrstama mašina bez ograničenja i mašinskih sistema.

Sastavni deo modularnog paketa je Praktikum za izradu projektnih zadataka, koji sadrži:

- definisanje projektnog zadatka i rok za njegovu izradu,
- teorijske osnove za izradu projektnog zadatka i
- primer urađenog projektnog zadatka po fazama izrade.

Predavanja objašnjavaju modularne jedinice koje su opisane nedeljnim planom rada. Korišćenjem velikog broja maketa, mašinskih delova i sklopova, studentu se kroz strukturu časa omogućuje usvajanje potrebnog znanja za rešavanje praktičnih zadataka uz korišćenje literature.

Programski sadržaj iz Mašinskih elemenata I podeljen je u dve oblasti - modularni paketi.

Prvi modularni paket sadrži modularne jedinice: osnove konstruisanja, tolerancije, opterećenje i naprezanje mašinskih elemenata, ponašanje mašinskih elemenata pod dejstvom opterećenja, stepen sigurnosti i dozvoljeni napon, postupak proračuna mašinskih elemenata.

Modularne jedinice drugog paketa su: veze i spojevi mašinskih delova, zavrtanjske veze, navojni prenosnici, fizičko-hemijske veze, elastični spoj, ostali načini spajanja, elementi za transport fluida i elementi za vođenje i zaistavljanje.

Mašinski elementi II imaju dva programska paketa.

Modularne jedinice prvog paketa su: elementi za prenos snage, frikcionni prenosnici, prenosnici sa elastičnim obvojnim elementom, zupčani prenosnici, cilindrični zupčanici, konusni zupčanici, pužni zupčanici.

Drugi modularni paket sadrži: nosivost zupčanika, lančani prenosnici, elementi obrtnog kretanja, vratila i osovine, ležišta, spoj vratila i obrtnih delova, podmazivanje i zaptivanje, spojnice.

Računske vežbe predviđaju rešavanje praktičnih zadataka. Zadaci su razvrstani u tri grupe:

- prvu grupu zadataka čine računski primeri koji su dati sa detaljnim rešenjima,

- računski primeri koji su dati sa upustom za rešenje čine drugu grupu zadataka i
- treća grupa zadataka sadrži računске primere sa postavljenim zahtevima za samostalno iznalaženje rešenja.

Projektne zadatke iz Mašinskih elementa I i Mašinskih elemenata II studenti rade u školi. Vodi se razgovor o sadržaju projektnog zadatka, o izboru varijantnog rešenja i njegovoj primenljivosti u praksi. Zatim se vrši kritički osvrt u vezi tehno - komercijalnog aspekta i eko uslova.

Student realizuje aktivnosti vezane za izradu projektnih zadataka, vođen nastavnikovim instrukcijama i sugestijama uz korišćenje Praktikumuma za izradu projektnih zadataka. Projektni zadatak treba da bude završen u predviđenom roku.

Nivo samostalnosti izvršavanja aktivnosti vezanih za izradu projektnih zadataka po kriterijumu ocenjivanja prvi put je primenjen kroz realizaciju ovih predmeta pre tri godine. Po završenim aktivnostima student procenjuje koliki je broj poena ostvario u toku izrade projektnog zadatka. Ukoliko zadatak nije završen u predviđenom roku isti se završava kao domaći zadatak.

Kolokvijum obuhvata proveru stečenog znanja iz svake oblasti. On može biti u obliku testa (alternativni testovi, testovi dopunjavanja i testovi višestrukog izbora) ili u obliku jednostavnih zadataka sa pitanjima na koje treba dati odgovore, čime se stiče određeni broj poena.

Poslednjih godina primenjuje se novina u praćenju rada studenata iz ovog predmeta. Ovaj posao zahteva dosta rada i strpljenja u planiranju, pripremanju, praćenju i vrednovanju, ali pruža i bolje rezultate. Na ovaj način studenti mogu da procene svoj rad.

Predispitne obaveze u toku semestra student može kroz forme: aktivnog učešća, izradu i odbranu projektnih zadataka da ostvari 50 poena po oblasti i to:

- za aktivnost i ažurnost - 10 poena,
- za izradu i odbranu projektnih zadataka - (10+10) 20 poena,
- za polaganje kolokvijuma - 20 poena.

Praćenjem svih ovih aktivnosti student stiče realnu sliku o vlastitim sposobnostima za uočavanje i rešavanje problema koji se u okviru ovog predmeta izučavaju a i šire. Postiže se redovnost u radu, studenti lakše razumeju i usvajaju nastavne sadržaje, čime se obezbeđuje bolje praćenje predavanja.

Sve ove aktivnosti imaju za cilj da student u toku semestra ostvare 70% od svoje ocene.

Ime i prezime	Br. indeksa	I oblast			II oblast			Σ
		1*	2*	3*	1*	2*	3*	
1. <i>Stanković Milan</i>	44/04	17	10	18	20	10	6	81
2. <i>Krstić Miloš</i>	124/05	16	10	18	19	10	8	81
3. <i>Draganić Nataša</i>	35/04	19	10	18	-	-	5	52

1* - projektni zadatak,
2* - ažurnost,
3* - kolokvijum.

Po ispunjenoj predispitnoj obavezi student polaže ispit samo pismeno.

Ukupnim zbirom poena studen je položio ispit ocenom:

- 55 - 60 poena - 6 (šest),
- 61 - 75 poena - 7 (sedam),
- 76 - 82 poena - 8 (osam),
- 83 - 90 poena - 9 (devet) i
- 91 - 100 poena - 10 (deset).

3. KONTINUIRANA EVALUACIJA USPEHA

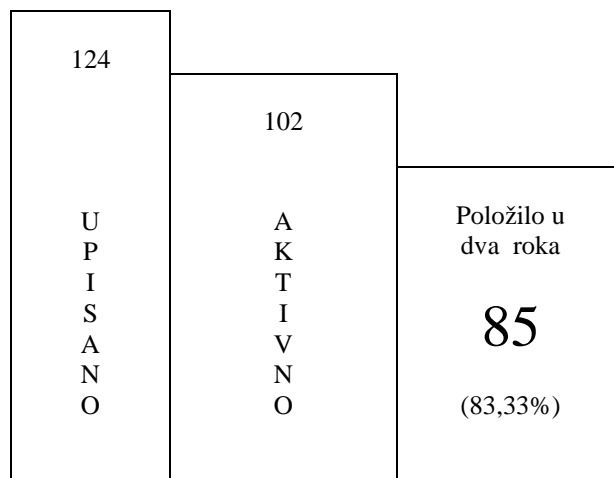
Poslednjih godina primenjuje se novina u praćenju rada studenata iz ovog predmeta. Ovaj posao zahteva dosta rada i strpljenja u planiranju, pripremanju, praćenju i vrednovanju, ali pruža i bolje rezultate. Na ovaj način studenti mogu da procene svoj rad.

Vrednovanje procesa, kako studenti realizuju određene projekte, sadrži:

- kako koriste baze podataka,
- kako rešavaju pojedina stručna teorijska i praktična pitanja.

Sem znanja i sposobnosti treba vrednovati i interesovanje, stavove profesionalnu zainteresovanost i slično.

Primenom ovakvog načina praćenja i napredovanja u radu studenata u školskoj 2005/06. godini ishod je sledeći:



Tehničko crtanje sa nacrtom geometrijom

38 broj aktivnih studenata
28 broj studenata koji su položili ispit u dva roka
73,68%

Mašinski elementi I

40 broj aktivnih studenata
33 broj studenata koji su položili ispit u dva roka
82,5%

Mašinski elementi II

4. ZAKLJUČAK

Nastava je realizovana primenom modularnih paketa sa ciljem da se težište sa nastave pomeri ka učenju. Umesto isporuke znanja teži se transformisanju znanja u konkretan rad.

Student dobija informaciju o svom učenju, a nastavnik povratnu informaciju o nivou znanja koja su studenti usvojili.

Modularni paketi se mogu primeniti i u obrazovanju zaposlenih studenata.

Metodika nastave daje odgovor na pitanja kako je moguće uspešno plovati ispite i pravovremeno okončati studije.

LITERATURA

- [1] Ratković M. *Planiranje znanja i demokratija, Pedagoška praksa, Beograd, 2006.*
- [2] Bjekić D. Tasić Ž. *Ocenjivanje, Beograd 2001.*
- [3] Ivković M. *Metodika nastave socijologije, Niš, 1995.*
- [4] Ristić S. *Praktikum za izradu projektnih zadataka, Niš, 1996.*

NUMERIČKE SIMULACIJE STRUJANJA FLUIDA U PRVOM RADNOM KOLU VIŠESTEPENE NAPOJNE PUMPE

NUMERICAL SIMULATION OF FLUID FLOW IN FIRST IMPELLER OF MULTISTAGE FEED PUMP

mr Stamenković Živojin, Mašinski fakultet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, Niš
mr Aleksandra Boričić, Viša tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš

Sadržaj: U ovom radu izvršena je simulacija strujanja u prvom radnom kolu višestepene napojne pumpe. Napojne pumpe služe za transport vode do proizvođača pare. Specifični uslovi rada pumpi diktiraju posebna konstruktivna rešenja. Problem kome se posvećuje posebna pažnja je pojava kavitacije u prvom radnom kolu. Prvo radno kolo je po pravilu veće širine na ulazu i kao takvo utiče na ublažavanje pojave kavitacije kao štetne pojave.

Ključne reči: napojna pumpa, radno kolo, kavitacija, numerička simulacija

Abstract: In this paper flow simulation in first impeller of multistage feed pump. Feed pumps are used for water transport to the steam generator. Specific work conditions dictate particular constructive solutions. Special attention is given to problem of cavitation in first impeller. First impeller has by the rule greater width so the cavitation like harmful phenomenon is softened with this technical solution.

Key words: feed pump, impeller, cavitation, numerical simulation

1. UVOD

Projektovanje turbomašina dostiglo je fazu kada se unapređenja mogu postići jedino dobrim razumevanjem strujanja unutar strujnog prostora. Predviđanje strujanje u pumpama je veoma složen proces usled rotacije kola i prostorno zakrivljenog trodimenzionalnog oblika lopatica kola. Takođe strujanje u turbomašinama ima nestacionaran karakter, posebno pri radu u neprojektovanim režimima, zatim usled interakcije između kola i kućišta (ili spirale) i naravno usled kavitacije. Ovako kompleksno strujanje znatno uvećeva značaj korišćenja računara za simulacije strujanja.

U ovom radu se posebna pažnja posvećuje strujanju u prvom radnom kolu višestepene napojne pumpe. Cilj je da se numerički simulira strujanje u prvom kolu pumpe pri raznim protocima (pri čemu se određuju napor i stepen korisnosti kola), kako bi se utvrdilo da li postoji mogućnost pojave kavitacije, kao i da li dolazi do drugih neželjenih pojava (otkidanja struje, mrtve zone...)

2. NUMERIČKE SIMULACIJE STRUJANJA FLUIDA

Skup jednačina koje opisuju prenos momenta, toplote i mase poznate su Navier-Stokes'ove jednačine. Ove parcijalne diferencijalne jednačine izvedene su još početkom 19. veka i do dan danas nemaju poznato opšte analitičko rešenje, ali se zato mogu diskretizovati i numerički rešiti. Postoji značajan

broj različitih metoda za rešavanje ovih jednačina koje se danas koriste u CFD (computational fluid dynamics) kodovima. Najčešći metod, na kome bazira i CFX-5 softver je metod konačnih zapremina.

Ovom tehnikom, domen u kome se razmatra strujanje deli se u male podregione, koji se nazivaju kontrolnim zapreminama. Jednačine se diskretizuju i rešavaju iterativno za svaku kontrolnu zapreminu. Kao rezultat, aproksimativna vrednost svake promenljive, može se odrediti u proizvoljnoj tački domena koji se razmatra. Na ovaj način dobija se potpuna strujna slika razmatranog problema strujanja fluida.

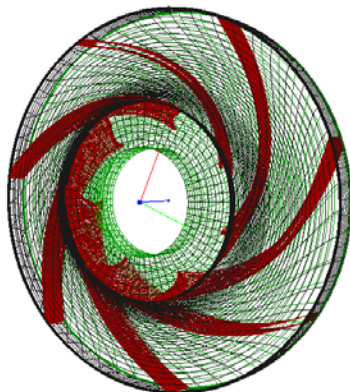
CFD tehnike su veoma korisne jer se njima mogu odrediti performanse određene komponente još u trenutku njenog projektovanja, a takođe se mogu analizirati problemi kod rada već postojeće komponente i doneti zaključci i načinu na koji se ona može poboljšati.

Proces izvođenja CFD simulacija podeljen je u 4 faze:

- Formiranje geometrije i mreže;
- Definisane početnih i graničnih uslova, osobina fluida i drugih fizičkih parametara značajnih za simulaciju;
- Numeričko rešavanje formiranih jednačina u definisanom domenu;
- Post-procesiranje rezultata simulacije strujanja fluida.

Za formiranje geometrije domena tj. komponente čiji se rad želi simulirati najčešće se koriste neki od mnogobrojnih dostupnih CAD paketa za formiranje 3D modela. Za ovako formirane modele formira se mreža u CFD softveru i definiše fizika procesa strujanja, a zatim se parcijalne diferencijalne jednačine integrale za svaku kontrolnu zapreminu u definisanom domenu. Ovaj postupak je ekvivalentan primeni osnovnih zakona o konzervaciji (mase ili momenta) na svaku kontrolnu zapreminu. Zatim se ove integralne jednačine konvertuju u sistem algebarskih jednačina primenjujući pri tom niz aproksimacija za pojedine njihove članove. Algebarske jednačine se zatim rešavaju iterativno. Iterativni postupak pri rešavanju jednačina je neophodan zbog nelinearne prirode jednačina, pa je zato neophodno zadovoljiti određene zadate uslove konvergencije rešenja. Koliko je tačno dobijeno rešenje zavisi od niza faktora uključujući veličinu i oblik kontrolnih zapremina kao i veličine procenjene greške tj. njenog srednje kvadratnog odstupanja.

Za simulaciju rada prvog radnog kola pumpe najpre je formiran 3d model pumpnog kola i graničnih površina: glavčine i kućišta. Zatim je za ovako formiran model formirana mreža sa više od 50000 čvorova i približno 200000 tetraedarskih elemenata, koja je neregularnog tipa, jer je mreža znatno gušća oko lopatica kao i na drugim mestima gde dolazi do znatnih promena u geometriji domena. Geometrija i mreža radnog kola koje je predmetr simulacije dati su na slici 1.



Slika 1. Mrežni model radnog kola pumpe

Pri rešavanju diskretizovanih jednačina u CFX-5 softveru definisane su različite numeričke šeme za određene promenljive. Tako se za vezu pritisak-brzina koristi centralna diferencna aproksimacija drugog reda, modifikovana četvrtim izvodom pritiska koji utiče tako da se rasporedi uticaj pritiska.. Na ovaj način izbegava se problem tzv. šahovskih oscilacija kod promenljivih koje su vezane. Gradijenti pojedinih veličina modeliraju se uz pomoć tzv. funkcije oblika. Funkcija oblika koja se koristi u CFX-5 softveru je linearna kada se izrazi preko parametarskih koordinata. Ova se funkcija takođe koristi kako bi se odredili izvodi za sve difuzione članove i gradijent pritiska.

Za dalje rešavanje jednačina potrebno je difinisati diskretizaciju advekcionog člana. Advekcione numeričke šeme u CFX su sledeće:

- Upwind – Suprostrujna diferencna šema 1 reda
- Numerička advekciona korekciona šema
- Šema visoke rezolucije (High resolution scheme)
- Centralna diferencna šema

U slučaju simulacija izvođenih za strujanje kroz pumpu korišćenja je šema visoke rezolucije (High resolution scheme) jer daje veoma visoku preciznost, ali i dobru numeričku konvergenciju.

3. STRATEGIJA REŠAVANJA CFX-5 SOFTVERA

Numerička procedura kod CFX-5 softvera je takva da se najpre rešavaju momentne jednačine, pri čemu se vrednost pritiska pretpostavlja i zatim se dobija jednačina za korekciju pritiska. Procedura «pogodi-ispravi» kod lineranih sistema zahteva veliki broj iteracija kako bi se odredili relaksacioni parametri za promenljive.

CFX-5 koristi tzv. vezani sistem rešavanja, pri čemu se hidrodinamičke jednačine (za brzine i pritisak) rešavaju kao samostalni sistem. Ovakav pristup rešavanju omogućava korišćenje potpuno implicitne diskretizacije jednačine za određeni vremenski korak. Za stacionarne probleme vremenski korak u numeričkoj proceduri ustvari predstavlja «parametar ubrzanja» koji aproksimativno rešenje u fizičkom smislu vodi ka stacionarnom stanju. Na ovaj način se smanjuje broj iteracija za simulaciju stacionarnih problema, ili kod nestacionarnih problema gde se smanjuje vreme dobijanja rešenja za svaki vremenski korak.

4. TURBULENTNI MODELI KORIŠĆENI PRI SIMULACIJAMA

Za modeliranje turbulentnog strujanja u CFX-5 softveru na raspolaganju je 6 modela sa njihovim varijantama, ali nakon većeg broja analiza i poređenja sa trubomašinama čiji su parametri poznati kao i prema korisničkim upustvima za ovaj softver došlo se do zaključka da standardni k-ε model daje sasvim zadovoljavajuće rezultate.

Pored opšte poznatih Navier-Stokes'ovih jednačina, jednačine koje opisuju k-ε model su sledeće: Jednačina turbulentne kinetičke energije (k):

$$(\rho \bar{U}_j k)_{,j} = \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) k_{,j} \right]_{,j} + P_k - \rho \frac{k^{\frac{3}{2}}}{l};$$

Jednačina turbulentne disipacije energije (ε) izražena je u obliku:

$$(\rho \bar{U}_j \epsilon)_{,j} = \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\epsilon} \right) \epsilon_{,j} \right]_{,j} + P_\epsilon - c_{\epsilon 2} \rho \frac{\epsilon^2}{k};$$

$$P_k = \mu_t (\bar{U}_{i,j} + \bar{U}_{j,i}) \bar{U}_{i,j}; \quad P_\epsilon = c_{\epsilon 1} (\epsilon/k) P_k;$$

$$l = \frac{k^{\frac{3}{2}}}{\epsilon}; \quad \mu_t = \rho c_\mu \frac{k^2}{\epsilon}. \quad (1)$$

U jednačinama (1) korišćene su uobičajene oznake za teoriju turbulentnih strujanja: \bar{U}_j -vremenski osrednjena brzina u x_j pravcu, μ -dinamička viskoznost, μ_t -turbulentna dinamička viskoznost, $(\cdot)_{,j}$ -izvodi po x_j , l-turbulentna razmera i pet konstanti:

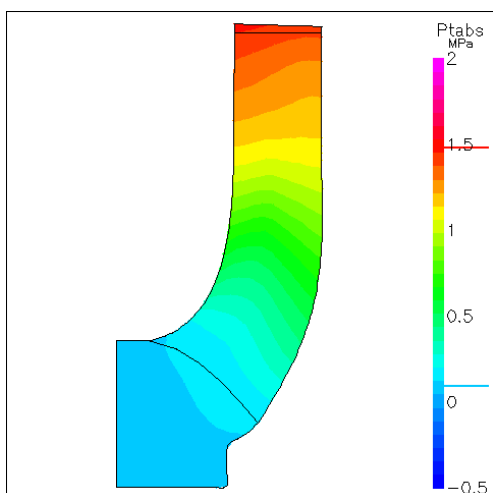
$$c_\mu = 0.09, c_{\epsilon 1} = 1.44, c_{\epsilon 2} = 1.92, \sigma_k = 1.0, \sigma_\epsilon = 1.31.$$

Pri postavljanju graničnih uslova uobičajena procedura je postavljanje vrednosti totalnog pritiska na ulazu i masenog protoka na izlazu iz domena, ali se za dobijanje inicijalnih

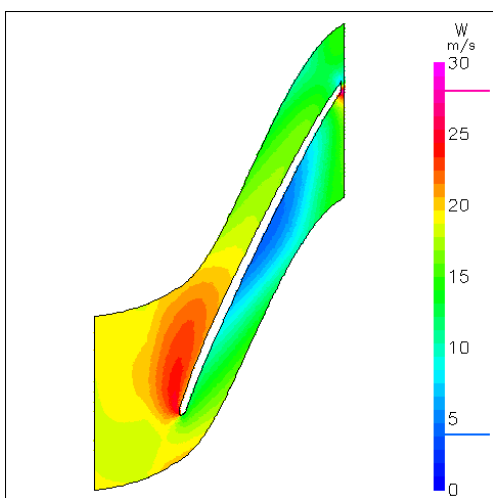
vrednosti obično koristi suprotna simulacija gde se na ulazu postavlja vrednost masenog protoka, dok se na izlazu postavlja neka vrednost statičkog pritiska koja je najčešće nula ili neka vrednost oko nule, kako bi se smanjila greška zaokruživanja. Nakon ovako dobijenih početnih vrednosti izvršen je veliki broj simulacija pri čemu se svaka simulacija završavala kada se postignu srednja kvadratna odstupanja promenljivih koja su manja od 10^{-5} . Simulacije su vršene samo za jednu lopaticu, pri čemu su korišćene periodičke granične površine, što je uobičajeno za simulacije strujanja u kolima jer se na taj način smanjuje razmatrani domen i omogućava korišćenje gušće mreže koja daje pouzdanije rezultate.

5. REZULTATI SIMULACIJA

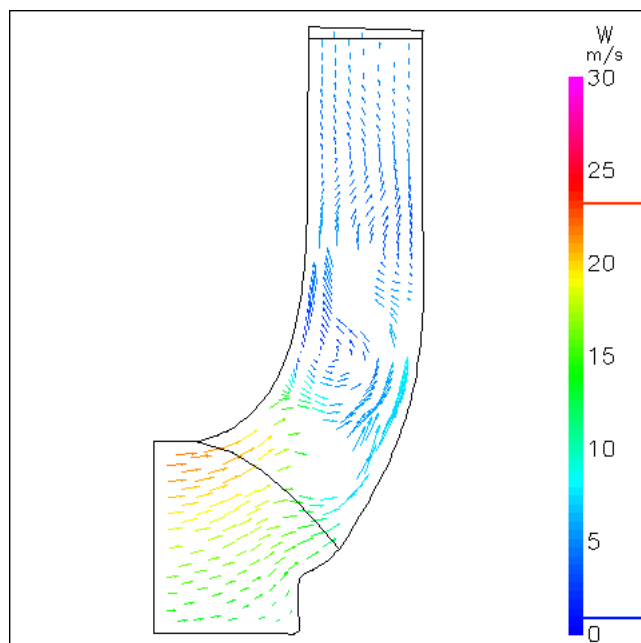
Kao rezultati simulacije u ovom radu daju se samo neki prikazi rasporeda brzina i pritiska u kolu pri različitim protocima. Ono što je važno naglasiti je da pri simulacijama nije utvrđena mogućnost pojave kavitacije, ali je takođe utvrđeno odvajanje struje na leđnoj strani lopatica pri manjim protocima što ukazuje da je moguće da pri ovim režimima rada dođe do delimičnog prekida struje u radnom kolu što bi značajno smanjilo njegov napor i stepen korisnosti.



Slika 2. Absolutni pritisak u meridijanskom preseku kola pri optimalnom protoku 68l/s

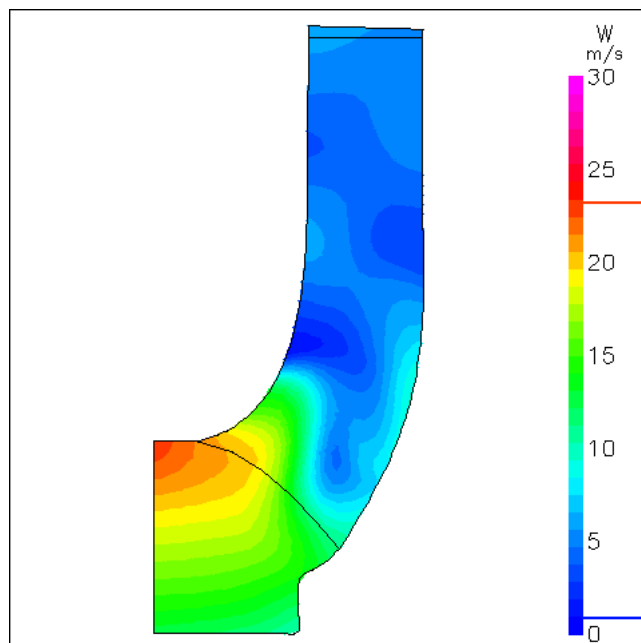


Slika 3. Relativna totalna brzina u srednjem preseku između prednjeg i zadnjeg diska pri optimalnom protoku 68l/s



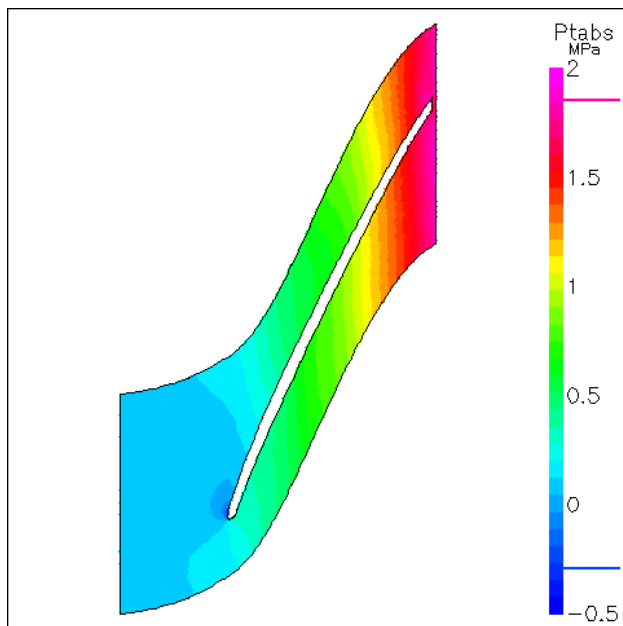
Slika 4. Vektorski prikaz relativne totalne brzine u meridijanskom preseku pri protoku 30l/s

Pri ovim protocima primećuje se vrtložno strujanje koje znatno smanjuje napor pumpe i utiče na stepen korisnosti kola (povećavaju se gubici pri strujanju).

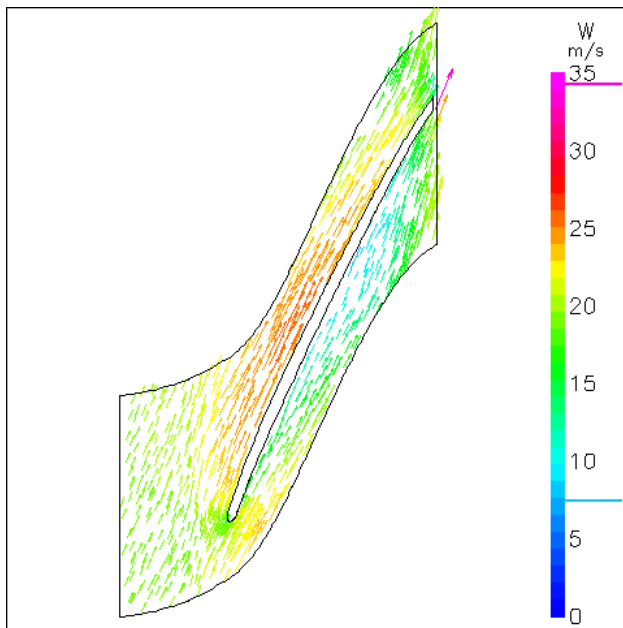


Slika 5. Konturni prikaz relativne totalne brzine u meridijanskom preseku pri protoku 30l/s

Na osnovu slike 5 potvrđuju se prethodni zaključci. Ako bi vršili simulacije samo pritiska neke od pojava ne bismo uočili, na šta ukazuje i slika 6, jer se kod nje primećuje da dolazi odvajanja struje tj. polje pritiska je prilično ujednačeno, što bi se sigurno promenilo dopunskim ugušćavanjem mreže, ali bi to nažalost znatno uvećalo vreme neophodno za vršenje već ionako dugih simulacija.



Slika 6. *Absolutni pritisak u srednjem preseku između prednjeg i zadnjeg diska pri protoku 30l/s*



Slika 7. *Vektorski prikaz relativne totalne brzina u meridijanskom preseku pri protoku 100l/s*

Na osnovu ove slike potvrđuje se samo da se pri većim protocima znatno smanjuje pojava odlepljivanja struje, a takođe se može reći da ovakva konstrukcija kola nije pogodna za manje protoke, ali se pak pri većim protocima ne javljaju potpritisci na ulazu u kolo i smanjuje se mogućnost pojave kavitacije.

6. ZAKLJUČAK

CFD tehnike su veoma korisne pri projektovanju turbomašina, jer se njima mogu odrediti sve strujne veličine još u fazi projektovanja, a takođe se mogu odrediti radni parametri turbomašine i "snimiti" njena radna karakteristika. Analizom podataka dobijenih ovakvim numeričkim eksperimentom još u fazi projektovanja mogu se izbeći mnogi potencijalni problemi,

koji bi se inače otkrili u kasnijoj fazi modeliranja i ispitivanja modela projektovane turbomašine.

U konkretnom primeru višestepene napojne pumpe, pri upoređivanju rezultata sa ekperimentalno dobijenim podacima, došlo se do zaključka da se k-ε turbulentni model pokazao kao sasvim zadovoljavajuće rešenje za modeliranje ovakve turbomašine.

Takođe utvrđene su dva veoma značajna podatka i to: nema opasnosti od pojave kavitacije i pri manjim protocima dolazi do odlepljivanja struje sa ledne strane lopatice što znatno utiče na optimalni rad pumpe pri ovim radnim režimima.

Numerički eksperimenti su veoma značajni i njihov značaj sve više raste sa pojavom moćnijih računara. Ovakvi eksperimenti nam omogućavaju da već u fazi projektovanja izbegnemo moguću grešku, skratimo vreme proizvodnje i uštedimo danas tako dragoceno vreme i novac.

7. LITERATURA

- [1] P. Bradshaw, T. Cebeci and J.H. Whitelaw, Engineering Calculation Methods for Turbulent Flows, Academic Press, 1981.
- [2] M.R. Abbott and D.R. Basco, Computational Fluid Dynamics - An Introduction For Engineers, Longman, 1989.
- [3] Wilcox, D., Turbulence Modeling for CFD, DCW Industries, Inc., 5354 Palm Drive, La Canada, California 91011, 1993.
- [4] Daly B., and Harlow F., Transport equation in turbulence. Physics of Fluids 13 (1970), 2634–2649.
- [5] G.D. Smith, Numerical Solution of Partial Differential Equations: Finite Difference Methods, Third Edition, Oxford University Press, Oxford, 1985.
- [6] S.V. Patankar, Numerical Heat Transfer and Fluid Flow, Hemisphere (McGraw-Hill), New York, 1980.
- [7] C. Hirsch, Numerical Computation of Internal and External Flows, Volume 1: Fundamentals of Numerical Discretisation, Wiley, 1988.
- [8] C.M. Rhie and W.L. Chow, The numerical study of turbulent flow past an airfoil with trailing edge separation, AIAA J., 21, pp. 1527-1532, 1983.
- [9] F.H. Harlow and A.A. Amsden, 'Numerical computation of multi-phase flow',
- [10] D.B. Spalding, 'Numerical computation of multi-phase flows and heat transfer', in C. Taylor and K. Morgan (Eds.), Recent Advances in Numerical Methods in Fluids, Pineridge Press, Swansea, 1980.

RAZVOJNI CIKLUSI AutoCAD-a EVOLUTION CYCLES OF Auto CAD

Nada Stojanović, Viša tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.

Rezime - U ovom radu prikazan je dvadesetčetvorogodišnji razvojni put i korišćenje najpoznatijeg programa za projektovanje na PC-u sa posebnim prikazom značajnih poboljšanja u novijim verzijama AutoCAD-a.

Ključne reči: Projektovanje i konstruisanje. Modelovanje.

Abstract - In this study we represent a 24 year development and application of the most famous softwer used for design on PC, with special emphasis on significant progress made in new versions of AutoCAD.

Key words: Computer modeling, industrial design.

1. UVOD

U svetu se obeležava dvadeset pet godina prvog PC-a koji je stvoren 12. avgusta 1981 godine. Od tada pa do danas brzina procesora sa 4.77 MHz povećana je 1000 puta, operativna memorija sa 16 KB povećana je skoro 70.000 puta, a dva floppy diska sa disketama kapaciteta 160 KB zamenjeni su hard diskovima većim oko četiri miliona puta.

Uporedo sa razvojem personalnih računara razvijao se i CAD softver na PC platformi.

Krajem 1982 godine grupa programera sa skromnim kapitalom formirala je kompaniju pod nazivom Autodesk, napisali su programski paket namenjen konstruisanju i projektovanju za tržište personalnih računara koje je tada bilo na početku svog razvoja.

Prva verzija pod nazivom AutoCAD predstavljena je na poznatom sajmu COMDEX u Las Vegasu (1982).

Dalji razvoj je iskorišćen na najbolji način, verzije AutoCAD-a su se ređale jedna za drugom, čineći pri tome sve efikasniji i složeniji alat u rukama korisnika.

Najveći skok u razvoju AutoCAD-a je izlazak iz ravni tj. stvaranje mogućnosti projektovanja i modelovanja u prostoru i prelazak na Microsoft Windows operativni sistem što se pokazalo kao dobra, dugoročna i pravilna strategija.

2. PRIMENA, KORISNICI, MOGUĆNOSTI AutoCAD-a

AutoCAD je CAD program opšte namene. AutoCAD je danas univerzalno prihvaćen, veoma prilagodljiv, lak za učenje i upotrebu.

Kao najprodavaniji i najpopularniji paket AutoCAD je standard na Microsoft Windows platformi. Za njega je napisano preko pet hiljada dodatnih aplikacija, usko specijalizovanih u pojedinim tehničkim oblastima. Zahvaljujući svojim mogućnostima AutoCAD se može

koristiti kao osnova za dodatne specijalizovane programe namenjene određenim strukama ili poslovima.

Najčešće ga koriste inženjeri i tehničari u mašinskoj, građevinskoj, arhitektonskoj, geodetskoj, elektro i drugim strukama u skoro svim tehničkim oblastima.

U AutoCAD-u je moguće:

- projektovanje i konstruisanje u ravni (2D),
- modelovanje krutih tela i površina u prostoru (3D),
- izrada tehničke dokumentacije
- izrada prezentacija umetanjem različitih podataka u vidu rasterskih slika, referentnih crteža, mapa,
- izrada foto realističkih slika (rendering),
- povezivanje tekućeg crteža sa spoljnim bazama podataka, itd.

AutoCAD je moguće na različite načine prilagoditi specifičnim zahtevima korisnika [6]. Pored korisničkog prilagođavanja izgleda i načina funkcionisanja AutoCAD-a moguće je kreirati biblioteke šrafura, tipova linija, pomoćne makroskript rutine, slajd-biblioteke i kontrolisati statusnu liniju makrojezikom DIESEL.

U program je ugrađena podrška programskim jezicima AutoLisp, DCL (Dialog Control Language), C (ADS) C++ (ObjectARX2.0-/DBX), SQL (preko podataka ASE), Visual Basic namenjenih pisanju rutina za različita proračunavanja, automatsko, parametarsko i objektno projektovanje, konstruisanje i crtanje, kreiranje korisničkih objekata, povezivanje sa spoljnim bazama podataka, povezivanje sa drugim programima.

AutoCAD podržava OLE2 standard za razmenu podataka između Windows aplikacija kroz ActiveX Automation. Koristeći ActiveX, AutoCAD objekte je moguće kreirati i

editovati bilo kojom aplikacijom koja podržava ActiveX kontroler. Time se proširuju mogućnosti AutoCAD-a i kombinuju sa mogućnostima drugih aplikacija, kao što su Visual Basic, Microsoft Office programi Excel, Access, Word itd [5].

Zadnjih nekoliko godina, Autodesk omogućava korišćenje Interneta/Intraneta za razmenu informacija, podataka, crteža... AutoCAD ima alatke kojima crteže postavljene na internet drugi mogu gledati i preuzimati.

3. SAVREMENE VERZIJE SVETSKI NAJPOZNATIJEG SOFTVERA ZA PROJEKTOVANJE NA RAČUNARU

Kompanija Autodesk proizvodi softver na preko 20 jezika među kojima su zastupljeni skoro svi značajni svetski i evropski jezici. Za sada je četvrta softverska kompanija na svetu po finansijskoj snazi i obrtu kapitala i prva kompanija u proizvodnji softvera za CAD tržište [5]. Podeljena je na pet grupa i to:

- za mašinsko projektovanje (MCAD)
- arhitektura i građevinarstvo (AEC)
- multimediju, film i zabavu (Descreet)
- grupu GIS (Geografic Information System)
- Data menadžment

Programne Autodeskove moguće je podeliti u nekoliko grupa [5].

Grupa CAD programa opšte namene.

U okviru ove grupe biće navedeno samo nekoliko programa.

AutoCAD R14 nastao je (pušten u prodaju) devetog maja 1997 godine. Na projektu pod nazivom "Sedona" radilo je 90 ljudi duže od godinu dana od čega 55 direktnih programera, 6 projekatanta, 8 koordinatora, po tri čoveka za obezbeđenje kvaliteta (QA - Quality Assurance) na četiri programera itd.

U odnosu na prethodnu verziju AutoCAD-a ova nova verzija programa znatno je brža, u nekim segmentima za 50%, ugrađena je 101 nova osobina u novu verziju itd.

AutoCAD 2000 je verzija koja je prethodila verziji AutoCAD 2002. Autodesk je devetog juna 2001 godine pustio u prodaju verziju AutoCAD 2002. Na projektu pod nazivom "Kirkland" radilo je u timu 90 ljudi. Istovremeno su stvoreni i AutoCAD 2002 LT® - 2D softver za crtanje kompatibilan sa AutoCAD-om 2002, AutoSketch® softver za dizajn i crtanje objekata u ravni, Actrx - softver za dizajn, crtanje objekata u ravni, rad sa dijagramima i šemama.

Grupa MCAD (Mechanical CAD) programa za mašinstvo kao što su:

- AutoCAD Mechanical 6.0
- Mechanical Desktop® 6.0 Power Pack
- Autodesk Inventor R5

AutoCAD Mechanical 6.0 ima značajno poboljšanje u prilagođenim komandama za crtanje i editovanje tipskih objekata kao što su pomoćne linije, specijalni tipovi linija, kotiranje, šrafiranje, rad sa lejerima, kreiranje i manipulacija 2D sklopovima i tehničkom dokumentacijom, crtanje napomena i sl.

Power Pack označava da su u program ugrađeni različiti proračuni mašinskih elemenata (preko 500 000 standardnih mašinskih elemenata u skladu sa 18 različitih industrijskih standarda, ISO, DIN, ANSI, ...).

Mechanical Desktop® 6.0 Power Pack je najprodavaniji program u srednjoj klasi CAD/CAM paketa. Omogućava konstruisanje parametarskih solid modela i kompleksnih površina u prostoru, konstruisanje mašinskih sklopova i automatsku izradu i ažuriranje tehničke dokumentacije u mašinskoj struci.

Ovaj program u sebi sadrži programe AutoCAD 2002, AutoCAD Mechanical 6.0 i sledeće module:

Part modeler - omogućava parametarsko objektno orjentisano modelovanje i editovanje krutih tela (Part Solid).

Surface modeler - omogućava modelovanje i editovanje složenih krivih površina u prostoru (Surface).

Assembly modeler - omogućava konstruisanje mašinskih sklopova i izradu specifikacije, ekspanziranih projekcija.

Drawing layout - omogućava izradu tehničke dokumentacije, automatsko kotiranje, crtanje različitih napomena, simbola u skladu sa više industrijskih standarda (ISO, DIN, ANSI, ...).

MDT (Mechanical Desktop) je osnova za dodatne programe kojima je moguće unaprediti postupak konstruisanja, analize i izrade mašinskog dela ili sklopa [5]. Programi koje je moguće koristiti u MDT okruženju namenjeni su sledećim oblastima: napredno modelovanje korišćenjem standardnih mašinskih elemenata različitih proizvođača, dinamička i kinematska simulacija, analiza i konstruisanje alata za livenje plastike, analiza tolerancija, CNC programiranje i simulacija, metoda konačnih elemenata itd.

Grupa AEC (Architecture, Engineering & Construction) programa za arhitekturu, građevinarstvo i inženjering sadrži:

- Arhitectural Desktop 3.3 (ADT) - omogućava konceptualni dizajn, parametarsko modelovanje objekata u arhitekturi, kao što su zidovi, prozori, vrata, stubovi, ploče, stepeništa, krovovi itd, zatim omogućava i automatsko kotiranje zidova, izradu tehničke dokumentacije, izradu specifikacije opreme itd.
- Autodesk Building Electronical R1 - namenjen je projektovanju elektro instalacija na osnovu 3D građevinskog modela. Program u sebi sadrži veliki broj standardnih elemenata u 2D i 3D u skladu sa različitim industrijskim standardima.
- Autodesk Building Mechanical R1 - ovaj program omogućava projektovanje mašinske opreme u ADT okruženju. Moguće je projektovanje opreme za grejanje, klimatizaciju, ventilaciju itd.
- Autodesk Arhitectural Studio - omogućava novi način skiciranja i trodimenzionalnog modelovanja arhitektonsko - građevinskih objekata.

Grupa GIS (Geografic Information System) za rad sa mapama, kartama, urbanističkim i katastarskim planovima, povezivanje crteža i baza podataka.

Programi ove grupe su:

- AutoCAD MAP R5™
- Autodesk MapGuide™ i Autodesk World™
- Land Desktop, Autodesk Civil i Autodesk Survey - mogu se koristiti za generisanje terena i podloga u geodeziji i građevinarstvu

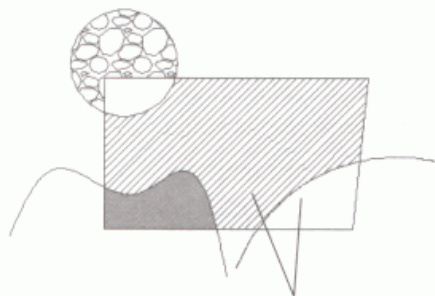
Posle pojave verzije AutoCAD 2002 Autodesk je pustio na tržište (nakon godinu i po dana) izdanje AutoCAD 2004

koje donosi niz unapređenja i izmena kako na nivou korisničkog interfejsa tako i u domenu manipulacije običnim crtežima i tzv. spoljnim referencama (Xrefs). Prvi put od kako je ovaj program postao redizajnirani su svi toolbar - ovi kao i ikonice koje ih čine a pomoću senčenja im je dodata treća dimenzija. Meni Draw poseduje dve nove komande: Revision Cloud i Wipeout. Prva služi za isticanje (obeležavanje) određenih delova crteža, a druga je namenjena privremenom zaklanjanju objekata proizvoljnom površinom. Ugrađeno je preko 70 novih osobina, ovom verzijom napravljen je najveći i veoma značajan pomak od verzije R14.

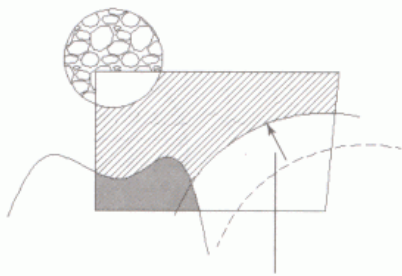
AutoCAD već godinama drži primat u svojoj oblasti i svakom novom verzijom pomera granice mogućnosti ovakve vrste programskih alata. Za manje od godine dana pojavila se "dvehiljadepetica". Ovde se ne radi o znatnom poboljšanju u odnosu na prethodnu verziju. To što kompanija u poslednje vreme forsira objavljivanje novih verzija svojih aplikacija vezano je više za poslovnu politiku Autodesk.

Razvojni ciklusi ranije su bili znatno duži u poređenju sa današnjim, u trajanju dve i po do tri godine. Međutim, kompanija Autodesk u narednom periodu namerava da u drugoj polovini marta jednom godišnje objavljuje AutoCAD i sve ostale programe koji su bazirani na njemu, i na taj način softverski paket neprestano održava na vrhu.

Razvoj AutoCAD-a 2005 započeo je u leto 2003. Od značaja je to što je ova verzija po svim kriterijumima brža od prethodne. Program radi samo pod Windows 2000 i Windows XP operativnim sistemima. Najvažnija novina kod AutoCAD 2005 je Sheet Set Manager. Način funkcionisanja ovog modula je neka vrsta internog Windows Explorera koji osim funkcije pretraživanja i hijerarhijske organizacije elemenata jednog projekta poseduje niz drugih korisnih funkcija posebno za one korisnike koji rade timski. Draw meni sada sadrži komandu Table ... za crtanje tabela i ima izuzetnu upotrebnu vrednost. Zatim tu je nova vrsta entiteta - polja (Fields) - zasebni objekti koji sadrže tekstualne informacije koje se u toku rada dinamički ažuriraju. Moguće je odsecanje (trimovanje) šrafure, ... itd.



Slika 1 Originalni položaj luka i šrafure



Slika 2 Kada se luk pomeri, šrafura se automatski prilagođava novoj granici

AutoCAD 2006 poseduje dinamički blok (dynamic block) kao novinu od posebnog značaja. Zatim, komandna linija

pored kursora pod nazivom Dynamic Prompt je deo onoga što spada u Dynamic Input. Opcija Associative omogućava da se šrafura automatski prilagođava promenama granica, slika 1 i slika 2.

Skoro sve novine u AutoCAD 2007 odnose se na 3D modelovanje čime je poboljšan rad sa solidima i renderovanje. Biranjem 3D radnog prostora za modelovanje (3D modeling workspace) primećuje se značajna razlika. Moguće je pomoću gripova menjati veličine koje figurišu pri kreiranju solida. Funkcija dinucs (uključuje se u statusnoj liniji) automatski se postavlja (poklapa) sa ravni iznad koje se nalazi kursor što pojednostavljuje rad.

4. ZAKLJUČAK

Dugovečnost ovog programa je zasnovana na tome što je u pitanju kvalitetan proizvod čije se mogućnosti stalno proširuju saglasno željama krajnjih korisnika.

Kompanija Autodesk kao vodeći svetski proizvođač softvera u domenu CAD/CAM tehnologija za kućne računare svoj najpoznatiji proizvod oblikovala je različitim tempom saglasno trenutku kada je AutoCAD postao osnova za nadgradnju specijalizovanih CAD aplikacija namenjenih stručnjacima različitih profila.

LITERATURA

- [1] Lazić S., AutoCAD R14, Univerzitet u Beogradu, Institut za nuklearne nauke "Vinča", centar za permanentno obrazovanje, Beograd 1997.
- [2] Petrović S., Stojanović N., Računarska grafika, AutoCAD R14, Imprime, Niš 1999.
- [3] Stojanović N., Stojanović B., Petrović S., Jovković S., Računarska grafika, AutoCAD R14 - Primeri, Imprime, Niš 2000.
- [4] Omura G., AutoCAD 2000, Kompjuter biblioteka, Čačak 2001.
- [5] Lazić S., AutoCAD 2002, Institut za nuklearne nauke "Vinča", centar za permanentno obrazovanje, Beograd 2002.
- [6] Omura G., AutoCAD 2004 i AutoCAD LT 2004, Mikro knjiga, Beograd 2004.
- [7] Autodesk, AutoCAD 2004 - osnove, zvanični priručnik za obuku, CET, Beograd 2004.
- [8] Omura G., AutoCAD 2006, Kompjuter biblioteka, Čačak 2006.
- [9] Časopisi, Svet Kompjutera, 5/2003, 4/2004, 7/2005, 6/2006.

PARAMETARSKO PROJEKTOVANJE PROIZVODA PRIMENOM RAČUNARA PARAMETRIC DESIGN OF PRODUCTS BY MEANS OF COMPUTER AIDED DESIGN

Miloš Ristić, *Viša tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Boban Cvetanović, *Viša tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj - *Savremeni procesi projektovanja praćeni su adekvatnim računarskim aplikacijama koji omogućavaju da se još u ranim fazama razvoja proizvoda izbegnu greške. Mogućnost promene vrednosti parametra u bilo kom trenutku procesa parametarskog modeliranja, praćen je automatizovanom promenom ostalih parametara zadatih relacionim zavisnostima na tehničkom modelu. Savremenim alatima za projektovanje i modeliranje štedi se vreme i značajno smanjuje cena proizvoda. Izrada tehničke dokumentacije na osnovu 3D modela, a posebno izmene tehničke dokumentacije, u mnogome se olakšane postojanjem softvera za projektovanje i modeliranje.*

Ključne reči: *konstruisanje, projektovanje za proizvodnju, modeliranje, parametarsko projektovanje, inteligentni CAD-CAM sistemi*

Abstract - *The contemporary processes of designing are characterized by the adequate computer application which makes the avoidance of errors already at early phases of a product development possible. The possibility to change parameters values at any moment of the parametric modeling process, is accompanied by the atomized change of other parameters which are defined by relation dependence on a technical model. Contemporary tools for design and modeling save time and significantly decrease the price of a product. Production of technical documentation on the basis of 3D models, and especially the corrections of technical documentation is to a great extent facilitated thanks to the software for projection and modeling.*

Key words: *designing, design for manufacturing, modeling, parametric design, intelligent CAD-CAM systems.*

1. UVOD

Savremeno tržište zahteva proizvodnju sve složenijih proizvoda, sa velikim brojem varijantnih rešenja koja odgovaraju zahtevima kupca. Tržišna konkurencija zahteva kontinualno povećanje kvaliteta proizvoda, smanjenje cene, smanjenje vremena proizvodnje kao i fleksibilnu proizvodnju. U tehničkim naukama, početkom dvadesetog veka, došle su do izražaja sve pozitivne strane spoja čovek - računar. Na osnovu mnogih naučnih disciplina, nastala je grupa računarom podržanih oblasti, tzv. CA (*Computer Aided*) discipline. Tako je na osnovu nauke o konstruisanju nastalo i računarom podržano projektovanje i konstruisanje, tj. CAD (*Computer Aided Design*), najčešće prevedeno kao "projektovanje pomoću računara", koje je danas mnogo više od običnog alata i pretenduje da postane ravnopravan učesnik u kreativnim procesima.

2. TEORIJA PROJEKTOVANJA I KONSTRUISANJA

Termini "projektovanje", "konstruisanje", "modeliranje", "oblikovanje" i drugi, često se koriste kao sinonimi za proces projektovanja i konstruisanja primenom računara.

Pod *projektovanjem* se podrazumeva "nalaženje naučno opravdanog tehničkog rešenja koje se može praktično realizovati a da pri tome zadovolji ekonomske kriterijume".

Projektovanje obuhvata definisanje tehničkog rešenja sa funkcionalnog, sadržajnog i konstruktivnog aspekta. Projektovanje proizvoda je proces definisanja proizvoda kojim se obezbeđuju njegova neophodna svojstva kvaliteta, svojstva ekonomičnosti i definišu sve informacije neophodne za projektovanje tehnološkog postupka izrade tog proizvoda.

Modeliranje je izvršna operacija procesa formiranja oblika. Geometrijski modelirati mašinski deo znači definisati njegov oblik u trodimenzionalnom (3D) prostoru.

Projektovanje proizvoda uz pomoć računara predstavlja upotrebu računara u aktivnostima procesa projektovanja i konstruisanja. CAD sistemi su računarski sistemi koji automatizuju pojedine faze procesa projektovanja i konstruisanja, pomažu projektantima i konstruktorima u pojedinim kreativnim aktivnostima, pri čemu integrišu u skladnu celinu sve primene računara u PPK.

3. FAZE PROCESA PROJEKTOVANJA I KONSTRUISANJA (PPK) I ODGOVARAJUĆE RAČUNARSKE APLIKACIJE

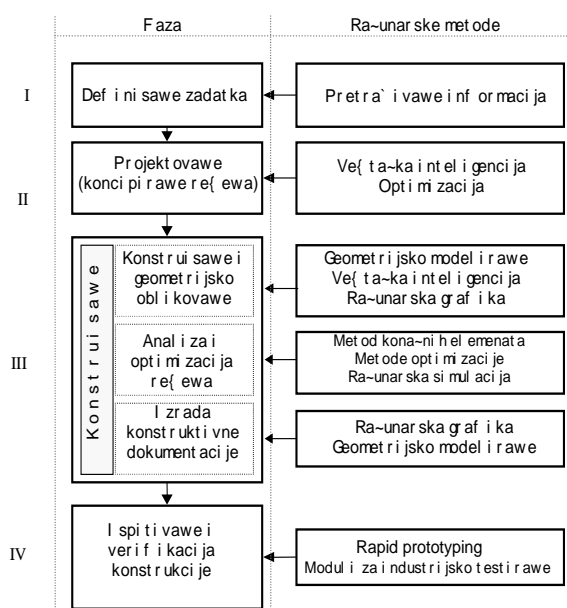
Osnovni ciljevi primene računara u PPK jesu:

- Skraćenje procesa projektovanja i konstruisanja
- Povećanje kvaliteta proizvodnje
- Smanjenje troškova proizvodnje

Aktivnosti PPK mogu se podeliti na:

kreativne (npr. formiranje koncepta proizvoda), iterativne (npr. razni proračuni) i rutinerske (npr. izrada dokumentacije)

Primena računara u PPK započela je upravo u onim njegovim fazama koje se odlikuju visokim procentom iterativnih i rutinerskih aktivnosti – pre svega za vršenje raznih analiza i izradu tehničkih crteža. Na slici 2 dat je opis aktivnosti i odgovarajuće računarske aplikacije.



Slika 1. Faze PPK i odgovarajuće računarske aplikacije

Definisanjem zadatka utvrđuje se program razvoja novih proizvoda i postavlja projektni zadatak. Računar u ovoj fazi uglavnom pretražuje informacije, najčešće putem interneta.

Tokom projektovanja proizvoda definiše se osnovna struktura proizvoda, principi rada proizvoda, njegove osnovne komponente / delovi, dimenzije, itd. Uloga računara tokom ove faze nije samo u pojedinim proračunima. Korišćenjem različitih softverskih paketa za industrijski dizajn omogućava se automatsko pretvaranje tehničkih crteža u geometrijske modele. Osim toga, razvijeni su i programi koji definišu strukturu budućeg proizvoda, tačnije funkcionalna povezanost podsklopova i elemenata mašinskih sistema.

Tokom preliminarnog konstruisanja i geometrijskog oblikovanja vrši se definisanje oblika i dimenzija svih komponenti proizvoda. Najvažniju ulogu ovde igraju metodi geometrijskog modeliranja i računarska grafika.

Zatim se vrši analiza i optimizacija konstruktivnog rešenja - vrše se različiti proračuni, analize i simulacije u cilju predviđanja ponašanja proizvoda u uslovima eksploatacije. Najčešće korišćen metod u ovoj fazi je metod

konačnih elemenata – MKE (Finite Element Analysis – FEA). On omogućava vršenje statičkih i dinamičkih proračuna elastodinamičkih svojstava mašinskih konstrukcija sa linearnim i nelinearnim svojstvima materijala i geometrije kao i proračune temperaturnih polja, probleme strujenja fluida, elektromagnetnih polja itd. Takođe se često vrši i provera kinematskih i dinamičkih svojstava mehanizama, tj. simulacija njihovog rada u realnim uslovima.

Izrada tehničke dokumentacije zasnovana je na računarskim programima.

Da bi proizvod počeo da se proizvodi neophodno je isti ispitati i verifikovati. U ovoj fazi vrši se brza izrada prototipova (rapid prototyping) i ispitivanje njihovih funkcionalnih svojstava, svojstava čvrstoće i estetskih svojstava. Brza izrada prototipova omogućava da se na osnovu računarskog modela proizvoda, upotrebom mehaničkih, toplotnih metoda ili laserskog zračenja, uz upotrebu specijalnih materijala za vrlo kratko vreme dobije prototip budućeg proizvoda.

Pošto se identifikuju potrebe i izdvoje odgovarajući koncepti, razvoj modela prolazi kroz sledeće korake:

- *Skiciranje.* Kreiranje skice, unošenje dimenzija, relacija, itd.
- *Tehnički elementi.* Kreiranje adekvatnih elemenata sa karakteristikama
- *Sklopovi.* Izbor komponenti i načina njihovog spajanja kao i uslova spajanja, itd.

Model uvek obuhvata jednu ili više skica, i jedan ili više tehničkih elemenata. Svi modeli, međutim, ne obuhvataju sklopove.

Kreiranje modela počinje skicom. Da bi kreirali 2D skicu, koristi se ravan za skiciranje ili stranica modela. Skica predstavlja profil ili poprečni presek modela, gde dodeljivanjem komande za prebrisavanje prostora (pravolinijsko "extrude", krivolinijsko "sweep" ili po krugu "revolve") ili prelivanje profila ("blend", "loft", "skin") dolazimo do 3D modela. Osim 2D skice, takođe se mogu kreirati 3D skice koje obuhvataju Z osu, kao i X i Y ose.

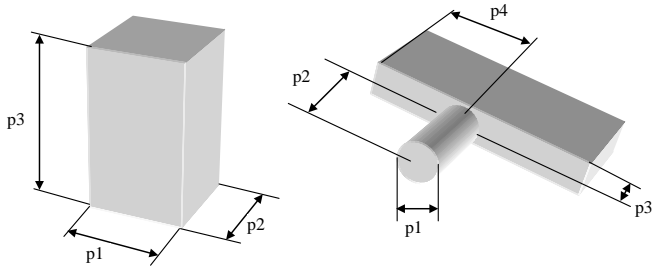
Od skice, se može kreirati tehnički element. Da bi napravili neki deo, mogu se kombinovati jedan ili više tehničkih elemenata. Zatim, postoji mogućnost kombinovanja i uparivanja odgovarajućih delova da bi kreirali sklop. Od delova ili sklopova, tada mogu da se kreiraju crteži.

Parametarsko projektovanje

Sve dimenzije karakteristike modela čuvaju se kao promenljive, odnosno parametri modela. Vrednosti parametara se zadaju:

- *sistemska*, što znači da ih sam program automatski zadaje prilikom skiciranja
- *direktno*, unošenjem odgovarajućih vrednosti na zahtev sistema, i
- *indirektno*, putem funkcionalnih, odnosno relacionih zavisnosti.

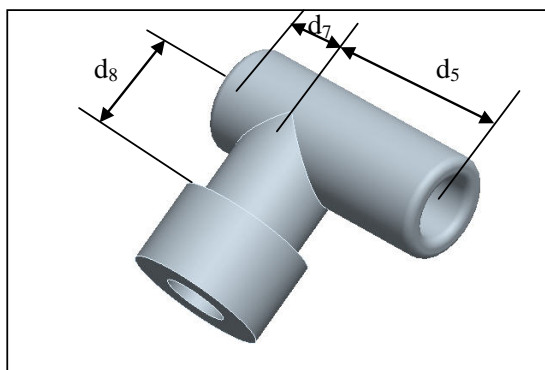
Tip i broj parametara koji definišu jednu geometrijsku formu, tehnički element, zavisi od vrste forme koja se formira, kao i parametara osnovnog profila (Slika 2).



Najčešće se relacije sekvencijalno unose red po red. Kada je potrebno relacije se mogu da izmene. To se postiže komandom za editiranje relacija. Ovom opcijom se mogu dodavati, a i brisati relacije. Ova opcija čita bazu podataka o relacijama i otvara zaseban prozor sistemskog editora (kao što je Notepad) u kome se nalazi tekst relacije.

Realacione zavisnosti

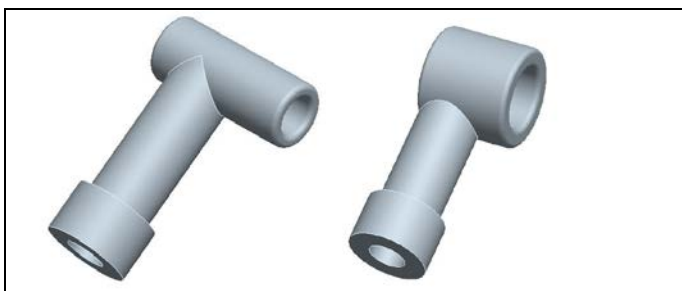
Zadržavanje dimenzionih odnosa između pojedinih elemenata profila modelskih formi, kao i između modelskih formi u okviru modela, ostvaruje se zadavanjem (eksplicitnih) funkcionalnih, odnosno relacionih zavisnosti. Relacijama se definišu vrednosti zavisno promenljivih parametara modela na osnovu nezavisno promenljivih parametara. Izbor zavisno i nezavisno promenljivih parametara i tipa, odnosno oblika relacije ili funkcije, uslovljen je konkretnim zahtevima konstrukcije i iskustvom konstruktora. Tako, na primer, može se ukazati potreba za uslovljavanjem odnosa između dužina cilindričnih tehničkih elemenata tela i vrata mašinskog elementa sa slike .



Slika 6. Primer zavisnosti između cilindričnih elemenata tela i vrata mašinskog dela

$$\text{Neka je taj odnos } d_8 = (d_5 + d_7) * 2$$

gde su d_5 i d_7 dužine cilindričnih delova geometrijske forme tela, a d_8 dužina vrata cilindričnog dela forme. Osnovna geometrija modela prikazanog na slici 6 predstavlja konceptualno rešenje proizvoda. U njemu nisu definisane tačne mere već samo suštinski odnosi i oblici pojedinih geometrijskih formi. Prava namera konstruktora i suština modela opisuju se, u ovom slučaju, prikazanom relacionom zavisnošću. Ukoliko su inicijalno zadate vrednosti dužina cilindrične forme tela $d_5 = 120 \text{ mm}$, $d_7 = 70 \text{ mm}$, onda je dužina vrata $d_8 = 380 \text{ mm}$ (slika 7). Promenom vrednosti (nezavisno promenljivih) parametara d_5 u $d_5 = 80 \text{ mm}$ i d_7 u $d_7 = 50 \text{ mm}$ (ili, pak, samo jednog od njih) vrednost (zavisno promenljivog) parametra d_8 biće $d_8 = 260 \text{ mm}$ (slika 7).



Slika 7. Promena modela usled promene vrednosti parametara

U ovom primeru, dakle, odnos između parametara ($d_5 + d_7$) i d_8 uvek će biti 1:2, ma koju vrednost imali parametri d_5 i d_7 . U opštem slučaju, zavisnosti između pojedinih parametara modela mogu biti složenije, ali njihova suštinska namena je, kao i u prikazanom jednostavnom primeru, da održe dimenzionalne odnose unutar modela.

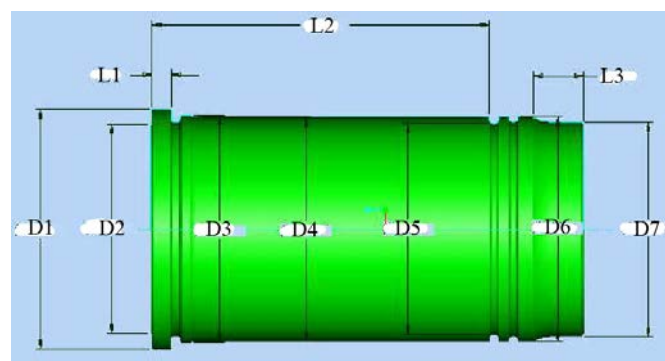
Generalno rečeno u modelu proizvoda se čuvaju podaci o geometrijskim entitetima i algoritam nastajanja nekih oblika. Promenom nekog od parametara aktiviraju se određena pravila i algoritam koji automatski redefinišu model prema novom skupu nezavisno promenljivih i zavisno promenljivih tj. parametara.

Na ovaj način model može u bilo kom momentu da se menja, dajući mogućnost projektantima da analiziraju alternativna projektantska rešenja kao i da vrše revizije i modifikacije objekata.

Primer parametarskog projektovanja cilindarske košuljice

Cilindarski sklopovi po pravilu imaju između sebe vrlo visok stepen geometrijsko-tehnološke sličnosti (bez obzira da li se radi o motorima različitih proizvođača) i pogodni su za primenu tehnike parametarskog projektovanja.

Na bazi analize geometrijskih i tehnoloških karakteristika cilindarskih košuljica, izabrana je grupa sličnih i definisan referentni model sa vodećim parametrima. Odgovarajući CAD parametarski model realizovan je u ProEngineer sistemu i prikazan je na slici 8. Na osnovu referentnog modela predstavnika grupe realizuju se eksplicitni modeli pojedinih članova grupe promenom vrednosti parametara modela.



Slika 8. Cilindarska košuljica

LITERATURA

- [1] M. Manić, *Projektovanje proizvoda i izrada geometrijskih modela ProEngineer 3D*, Program PRISMA, Mašinski fakultet u Nišu 2006.
- [2] M. Pilipović, Ž.Vasić, *Parametarsko projektovanje cilindarskih sklopova u CAD/CAM sistemima*, Osmo međunarodna konferencija fleksibilne tehnologije, Novi Sad jun 2003.
- [3] M. Manić, G. Devedžić, M. Stojković, *Analiza tehnološkičnosti primenom tehničkih elemenata*, 31. Savetovanje proizvodnog mašinstva, Kragujevac, septembar 2006.

BENCHMARKING U SAOBRAĆAJU BENCHMARKING IN TRANSPORTATION

Marijana Davidović, dipl.inž.saob. *Saobraćajni fakultet, Vojvode Stepe 305, Beograd*
Anica Milošević, *Viša tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*
Snežana Pejčić Tarle, *Saobraćajni fakultet, Vojvode Stepe 305, Beograd*

Sadržaj - *Benchmarking kao tehnika strateškog menadžmenta u oblasti saobraćaja ima za cilj da analizira funkcionisanje saobraćajnog sistema i pojedinačnih saobraćajnih preduzeća u odnosu na relevantne faktore okruženja, kako bi se definisala najbolja praksa i uskladile potrebe da se optimalno zadovolje zahtevi korisnika i to ne samo potrošača saobraćajne usluge već svih zainteresovanih strana (tzv. korisnici organizacije gde spadaju i banke, osiguravajuća društva i sl), sačuvala životna sredina, a istovremeno održala profitabilnost poslovanja saobraćajnih preduzeća. U radu se analiziraju mogućnosti primene benchmarking tehnike u saobraćaju, sa posebnim osvrtom na pozitivna evropska iskustva u oblasti železničkog saobraćaja i saobraćaja u gradovima.*

Ključne reči: Benchmarking. Saobraćaj. Evropska iskustva.

Abstract - *Benchmarking as a strategic management tool is often used for analyzing performances of transportation systems and organizations in order to determine best practice for optimal satisfaction of customers demands and not only consumers of transportation service but also all interested parts (so called. users of organization like banks, assurance companies etc.), saving the environment, and sustaining business profitability of transportation providers. This paper examines possibilities of using benchmarking technique in transportation along with representing successful European case studies in rail and urban transportation.*

Key words: Benchmarking. Transportation. European studies.

1. UVOD

U potrazi za načinom unapređenja kvaliteta ponuđenih proizvoda i usluga, kao i povećanja produktivnosti rada samih preduzeća iz oblasti saobraćaja, benchmarking tehnika se pokazala kao jedan od ključnih alata za definisanje strategije poslovanja i postizanje poslovnog uspeha.

Benchmarking omogućava svrsishodnu komparaciju poslovanja organizacija u okviru određene oblasti ili sektora, i identifikovanje najbolje prakse, a samim tim i definisanje ključnih tačaka i pravaca za unapređenje sopstvenog poslovanja.

Benchmarking tehnika je pronašla široku primenu u svim vidovima saobraćaja. Razlike u pristupu ove analize, koje su posledica različitih eksploataciono-tehničkih i organizacionih odlika pojedinih vidova prevoza rezultuju velikim brojem benchmarking studija u oblasti saobraćaja. Tako je Evropska Unija 2000.god. pokrenula studijski program "BEST" ("Benchmarking European Sustainable Transport"), u okviru koga se realizuju različite benchmarking studije u oblasti saobraćaja. Posebna pažnja je posvećena drumskom, vazdušnom i železničkom saobraćaju. Bez obzira na pomenute razlike u pristupu i sprovođenju benchmarking analize u oceni različitih aspekata saobraćajne usluge, ostaje

osnovni cilj, a to je da se oceni sopstveno poslovanje u odnosu na konkurenciju, identifikuje najbolja praksa poslovanja, i konačno unapredi sopstveno poslovanje.

2. POJAM BENCHMARKINGA

Termin «benchmark» je geodetski termin, izveden iz simbola za benchmarking Američke geološke komisije. On znači upoređivanje u odnosu na neku referentnu tačku. Verovatno je najuspešniji od svih pionira benchmarkinga bila kompanija Xerox. Ona je započela sprovođenje svog benchmarkinga krajem sedamdesetih godina u svom proizvodnom odeljenju za kopir-aparate. Druge kompanije su postigle sličan uspeh u oblasti benčmarkinga, na primer: Ford, Alkoa, Miliken, AT&T, Dipon, IBM, Džonson&Džonson, Kodak, Motorola i Teksas Instruments. Benchmarking je proglašen glavnim alatom za kvalitet. Prema definiciji Američkog centra za produktivnost i kvalitet, benchmarking predstavlja sistematski i kontinuirani proces merenja i upoređivanja vlastitog poslovanja jednog preduzeća u odnosu na drugo koje je lider u određenoj grani poslovanja, u cilju dobijanja informacija za poboljšanje svojih performansi. Na taj način benchmarking predstavlja etalon kvaliteta koji služi za poredenje.[4]

To je više od prostog upoređivanja poslovne prakse jedne organizacije sa drugom, radi poboljšanja sopstvenog procesa. Benchmarking je sredstvo za odlučivanje, rukovođeno podacima, koje služi da se promene svetskog kvaliteta implementiraju u ključnu poslovnu praksu. Kako ne postoji način da se obavlja proces koji predstavlja «večno najbolju industrijsku praksu», benchmarking je tekući proces otkrivanja, koji stalno iznova navodi na prepodešavanje radi uspostavljanja novih osnovnih pravaca kontinualnog poboljšanja. Kada se dobro obavi, benchmarking će takođe podstaknuti timski rad i ukloniti subjektivnost iz onog odlučivanja koje je od ključne važnosti za datu misiju organizacije.

2. 1. Vrste benchmarkinga

Vrste benchmarking-a su:

1. **kompetitivni (eksterni)** - poredi se jedna organizacija sa drugim sličnim ili identičnim organizacijama;
2. **funkcionalni** - kompariraju se proizvodi, usluge, distribucija, logistika, radni procesi i dr. najboljih organizacija, nezavisno od toga kojim se poslovanjem bave;
3. **interni** - poredi se geografski dislocirane filijale, poslovne jedinice, servisne grupe kod kojih se poslovanje sastoji od niza sličnih operacija koje se mogu lako međusobno porediti;
4. **generički** - sličan funkcionalnom, osim što se koncentriše na multi funkcionalne poslovne procese koji su suština poslovanja. [1]

Benchmarking se koristi u različitim formama i u različite svrhe. Ocene mogu biti kvantitativne ili subjektivne.

2. 2. Benchmarking kao proces

Termin benchmarking je često korišćen u različite svrhe i ne retko pogrešno tumačen. Posebno je teško napraviti razgraničenje između termina benchmark i benchmarking.

- ✓ **Benchmark** je standard izvrsnosti ili uspešnosti u odnosu na koga se vrši upoređivanje ili ocena. Nešto što je vredno dostizanja.
- ✓ **Benchmarking** je proces. Predstavlja sredstvo za lociranje pozicije u odnosu na superiornog konkurenta u određenoj oblasti.

Benchmarking je proces koji podrazumeva:

- *Odlučivanje* o tome šta podleže procesu benchmarkinga. Identifikacija onih procesa unutar vlastite organizacije koje treba unaprediti, formiranje benchmarking tima, priprema zaposlenih i sl;
- *Definisanje benchmark-a* – standarda izvrsnosti - primerenih pokazatelja uspešnosti, definisanje referentne, uporedive uspešnije, najboljih organizacije ili grupe organizacija (referentne grupe);
- *Determinisanje metoda za dobijanje rezultata*- Planiranje izvođenja benchmarking projekta (izbor metoda merenja, vrste podataka, definisanje plana prikupljanja podataka, kao i plana zadataka i aktivnosti, izrada popisa odgovornosti...);
- *Analiza stanja procesa* – obrazloženje vrednosti pokazatelja u odnosu na ciljeve organizacije. Analiza poslovanja referentne organizacije ili više njih (referentne grupe). Analiza podataka tj. utvrđivanje

razlika u rezultatima poslovanja sopstvene organizacije i izabrane referentne;

- *Odlučivanje o korektivnim merama koje treba sprovesti u okviru sopstvenog poslovanja*, koje će omogućiti dostizanje i prevazilaženje definisanog benchmark-a;
- *Definisanje najbolje prakse*, čijom primenom se dostiže nivo poslovne izvrsnosti. Primena novih aktivnosti i praćenje rezultata njihovog uvođenja, primena rešenja, merenje uticaja, analiza rezultata poboljšanja, uspostavljanje sistema kontinualnog poboljšanja).

Benchmarking proces se najčešće oslanja na različite indikatore, koji omogućavaju analizu sopstvenog poslovanja i uočavanje ključnih razlika između posmatranih organizacija. Učesnici u benchmarking procesu prikupljaju podatke za ove indikatore u cilju definisanja najbolje prakse u okviru posmatrane oblasti ili sektora poslovanja. Različite studije često pomažu u identifikovanju najbolje prakse, jer omogućavaju bolje razumevanje načina na koji je ta praksa razvijena i kako svakodnevno funkcioniše.

2. 3. Karakteristike uspešnog benchmarkinga

Karakteristike uspešnog benchmarkinga su:

- Fokus na ključne oblasti za postizanje ciljeva poslovanja;
- Izbor adekvatne metode merenja kako bi se izbegla mogućnost usmeravanja pažnje u pogrešnom smeru, a samim tim i loša alokacija resursa;
- Rezultati benchmarkinga moraju biti analizirani i predstavljeni na odgovarajući način kako bi ukazali na oblasti poslovanja koje zahtevaju korektivne mere i time doprinesli unapređenju.

Benchmarking se uvek izvodi sa namerom postizanja unapređenja poslovanja. Analiza može biti usmerena na proizvode, procese i/ili rezultate (izlaze). Na ovaj način se prikupljaju podaci za uvid i unapređenje koji su osnova za postizanje poslovne uspešnosti.

Ono što preostaje kada se uspostavi i realizuje benchmarking je da pojedinačne organizacije iskoriste dobijene rezultate i unaprede nivo poslovanja. To zahteva posvećenost učesnika u benchmarkingu i to ne samo u smislu samog procesa već i u prihvatanju i implementiranju dobijenih preporuka za unapređenje poslovanja. Jer, poenta benchmarkinga nije u "following the leader", već u konstruktivnom integrisanju prakse lidera u postojeće procedure poslovanja.

Neadekvatno primenjena benchmarking tehnika može dovesti do:

- Preusmeravanje pažnje sa važnih pitanja ili oblasti poslovanja;
- Konfuzije, ukoliko su rezultati u suprotnosti sa drugim smernicama poslovanja;
- Defanzivnog pristupa koji može imati za posledicu propuštanje poslovnih prilika.

2. 4. Prednosti i nedostaci benchmarkinga

Prednosti benchmarkinga su:

- Mogućnost ocene sopstvenog poslovanja u odnosu na druge učesnike na tržištu;
- Daje mogućnost reagovanja i donošenja odluka u situacijama nepotpune informisanosti.

Nedostaci benchmarkinga su:

- Poslovno okruženje je veoma dinamično – benchmarking ocene mogu imati kratko vreme aktuelnosti;
- Postoji mogućnost da neki parametri poslovanja budu neuporedivi i kada se radi o preduzećima istog sektora;
- Može se dogoditi da ne postoji dovoljno podataka za benchmarking.

Ključno za benchmarking je da vodi ka modifikaciji poslovanja u pozitivnom smislu. Benchmarking tehnika strateškog menadžmenta se često primenjuje samo za određene oblasti poslovanja preduzeća. Može se dogoditi da delovanje u pravcu pozitivne benchmarking ocene za određenu oblast poslovanja ne donosi direktnu korist preduzeću, pa je potrebno posmatrati rezultate benchmarkinga kao podstrek za modifikaciju sveukupne strategije poslovanja. Samim tim postavlja se pitanje kada je parcijalni benchmarking primenljiv. Da bi bio koristan, on mora biti fokusiran na oblast poslovanja koja se ocenjuje i dati dovoljan broj podataka za ocenu te oblasti. Važan deo benchmarkinga je definisanje značajnih odstupanja, a ključno je da ukaže na potrebu za korektivnim merama i time stimuliše dugoročno unapređenje poslovanja.

3. PRIMENA BENCHMARKINGA U SAOBRAĆAJU – EVROPSKA ISKUSTVA

Specifičnosti saobraćajne proizvodnje (koja upotrebnosti vrednosti stvara promenom mesta), neodvojivost mesta i vremena proizvodnje od mesta i vremena potrošnje, nemogućnost skladištenja, kao i ograničene mogućnosti uvoza i izvoza, zahtevaju od preduzeća iz oblasti saobraćaja jasno definisanje strategije razvoja kao jednog od najznačajnijih i najsloženijih pitanja u poslovanju. Definisanje strategije poslovanja zahteva poznavanje i analizu kako samog saobraćajnog preduzeća tako i relevantnog okruženja, u smislu društvenih, ekonomskih, tehničko-tehnoloških, ekoloških i regulativnih mera u kojima saobraćajni sistem funkcioniše. Dodatno pored potrebe da se saobraćajna preduzeća prilagođavaju promenama u složenom dinamičkom okruženju, potreba je, a u procesu evropskih integracija i obaveza, da se saobraćajni sistem naše zemlje efikasno inkorporira u evropski i svetski saobraćajni sistem.

Za uspešnu primenu benchmarkinga u saobraćaju nepohodno je dobro poznavanje specifičnosti transportnih usluga, jer neopipljivost, prostorna i vremenska neodvojivost proizvodnje od potrošnje usluga, heterogenost, nekoizistentnost i sl, u praksi standardne primene metoda strateškog menadžmenta, čine malo upotrebljivim. Dodatno, transportna usluga nema “normalan” proces realizacije: proizvodnja, prodaja, potrošnja, već se prvo prodaje, zatim najčešće istovremeno proizvodi i troši, i ne može se skladištiti.

Pored toga, u oceni poslovanja saobraćajnih preduzeća posebnu okolnost predstavljaju uslovi okruženja koji u velikoj meri definišu strukturu samog saobraćajnog sistema, bilo da se radi o prirodno geografskim, društvenim, tehničko-tehnološkim ili ekonomskim činiocima razvoja i funkcionisanja saobraćaja neke teritorije. Takođe, u svetlu savremenog koncepta održivog razvoja, a posebno održive mobilnosti, nameću se i dodatne okolnosti koje se tiču očuvanja životne sredine i eliminisanja eksternih efekata saobraćaja.

Benchmarking kao tehnika strateškog menadžmenta u oblasti saobraćaja upravo ima za cilj da analizira funkcionisanje saobraćajnog sistema i pojedinačnih saobraćajnih preduzeća u odnosu na relevantne faktore okruženja, kako bi se definisala najbolja praksa i uskladile potrebe da se optimalno zadovolje zahtevi korisnika i to ne samo potrošača saobraćajne usluge već svih zainteresovanih strana (tzv. korisnici organizacije gde spadaju i banke, osiguravajuća društva i sl), sačuvala životna sredina, a istovremeno održala profitabilnost poslovanja saobraćajnih preduzeća.

Direktorat Evropske komisije za transport veliku pažnju poklanja primeni benchmarking metode. Kao prilog tome postoji veliki broj realizovanih benchmarking studija u oblasti saobraćaja.

3.1. Benchmarking u železničkom saobraćaju

Uspešno realizovane benchmarking studije u oblastima drumskog i vazdušnog saobraćaja stvorile su prostor za sve širu primenu ove tehnike, pa je tako 10. juna 2002. god. realizovana benchmarking studija u železničkom saobraćaju u kojoj je učestvovalo 15¹ zemalja.[4]

Uzimajući u obzir da bi sveobuhvatna analiza zahtevala veoma dug period analize Međunarodna grupa za benchmarking u železničkom saobraćaju je dala preporuku da se za benchmarking indikatore izabere nekoliko najznačajnijih parametara koji se odnose na:

1. **Tačnost** – koja je od strane svih učesnika studije ocenjena kao najvažniji ili bar jedan od najvažnijih parametara kvaliteta železnice. U okviru ovog parametara kao indikatori su definisani:
 - kašnjenja do 5² minuta (procentualno za sve realizovane vožnje u toku jednog meseca);
 - razlozi kašnjenja (formirane su 4 kategorije razloga: infrastruktura; operacije; eksterni faktori i ostali).
2. **Zadovoljstvo korisnika** – koji BEST grupa smatra nezabildaznom temom za benchmarking nezavisno od vida saobraćaja koji se analizira. Postoje brojni problemi za kreiranje komparativnih podataka za ovaj parametar (socio-ekonomske i kulturne razlike zemalja; razlike u metodologiji prikupljanja i obrade podataka; razlike u predstavljanju rezultata analize). Indikatori koji su tretirani za zadovoljstvo korisnika su kvantifikovani u tri nivoa (loše, prosečno, dobro), a analizirani su: opšte zadovoljstvo; tačnost, broj sedišta, ljubaznost osoblja, cena, udobnost vožnje i sedišta; čistoća voza.
3. **Bezbednost** – Navedeni indikatori su nastali kao deo težnje da se u kratkom roku dobije ocena postojećeg stanja koja bi zajedno sa analizama nivoa i faktora povećanja transportnih zahteva poslužila kao osnov za definisanje ključnih tačaka za unapređenje poslovanja železnice.

Dalja primena benchmarkinga u železničkom saobraćaju zahteva uključivanje većeg broja indikatora koji će se pre svega odnositi na objektivni kvalitet usluge, operativnu efikasnost i tržišnu efektivnost.

¹ Austrija, Belgija, Nemačka, Finska, Francuska, Mađarska, Irska, Japan, Holandija, Norveška, Poljska, Švedska, Švajcarska, Velika Britanija

² neke zemlje tretiraju kašnjenja do 3 minuta

2. 2. Benchmarking urbanog transporta

Benchmarking koncept ima veliki potencijal kada je u pitanju ispitivanje saobraćaja u gradovima. Osnovna prednost korišćenja benchmarking koncepta u oblasti urbanog transporta je u tome što daje preporuke bazirane na iskustvima provajdera transportne usluge u gradovima, korisničkih grupa, lokalnih vlasti, itd, umesto od strane jedne centralizovane institucije.

U novembru 2003. godine, od strane Evropske Komisije pokrenut je projekat "Urban Transport Benchmarking Initiative" sa ciljem promovisanja najboljih praksi u oblasti urbanog transporta gradova u Evropi. U toku jedne godine u projektu je učestvovalo 28 gradova u cilju definisanja, sakupljanja i analize podataka u različitim oblastima (društveni okviri, City logistika, biciklistički saobraćaj, upravljanje transportnim zahtevima, organizacije i politike javnog gradskog saobraćaja).[3]

Za svaku od oblast vršena je analiza kroz 25 indikatora, koji su podeljeni u 7 grupa:

1. Indikatori za grad i region;
2. Indikatori transportne mreže;
3. Indikatori voznog parka;
4. Indikatori transportnih karakteristika;
5. Ekonomski indikatori;
6. Indikatori bezbednosti saobraćaja;
7. Indikatori zagađenosti prirodne sredine.

Podaci su analizirani primenom metoda matematičke statistike kako bi se utvrdila korelaciona zavisnost između opštih karakteristika grada i karakteristika transportne mreže i uočili trendovi.

Za uspešnu primenu benchmarkinga urbanog transporta potrebno je uzeti u obzir geografske, administrativne i političke razlike između analiziranih gradova. Često je mišljenje da je benchmarking urbanog transporta opravdan samo između gradova sličnih karakteristika kako opštih, tako i transportnih. Međutim, ne retko je slučaj da gradovi različiti po navedenim karakteristikama mogu imati opravdanu razmenu iskustava u smislu prepoznavanja trendova razvoja (prostornog širenja, promena u urbanističkim koncepcijama, granicama prstenova mobilnosti, itd.)

Iako proces benchmarkinga u oblasti urbanog transporta zahteva izuzetan profesionalni napor, kao i dalji razvoj i unapređenje same metodologije, ova metoda dobija sve veći značaj i širu primenu kada je analiza saobraćaja u gradovima u pitanju.

4. ZAKLJUČAK

Osnovna ideja benchmarkinga je jednostavna – najefikasniji način za uvođenje promena je delovanje na osnovu iskustava vodećih organizacija u referentnoj oblasti. Benchmarking je svojevrstan alat menadžmenta za postizanje kontinualnog unapređenja poslovanja kroz bolju alokaciju resursa, smanjenje troškova, kao i kroz poboljšanje kvaliteta proizvoda/usluge. Kroz proces benchmarkinga, organizacija koja uči je u koraku sa aktuelno najboljom praksom u svojoj oblasti poslovanja, umesto da se oslanja na vremenski definisane ideje koje često mogu biti utopija, s obzirom da često planirana strategija poslovanja nije ostvariva u

postojećim uslovima okruženja. Benchmarking umanjuje nepredvidivost uticaja okruženja i smanjuje poslovni rizik.

Benchmarking predstavlja veoma popularnu tehniku strateškog menadžmenta kada je oblast saobraćaja u pitanju. U prilog tome ide veliki broj realizovanih benchmarking projekata u oblasti transportnih i poštansko-telekomunikacionih usluga. Upoređivanje sopstvenog poslovanja sa liderima u oblasti saobraćaja, identifikovanje najbolje prakse i na osnovu toga definisanje pravaca za unapređenje sopstvenog poslovanja čini benchmarking alatom za postizanje poslovnog uspeha.

Uspesna primena benchmarking tehnike u saobraćaju zahteva precizno definisanje indikatora, potrebnih podataka, kao i metodologije njihovog prikupljanja i analize. S obzirom da je krajnji cilj benchmarkinga unapređenje poslovanja, a samim tim i podizanje nivoa kvaliteta same saobraćajne usluge, potrebno je jasno razgraničiti parametre objektivnog i opaženog kvaliteta, što s obzirom na specifičnosti same saobraćajne usluge zahteva izuzetan profesionalni napor.

Benchmarking je proces koji podrazumeva stalno merenje praćenje, analizu i komparaciju relevantnih performansi. Saobraćajna delatnost je vrlo dinamična i promenljiva i kada se u jednom momentu izvrši komparativna analiza to je samo trenutni presek stanja. To je polazna osnova za usvajanje i primenu određenih poboljšanja. Od tog momenta menjaju se performanse kompanije, ali se menja i konkurencija, što upućuje na neophodnost stalnog praćenja i poređenja.

Kada su zemlje u tranziciji u pitanju (što je slučaj i naše zemlje), pored potrebe da preduzeća iz oblasti saobraćaja posluju uspešno, postoji i obaveza integrisanja sopstvenog saobraćajnog sistema u evropski i svetski saobraćajni sistem. U tom smislu upoređivanje poslovanja sistema u oblasti saobraćaja sa sistemima u okruženju (naročito sa saobraćajnim sistemima zemalja koje su pridružene EU u maju 2004.) i identifikovanje najbolje prakse, uzimajući u obzir socio-ekonomske razlike, predstavlja okvir za definisanje buduće strategije poslovanja saobraćajnog sistema naše zemlje. Samim tim, benchmarking tehnika dobija veću šansu da postane jedan od napopularnijih alata strateškog menadžmenta u saobraćaju.

LITERATURA

- [1]. V.Vešović, *Menadžment u saobraćaju*, Saobraćajni fakultet Beograd, 2003.
- [2]. *Benchmarking and quality management in public transport*, EU funded Urban Transport Research Project results, 2003.
- [3]. *Urban Transport Benchmarking Initiative*, Year one final report, Jul 2004.
- [4]. *International Railway Benchmarking Report of the Railway working group*, 10 June 2002.
- [5]. Michael J. Spendolini, *The benchmarking book*, American Management Association, New York, USA, 1992
- [6]. *Benchmarking GISG working party*, General Insurance Convention & ASTIN Colloquium, 1998.
- [7]. A. Milošević, M. Davidović, S. Pejić Tarle, *Primena benchmarking metoda u intermodalnom transportu – evropska iskustva*, XII Naučno-stručna Konferencija o železnici, Niš, 2006.
- [8]. www.transportbenchmarks.org

EKSPONENCIJALNI SINUSOIDALNI AUDIO MODEL EXPONENTIAL SINUSOIDAL AUDIO MODEL

Zoran Milivojević, *Viša tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Predrag Rajković, *Mašinski fakultet, Aleksandra Medvedeva 14, Niš.*
Milorad Mirković, *Institut IRITEL, Batajnički put, Beograd.*

Sadržaj - U prvom delu rada opisani su TLS i Hankel TLS algoritmi za određivanje parametara sinusoidalnog i eksponencijalnog sinusoidalnog modela audio i govornog signala. U drugom delu rada određene su performanse eksponencijalnog sinusoidalnog modela i izvršena komparativna analiza modela za slučaj procesiranja segmenta sa izraženom i segmenta sa slabo izraženom tranzientnošću. Kod analize korišćeni su tabelarni podaci i vremenski i frekvencijski dijagrami.

Ključne reči: Eksponencijalni sinusni model; TLS algoritam.

Abstract - In the first part of this paper TLS and Hankel TLS algorithms for determination of parameters for sinusoidal and exponential sinusoidal model of audio and speech signal are described. In the second part performances of exponential sinusoidal model are determined and a comparative analysis of a model for the case of segment processing with the distinguished and poorly distinguished transiency is performed. In the analysis tabular data and time and frequency diagrams are used.

Key words: Exponential sinusoidal modeling; TLS algorithm.

1. UVOD

Sinusoidalni model (SM) je pogodan za reprezentovanje harmoničke strukture govornih i audio segmenata. Posebne pogodnosti ogleđaju se kod analize/sinteze govora (**engl. speech analysis/synthesis**) [1,2], modifikacije govora (**engl. speech modification**) [3], kodiranja govora (**engl. speech coding**) [4,5] i kodiranja audio signala (**engl. audio coding**) [6,7]. Sinusoidalni model za govorni i audio signal $s(n)$ može se prikazati u obliku:

$$s(n) \approx \sum_{k=1}^K a_k(n) \sin(2\pi f_k(n)n + \phi_k(n)). \quad (1)$$

U ovom modelu signal $s(n)$ je predstavljen kao zbir sinusnih komponenata sa vremenski promenljivom amplitudom a_k , frekvencijom f_k i fazom ϕ_k . Ovi parametri su često nepromenljivi ili sporo promenljivi u vremenu analize (vreme trajanja analizirane sekvence, odnosno segmenta). Zavisno od signala dužina kvazi-stacionarnog segmenta varira od nekoliko ms do nekoliko stotina ms [8].

Govorni i audio signali često sadrže segmente sa superponiranim šumom kao i segmente sa tranzientnim zvukom. U takvim slučajevima model opisan pomoću (1) ne daje zadovoljavajuće rezultate. U [9] prikazan je model za prezentovanje audio signala, koji je nastao proširenjem modela opisanog sa (1) dodavanjem šuma $\eta(n)$ i tranzientnog segmenta $\tau(n)$:

$$s(n) \approx \sum_{k=1}^K a_k(n) \sin(2\pi f_k(n)n + \phi_k(n)) + \eta(n) + \tau(n). \quad (2)$$

Standardima za kodiranje audio signala, kao što je MPEG-1 LI nije izričito predviđeno korišćenje modela (2). Umesto toga koristi se podopsežna koding struktura [10]. Podopsežno kodiranje je efikasno za kodiranje signala sa superponiranim šumom u širokom frekvencijskom opsegu. Međutim, kod kodiranja signala sa tranzijentnim segmentima efikasnost je bitno manja. Generalno posmatrano, tranzijentni zvuk je teško modelovati pomoću sinusnog modela. Kvalitetnije modeliranje se postiže povećanjem broja parametara modela, čime se smanjuje efikasnost kodiranja. Zbog toga se kod nekih kodnih šema najpre vrši detektovanje tranzijentnih segmenata i selektovanje kodne strukture sa povećanim rezolucijama u vremenskom domenu.

Jedan način za rešavanje ovog problema je modelovanje i kodovanje audio signala korišćenjem superpozicije sinusoida sa vremenski sporim eksponencijalnim promenama amplituda i kvazistacionarnim šumom $\eta(n)$:

$$s(n) \approx \sum_{k=1}^K a_k(n) \cdot e^{-d_k(n)n} \sin(2\pi f_k(n)n + \phi_k(n)) + \eta(n), \quad (3)$$

gde je d_k faktor prigušenja (damping faktor) k -te komponente. Eksponencijalni sinusni model (ESM) opisan je u [11]. Njegova efikasnost kod modeliranja tranzientnih segmenata prikazana je u [12,13]. Određivanje parametara modela (amplituda a_k , frekvencija f_k , faza ϕ_k i damping faktor d_k) je numerički složeno i zahteva puno računarskog vremena.

U ovom radu opisani su algoritmi za određivanje parametara eksponencijalnog sinusnog modela i određene njihove performanse.

Organizacija rada je sledeća. U sekciji 2 opisan je TLS-ESM algoritam. U sekciji 3 opisan je Hankel TLS algoritam za formiranje parametra modela. U sekciji 4 prikazani su rezultati komparativne analize primene SM i ESM modela kod tranzijentnih i netranzijentnih sekvenaca.

2. TLS-ESM ALGORITAM

TLS (**engl.** *Total Least Squares*) algoritam koristi se za određivanje parametara eksponencijalnog sinusnog modela [14]. Za ulazni segment $s(n)$, $n=1, \dots, N$, TLS algoritmom određuju se parametri modela reda L ($b(l)$, $l=1, \dots, L$) uz uslov minimiziranja:

$$\sum_{n=1}^N (\hat{s}(n) - s(n))^2 = \sum_{n=1}^N (\Delta s(n))^2, \quad (4)$$

gde je:

$$\hat{s}(n) = \sum_{l=1}^L b(l)(s(n-l) + \Delta s(n-l)), \quad n = (L+1), \dots, N. \quad (5)$$

Jedn. (5) može se zapisati u obliku:

$$\hat{s}(n) = \sum_{k=1}^K a_k(n) \cdot e^{-d_k(n)n} \sin(2\pi f_k(n)n + \phi_k(n)), \quad (6)$$

gde damping faktor d_k može biti pozitivan, negativan ili nula. Upoređivanjem jednačina (3) i (6) vidi se da je moguće primeniti TLS algoritam za određivanje parametara ESM modela, odnosno za automatsku dekompoziciju audio sekvence na određeni broj eksponencijalno dampingovanih sinusoida [15].

3. HANKEL TLS ALGORITAM

Zbog velike računarske efikasnosti za rešavanje TLS problema koristi se Hankel TLS (HTLS) algoritam. HTLS algoritam je našao intenzivnu primenu kod nuklearne magnetno rezonansne spektroskopije. U radu [15] opisan je HTLS algoritam koji za ulazne parametre: a) sekvenca $s(n)$, $n=1, \dots, N$; i b) red modela K_e ; generiše parametre procenjenih sinusoida (amplitude \hat{a}_k , frekvencije \hat{f}_k , faze $\hat{\psi}_k$, damping faktori \hat{d}_k). Algoritam se sastoji od sledećih koraka:

a) od elemenata sekvence $s(n)$ formira se Hankel-ova matrica H dimenzija $m \times n$.

b) određuje se SVD (**engl.** *singular value decomposition*) matrice H :

$$H = USV^H. \quad (7)$$

c) konstruišu se skraćene matrice ranga K_e :

$$\hat{H} = U_{K_e} S_{K_e} V_{K_e}^H, \quad (8)$$

gde U_{K_e} sadrži prvih K_e kolona matrice U , V_{K_e} sadrži prvih K_e kolona matrice V , dok je S_{K_e} podmatrica ($K_e \times K_e$) matrice S .

d) izračunava se TLS za predefinisani sistem jednačina:

$$\bar{U}_{K_e} \approx \underline{U}_{K_e} E, \quad (9)$$

gde je \bar{U}_{K_e} dobijena od matrice U_{K_e} nakon eliminisanja prve vrste, \underline{U}_{K_e} dobijena od matrice U_{K_e} nakon eliminisanja

zadnje vrste. K_e sopstvenih vrednosti od E koriste se za estimaciju polova signala:

$$\hat{z}_k = e^{(j2\pi\hat{f}_k - \hat{d}_k)}, \quad k = 1, \dots, K_e. \quad (10)$$

e) na osnovu polova signala formira se jednačina modela:

$$\hat{s}(n) = \sum_{k=1}^{K_e} c_k \hat{z}_k^{n-1}, \quad (11)$$

gde je:

$$\hat{c}_k = \frac{\hat{a}_k}{e} e^{j\psi_k}. \quad (12)$$

Uzimajući u obzir da su polovi konjugovano kompleksni, model opisan sa (11) može da se predstavi u redukovanom obliku:

$$\hat{s}(n) = \sum_{k=1}^K \hat{a}_k(n) \cdot e^{-\hat{d}_k(n-1)} \sin(2\pi\hat{f}_k(n-1) + \hat{\phi}_k), \quad (13)$$

gde je:

$$\hat{\phi}_k = \hat{\psi}_k + \pi/2, \quad k = 1, \dots, K. \quad (14)$$

Model opisan sa (13) ekvivalentan je ESM modelu opisanim sa (3).

Detaljan opis HTLS algoritma može se pronaći u [8,16].

4. PERFORMANSE ESM MODELA

Performanse ESM modela sa implementiranim HTLS algoritmom biće određene pomoću odnosa SNR (**engl.** *signal-noise ratio*) koji je definisan u [8]:

$$SNR = 10 \log_{10} \frac{\sum_{n=1}^N s^2(n)}{\sum_{n=1}^N (s(n) - \hat{s}(n))^2}. \quad (15)$$

Ovako definisan SNR predstavlja meru *preciznosti* modeliranog signala u odnosu na originalni signal.

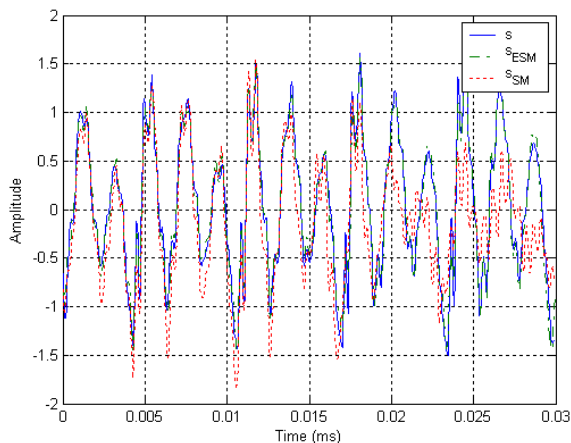
Dalje analize sprovedene su nad arhiviranim govornim signalom, čija je frekvencija semplovanja $F_s=22.050$ kHz, pomoću matematičkog paketa MatLab. Komparativne analize biće sprovedene analizom u vremenskom i frekventijskom domenu nad: a) originalnim govornim signalom (s), b) govornim signalom modelovanim pomoću sinusoidalnog modela (s_{SM}) i c) govornim signalom modelovanim pomoću eksponencijalnog sinusoidalnog modela (s_{ESM}). Naredni primeri odnose se na dva tipa sekvence: a) sa slabo izraženom tranziencom (sekvence signala gde se iskazuje periodičnost) i b) izraženom tranziencom.

4.1 Sekvence sa slabo izraženom tranziencom

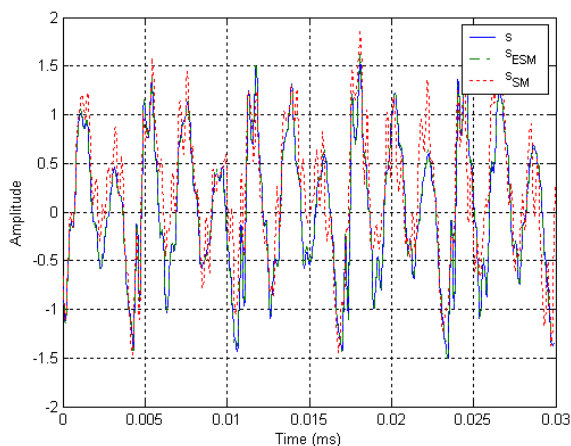
Primeri sekvence govornih i audio signala sa slabo izraženom tranziencom prikazani su na sl.1 gde je prikazan originalni signal s , modelovani signali s_{SM} i s_{ESM} za $K_e=32$. Na sl.2 prikazani su isti signali za $K_e=128$. U ovim sekvencama uočava periodičnost signala (izgovor samoglasnika, muzički signal i dr.).

4.2 Sekvence sa izraženom tranziencom

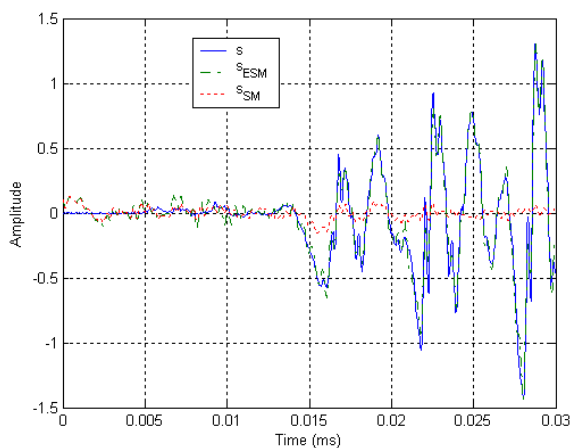
Sekvence govornog signala sa izraženim efektom tranzience modelirane su za neke vrednosti reda modela K_e ($K_e=4,8,16,32,64,128$). Vremenski oblici signala prikazani su na sl.3 ($K_e=32$) i sl.5 ($K_e=128$). Spektri signala određeni su pomoću FFT-a i prikazani na sl.4 ($K_e=32$) i sl.6 ($K_e=128$).



Slika 1. Sekvenca govornog signala kod reči 'pet' sa slabo izraženom tranziencom : a) s originalni signal, b) s_{ESM} rekonstruisani signal na osnovu procenjenih parametara ESM modela i c) s_{SM} rekonstruisani signal na osnovu procenjenih parametara SM modela ($F_s=22.050$ kHz, $K_e=32$).

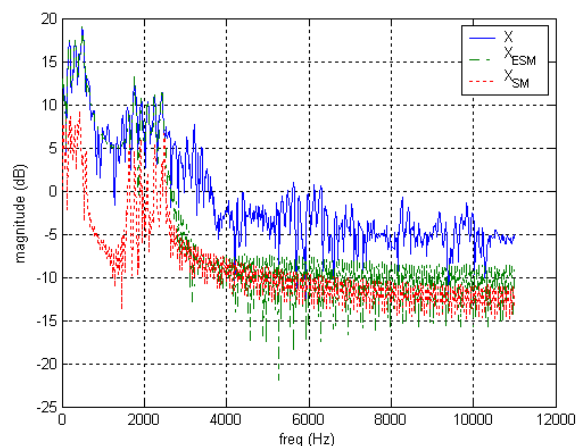


Slika 2. Sekvenca govornog signala kod reči 'pet' sa slabo izraženom tranziencom : a) s originalni signal, b) s_{ESM} rekonstruisani signal na osnovu procenjenih parametara ESM modela i c) s_{SM} rekonstruisani signal na osnovu procenjenih parametara SM modela ($F_s=22.050$ kHz, $K_e=128$).

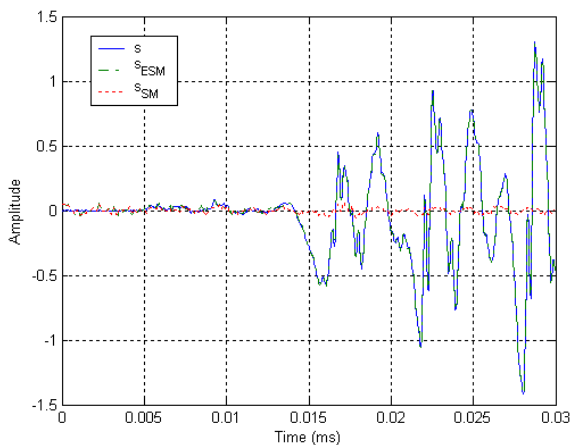


Slika 3. Tranzientni segment govornog signala kod reči 'pet': a) s originalni signal, b) s_{ESM} rekonstruisani signal na osnovu procenjenih parametara ESM modela i c) s_{SM}

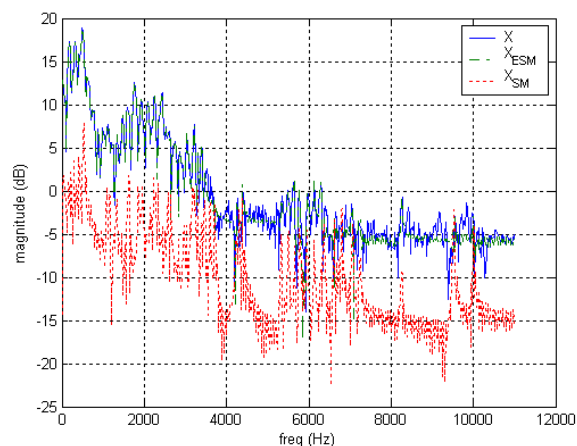
rekonstruisani signal na osnovu procenjenih parametara SM modela ($F_s=22.050$ kHz, $K_e=32$).



Slika 4. Spektar tranzientnog segmenta govornog signala kod reči 'pet': a) s originalni signal, b) s_{ESM} rekonstruisani signal na osnovu procenjenih parametara ESM modela i c) s_{SM} rekonstruisani signal na osnovu procenjenih parametara SM modela ($F_s=22.050$ kHz, $K_e=32$).



Slika 5. Tranzientni segment govornog signala kod reči 'pet': a) s originalni signal, b) s_{ESM} rekonstruisani signal na osnovu procenjenih parametara ESM modela i c) s_{SM} rekonstruisani signal na osnovu procenjenih parametara SM modela ($F_s=22.050$ kHz, $K_e=128$).



Slika 6. Spektar tranzientnog segmenta govornog signala kod reči 'pet': a) s originalni signal, b) s_{ESM} rekonstruisani signal na osnovu procenjenih parametara ESM modela i c) s_{SM}

rekonstruisani signal na osnovu procenjenih parametara SM modela ($F_s=22.050$ kHz, $K_e=128$).

U tabeli 1 prikazani su rezultati SNR-a kod sinusoidalnog i ekspanencijalnog modela za tranzijentnu i slabo prisutnu tranzijencu.

K_e	Tranzienca		Slaba tranzienca	
	SNR_{SM}	SNR_{ESM}	SNR_{SM}	SNR_{ESM}
4	0.1690	3.0173	6.0962	6.2688
8	0.4863	6.3888	9.8830	10.415
16	0.6693	8.3856	6.8996	11.7304
32	0.2837	14.637	4.4636	15.9509
64	0.1115	22.5617	3.5876	19.7519
128	0.1650	27.9215	5.2516	27.8634
Sred. vr.	0.3141	13.8186	6.03	15.33

Tabela 1. Vrednosti SNR za a) tranzijentni i b) slabo izraženi tranzijentni segment za slučaj primene sinusnog i ekspanencijalnog sinusnog modela, u zavisnosti od reda modela K_e .

Na osnovu vremenskih i frekvencijskih dijagrama kao i na osnovu tabelarnih podataka za SNR nameće se zaključak o superiornosti ESM modela u odnosu na SM model. Posebna prednost je u pogledu modeliranja signala kod tranzijentnih sekvanca. Kod tranzijentne sekvence odnos srednjih vrednosti je $13.8186/0.311=43.99$ dok je kod sekvence sa slabo izraženom tranzijencom odnos 2.54.

5. ZAKLJUČAK

U radu je opisan ekspanencijalni sinusoidalni audio model sa implementiranim HTLS algoritmom. U drugom delu rada prikazani su rezultati testiranja primene sinusoidalnog i ekspanencijalnog sinusoidalnog modela kod modeliranja govornog signala. Modeliranje je vršeno za različite parametre reda modela. Kao mera uspešnosti, odnosno preciznosti modeliranja korišćen je SNR. Analiza dobijenih rezultata ukazuje na veću efikasnost ESM u odnosu na SM kod svih vrednosti reda modela. Pored toga, rezultati pokazuju veliku efikasnost kod tranzijentnih segmenata i to, u konkretnom primeru, 43.99 puta u odnosu na SM model. Rezultati govore o opravdanosti primene ESM modela za kompresiju govornog i audio signala kod arhiviranja i prenosa komunikacionim vezama.

LITERATURA

- [1] E.B. George, M.J.T. Smit, *Speech analysis/synthesis and modification using an analysis-by-synthesis/overlap-add sinusoidal model*, IEEE Trans. Speech Audio Process. 5 (5) (September 1997) 389–406.
- [2] R.J. McAulay, T.F. Quatieri, *Speech analysis-synthesis based on a sinusoidal representation*, IEEE Trans. Acoustics, Speech and Signal Processing 34 (4) (August 1986) 744–754.
- [3] Quatieri, R.J. McAulay, *Speech transformations based on a sinusoidal representation*, IEEE Trans. Acoustics, Speech and Signal Processing 34 (6) (August 1986) 1449–1464.
- [4] R.J. McAulay, T.F. Quatieri, *Speech Coding and Synthesis*, Elsevier, Amsterdam, 1995, pp. 121–173.
- [5] L.B. Almeida, F.M. Silva, *Variable-frequency synthesis: an improved harmonic coding scheme*, in: Proceedings of the International Conference on

- Acoustics, Speech and Signal Processing, San Diego, CA, 1984, pp. 27.5.1–27.5.4.
- [6] J. Jensen, R. Heusdens, *A comparison of differential schemes for low-rate sinusoidal audio coding*, in: Proceedings of the IEEE Workshop on Applications of Signal Processing to Audio and Acoustics, New Paltz, NY, October 2003, pp. 205–208.
- [7] H. Purnhagen, B. Edler, C. Ferekidis, *Object-based analysis/synthesis audio coder for very low bit rates*, in: Proceedings of the 104th AES Convention, Amsterdam, The Netherlands, May 1998, Convention paper 4747.
- [8] K. Hermus, W. Verhelst, P. Lemmerling, P. Wambacq, S. Huffel, *Perceptual audio modeling with exponentially damped sinusoids*, Signal Processing 85 (2005) 163–176.
- [9] S.N. Levine, *Audio representations for data compression and compressed domain processing*, Ph.D. Thesis, Stanford University, December 1998.
- [10] T. Painter, A. Spanias, *Perceptual coding of digital audio*, Proceedings of the IEEE, vol. 88(4), April 2000, pp. 451–513.
- [11] K. Hermus, W. Verhelst, P. Wambacq, P. Lemmerling, *Total least squares based subband modelling for scalable speech representations with damped sinusoids*, in: Proceedings of the International Conference on Spoken Language Processing, Beijing, China, October 2000, pp. 1129–1132.
- [12] J. Jensen, S.H. Jensen, E. Hansen, *Harmonic exponential modeling of transitional speech segments*, in: Proceedings of the International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing, Istanbul, Turkey, June 2000, pp. 1439–1442.
- [13] P. Lemmerling, I. Dologlou, S. Van Huffel, *Speech compression based on exact modeling and structured total least norm optimization*, in: Proceedings of the International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing, Seattle, WA, May 1998, pp. 353–356.
- [14] S. Van Huffel, J. Vandewalle, *The Total Least Squares Problem: Computational Aspects and Analysis*, Frontiers in Applied Mathematics, vol. 9, SIAM, Philadelphia, PA, 1991.
- [15] K. Hermus, W. Verhelst, P. Wambacq, *Perceptual audio modeling based on Total Least Squares algorithms*, AES 112TH Convention, Munich, Germany, May 10-13, 2002.
- [16] S. Van Huffel, H. Chen, C. Decanniere, P. Van Hecke, *Algorithm for time-domain NMR data fitting based on total least squares*, J. Magn. Reson. A 110 (1994) 228–237.

KRATAK PREGLED BEŽIČNIH SENZORSKIH MREŽA A SHORT SURVEY OF WIRELESS SENSOR NETWORKS

Mirko Kosanović, Viša tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.

Sadržaj - Zadnjih godina svedoci smo velikog interesovanja za napredke u razvoju mikro elektro-mehaničkih sistema (Micro Electro-Mechanical Systems – MEMS) i velikog prodora bežičnih komunikacija koje zbog svoje cene i jednostavnosti primene preuzimaju primat na polju komunikacija. To je omogućilo da vizija mnogih naučnika - bežične senzorske mreže (Wireless Sensor Networks – WSN) postanu realnost. Bežične senzorske mreže se sastoje od velikog broja inteligentnih jedinica – nodova koji kontrolišu različite senzore ili aktuatora. Njihova glavna prednost je sposobnost da budu primenjene na bilo kom području, u bilo kojim uslovima gde standardne mreže nije moguće primeniti. Upravo ta sposobnost učinila je da bežične senzorske mreže postanu jedno od najinteresantnijih područja za razvoj i israživanje danas. Cilj ovog rada je da da pregled svih relevantnih pojmova koji se odnose na bežične senzorske mreže sa kratkim osvrtom na trenutno stanje i dalji razvoj istih.

Ključne reči: bežične komunikacije, mreže, senzorske jedinice.

Abstract – In recent years, we could see a great interest for advances in development in Micro Electro-Mechanical Systems (MEMS) and large implementation of wireless communications, which, because of lowcost and simple implementation, became number first on comunication field. The vision of many researcher – Wireless Sensor Networks(WSN) became reability. WSN compose of large number of inteligent unit – nodes, which control diferent sensors and actuators. Their main advantage is their ability to be deployed in almost any kind of terrain with a hostile environment where it might not be possible to use traditional wired networks. This ability make WSN to be one of most interesenting area for development and research today. The objective of this survey is to provide a contemporary look at the current state of the art in WSN and discuss the still open research issues in this field.

Key words: wireless communication, networks, sensor unit.

1. UVOD

Jedno od najatraktivnijih područja u računarskoj tehnici i komunikacijama predstavljaju bežične tehnologije koje su za kratko vreme privukle jako veliku pažnju. Veliki broj korisnika kao i veliki broj istraživača koji su stalno davali i daju doprinos na ovom polju, uslovio je da su se ove mreže jako brzo menjale i razvijale velikom brzinom. Mobilna telefonija, bežični Internet kao i nadolazeće bežične senzorske mreže predstavljaju samo neke od krajnjih proizvoda ove tehnologije koja je znatno promenila naš način življenja i ponašanja.

Bežične mreže se mogu podeliti u dve osnovne kategorije na osnovu načina njihove realizacije [1]:

1. Bežične mreže koje zahtevaju određenu infrastrukturu
 - mobilne mreže – mobilna telefonija,
 - bežične računarske mreže.
 - bežične mreže na daljinu (WWAN-Wireless Wide Area Network),

- lokalne bežične mreže (WLAN-Wireless Local Area Network),
- personalne bežične mreže (WPAN-Wireless Personal Area Network).

2. Bežične mreže koje ne zahtevaju dodatnu infrastrukturu za rad

- mobilne *ad hoc* mreže (Mobile Ad hoc NETWORKS – MANET),
- senzorske *ad hoc* mreže – mreže autonomnih senzorskih uređaja.

2. SENZORSKE AD HOC MREŽE

Po definiciji, *ad hoc* mreže predstavljaju mreže dinamičkih autonomnih mrežnih čvorova (*network node*), koji međusobno komuniciraju [2]. Na taj način oni formiraju višeskokovitu (*multihop*) radio mrežu u jednoj decentralizovanoj strukturi, održavajući povezanost bez obzira na broj i poziciju čvorova (*nodes*). Topologija mreže je ovde promenljiva jer se broj čvorova dinamički menja. Oni mogu da ispadnu iz mreže zbog uništenja, neispravnosti,

smanjenja ili gubitka el. energije. Sa druge strane moguće je ovakvu mrežu 'osvežiti' novim čvorovima i na taj način u potpunosti promeniti topologiju novonastale mreže. Jedna od osnovnih karakteristika senzorskih ad hoc mreža je da one ne zahtevaju postojanje bilo kakve fiksne infrastrukture za njeno funkcionisanje. Poruke se prenose između čvorova bez dodatnih pristupnih tačaka i drugih mrežnih elemenata koji su potrebni kod struktuiranih bežičnih mreža. Na taj način je omogućeno da čvorovi mogu da komuniciraju na mnogo većim rastojanjima nego što je domet jednog čvora. Broj čvorova kao i prostor koji oni treba da pokrivaju zavisi pre svega od karakteristika medijuma za prenos kao i primenjenih protokola rutiranja. Mnogi parametri utiču na kvalitet komunikacije između čvorova pa samim tim i na izbor odgovarajućeg ruting protokola. Neki od tih parametara su: potrošnja el. energije, vrste bežičnog prenosa kao i primenjene modulacije, promenljiv kvalitet linka, uticaj interferencije i fadinga, slabljenje u prostiranju signala. Da bi se uticaj svih ovih parametara sveo na najmanju moguću meru, potrebno je da mreža bude dinamički konfigurisana, kako bi bila sposobna da samostalno pronade odgovarajuće putanje rutiranja. U zavisnosti od konkretnih uslova i okruženja u kome se čvorovi nalaze, oni treba da budu sposobni da pronalaze adekvatne konekcije i da iste dinamički menjaju. Jednu efikasnu bežičnu senzorsku mrežu karakterišu sledeće osobine:

1. Dinamička topologija – broj čvorova je promeljiv i oni su mobilni tako da vrlo brzo menjaju svoju poziciju a samim tim uzrokuju i promenu topologije.
2. Ograničeno napajanje – kako se radi o nezavisnim čvorovima njihovo napajanje se vrši putem baterija koje imaju ograničen rok trajanja.
3. Ograničen domet – zbog malih gabarita i ograničene snage domet ovakvih uređaja je relativno mali.
4. Ograničena brzina prenosa – nisu omogućene neke velike brzine prenosa podataka a zbog uštede elek. energije ni velike količine podataka. Brzine se obično kreću od nekoliko Kbps do nekoliko Mbps.
5. Višestruki skokovi (*multihop*) – zbog smanjenog dometa ovih uređaja koristi se tehnika višestrukih skokova kako bi se domet povećao.
6. Višestruka uloga čvorova – upravo zbog *multihop* tehnike čvorovi u okviru mreže imaju ulogu i hostova i rutera jer je potrebno da prihvate podatke i preusmere saobraćaj na neke druge čvorove.

3. FAKTORI KOJI UTIČU NA RAZVOJ SEN.MREŽA

Kompleksnost bežičnih senzorskih mreža ogleda se u širokom području znanja koje je potrebno da bi se one razumele i razvijale. Od poznavanja velikog broja mikro elektromehaničkih sistema (MEMS), njihovog očitavanja i upravljanja tj. D/A i A/D konverzije, preko poznavanja mikrokontrolerskih sistema – i hardvera i sistemskog softvera, pa do poznavanja radio komunikacije – prijem i predaja signala. Uz sve to potrebno je dobro poznavanje mrežnih računarskih sistema kao i svih problema vezanih za uspostavljanje konekcije između njih: odgovarajući medijumi, topologije, protokoli i problemi vezani za rutiranje podataka jer se radi o višeskakovitim vezama (*multihop*). Kako se radi o jako širokom području postoje mnogi faktori koji utiču na razvoj i primenu ovakvih mreža. Svi ovi faktori predmet su istraživanja mnogih naučnika širom sveta koji se bave istraživanjem bežičnih senzorskih mreža. Oni

predstavljaju vrlo bitne smernice prilikom razvoja bilo koje bežične senzorske mreže i o njima se mora voditi računa ukoliko se želi postaviti brza, sigurna i kvalitetna senzorska mreža.

3.1. Hardverska realizacija

Kod projektovanja bežičnih senzorskih mreža, bez obzira da li se tu radi o hardverskoj ili softverskoj komponenti, prvi uslov koji treba ispuniti je najmanja moguća potrošnja el. energije. Kako se obično senzorski čvorovi raspoređuju u nepristupačnim oblastima, vrlo je teško izvršiti zamenu, a nekad i nemoguće, izvora napajanja u tim čvorovima. Samim tim životni vek tih čvorova je limitiran, pa se najveća pažnja treba posvetiti uštedi potrošnje el.energije tih čvorova. Kada je u pitanju hardverska komponenta normalno je da se projektovanje čvorova svodi na izbor komponenti koje manje troše el. energiju. Od tipičnog senzorskog čvora očekuje se da može da uradi sledeće: registruje događaj koji prati, izvrši odgovarajuće procesiranje registrovanog signala, grupiše dobijene podatke i izvrši njihovu konverziju i pripremu za slanje i da te iste podatke putem bežične komunikacije prosledi do sledećeg čvora. Na osnovu ovoga proizilazi i standardna konfiguracija jednog senzorskog čvora, kod koga razlikujemo četiri osnovne celine koje se izdvajaju: integrisana senzorska jedinica, procesorska jedinica za obradu podataka, komunikaciona jedinica za bežični prenos i jedinica napajanja. Neki od senzorskih čvorova mogu da imaju i neke druge specifične celine koje zavise od namene tih čvorova i odnose se na mobilizator, jedinicu za određivanje prostorne lokacije ili generatora električnog napajanja (solarne ćelije).

3.2. Softverska podrška

Veliki deo današnjih istraživanja na polju senzorskih mreža svodi se na pronalaženje adekvatnog softvera koji će, sa gledišta potrošnje elektr. energije, najoptimalnije iskoristiti skromne resurse senzorskih čvorova, i tako produžiti njihovo pravilno funkcionisanje. Uopšteno gledano celokupni softver možemo podeliti na tri velika dela i to:

1. Razvoj operativnih sistema – u primeni senzorskih mreža postavljaju se različiti zahtevi koje je vrlo teško realizovati zbog mnogih ograničenja koje imaju senzorski čvorovi. Zato je neophodno razviti odgovarajući operativni sistem koji će sa jedne strane uspešno upravljati reduciranim hardverskim mogućnostima senzorskog čvora, a sa druge strane efikasno omogućiti modularnost i robusnost jedne senzorske mreže. Mnogi operativni sistemi koji su razvijeni za *embeded* sisteme i *ad hoc* mreže (QNX, WinCE, Ariel, MagnetOS) takođe nisu pogodni za primenu u senzorskim mrežama jer zahtevaju veće memorijske resurse kao i snažnije procesore. Zbog toga razvijeni su mnogi novi operativni sistemi kao što su Inferno, Pebbel, μ OS, BerthaOS, EYES OS, MOS, Contiki, Btnodes, Tiny OS i td. Jedan od najpopularnijih operativnih sistema koji je i najviše zastupljen u senzorskim mrežama je Tiny OS. On predstavlja otvoreni, (*open source*) višekomponentni operativni sistem koji uključuje upravljanje memorijom, upravljanje jedinicama senzorskog čvora, upravljanje zadacima i upravljanje protokolom.

2. Razvoj aplikacija – prikupljanje podataka koje vrše senzorske mreže ne bi dalo efekta ukoliko ne bi postojala konkretna realizacija tih podataka tj. predstavljanje tih

podataka korisniku. Glavna istraživanja koja se danas rade je upravo približavanje relativno malih senzorskih mreža prema mreži svih mreža, a to je Internet. Spajanjem ovih mreža omogućujemo korisniku da sa bilo kog računara, kome je dostupan Internet, bilo kada i bilo gde, dođe do potrebnih podataka (*Sensor Web*). Ova veza je bitna jer omogućuje i suprotni smer tj. mogućnost delovanja na senzorski čvor u vidu davanja komandi za promenu njegovog rada i skupljanja nekih drugih parametra.

3. Razvoj simulatora senzorskih mreža – da bi uspešno mogli da projektujemo senzorske mreže, potrebni su nam neki preduslovi, a jedan od najvažnijih preduslova je da imamo mogućnost da proverimo ispravnost rada jedne takve mreže pre nego što je postavimo i pustimo u rad. Ovo je područje na kome se dosta radi i većina današnjih simulatora koji su dostupni, svodi svoj rad na simuliranje saobraćaja između čvorova a malo njih se bave simulacijom potrošnje i aspektom očitavanja podataka sa izvorišta. Postoji veliki broj simulatora, jer se oni vezuju za određeni operativni sistem na kome čvor radi, a neki od najpoznatijih su: Nido, Ns-2, OMNet++, GloMoSim, SENSE, BOIDS, Shawn, TOSSIM i drugi.

3.3. Potrošnja električne energije

Jedan od najbitnijih faktora bežičnih senzorskih mreža po kome se one razlikuje od ostalih bežičnih mreža je upravo potrošnja el. energije. Kako je izvor el. energije ovde obično limitiran (<0,5 Ah, 1,2 V) i u većini slučajeva je onemogućena zamena istog, jasno je da je životni vek senzorskog čvora direktno zavistan od potrošnje el. energije. U višeskokovitim senzorskim mrežama ovaj faktor još više dolazi do izražaja. Ovde svaki čvor ima dvostruku ulogu jer je potrebno da prikuplja podatke i da istovremeno vrši preusmeravanje podataka koje dobija od drugih senzora. Problemi u funkcionisanju nekog od čvorova u mreži (do koga može doći zbog gubitka el.energije) može dovesti do velike promene u mrežnoj topologiji, a samim tim to zahteva ponovnu organizaciju mreže kao i novom rutiranju podataka. Sve to zahteva dodatnu potrošnju ele.energije koja opet može proizvesti prekid rada novih čvorova tj. u krajnjoj istanci do potpunog prekida rada mreže. Zato i ne čudi toliko interesovanje velikog broja istraživača koji rade na protokolima i algoritmima za senzorske mreže koji štede el. energiju. Glavni zadatak senzorskog čvora u senzorskom polju je da detektuje događaj, brzo obradi podatke i da iste prosledi dalje. Shodno ovome uštedu električne energije možemo posmatrati kroz tri različita nivoa:

1. očitavanja podataka – potrošnja el.energije kod očitavanja senzora prvostepeno zavisi od prirode aplikacije. Sporadično očitavanje senzora sigurno troši manje energije od konstantnog očitavanja. Uslovi u kojima čvor radi takođe utiču na potrošnju, jer u otežanim uslovima očitavanja senzora, gde postoji veći nivo smetnji-šuma, sigurno je potrošnja veća. Jedan od načina da se na ovom nivou uštedi energija, svodi se na primeni optimalnog algoritma očitavanja koji smanjuje broj sukcesivnih koraka kod A/D konvertora tj. smanjivanju vremena koje je potrebno da se analogni podatak sa senzora prevede u digitalnu informaciju.

2. procesorska obrada podataka – energija koja je potrebna da se podaci obrade je znatno manja nego što je potrebno da se oni pošalju. Primer koji je dat u radu [3] kaže

da se približno potroši ista energija za prenos 1 Kb na rastojanju od 100 m, kao i za izvršavanje 3 miliona instrukcija na procesoru sa brzinom od 100 miliona instrukcija u sekundi. Ovaj primer nam jasno ilustruje ondos potrošnje, i praktično minimizuje sve optimizacije koje bi se radile na algoritmu za obradu podataka. Međutim na ovom nivou moguće su neke druge optimizacije potrošnje elekt. energije koje su predmet istraživanja i one se odnose pre svega na: DPM (*Dynamic Power Management*) i DVS (*Dynamic Voltage Scaling*). DPM predstavlja jednu strategiju upravljanja potrošnjom el. energije za vreme dok čvor normalno radi. Ovde se pošlo od pretpostavke da nije potrebno da svi delovi jednog čvora rade pod punim opterećenjem u jednom trenutku. Na primer, dok senzorska jedinica vrši očitavanje senzora moguće je isključiti jedinicu za komunikaciju koja u tom trenutku nije potrebna. Očigledno da je ovde primarna uloga operativnog sistema, koji putem svojih drajvera ima odlučujuću ulogu u uključivanju i isključivanju pojedinih delova čvora, a samim tim i u upravljanju potrošnje električne energije. Dalji razvoj ove tehnike doveo je do pojave DVS, koja je je otišla korak dalje, jer je omogućila dinamičku promenu napajanja i frekvencije na kojoj radi senzorski čvor. To predstavlja još jedan efikasan način da se optimizuje potrošnja el. energije u senzorskom čvoru jer ona omogućava da se u toku rada smanji ili poveća napajanje i frekvencija osnovnog kloka za rad mikroprocesora. Naime, za sve poslove koje procesor obavlja nisu uvek potrebni najoptimalniji uslovi za rad, gde se misli pre svega na veliku brzinu rada koja zahteva veću frekvenciju, veći napon napajanja a samim tim i veću potrošnju.

3. primopredaja podataka – sigurno da na ovom nivou senzorski čvor troši najveći deo svoje energije, pa prema tome ovde se i mogu postići i najveće uštede. Ovde je važno napomenuti da kod izračunavanja ukupne potrošnje treba pored aktivne potrošnje, uzeti u obzir i početnu potrošnju (*start-up power*) koja se odnosi na potrošnju el. energije koja je potrebna za uspostavljanje normalnog rada pri uključivanju čvora. Ta potrošnja nije velika ali ako se primopredajnom jedinicom šalju ili primaju mali paketi, tako da se primopredajnik više puta uključuje i isključuje, može se desiti da ukupna početna energija znatno premaši aktivnu energiju. Pronalaženje efikasnih algoritama koji će optimalno rešavati ove probleme je još jedno interesantno područje na kome mnogi istraživači rade. U radu [4] autori su dali formulu preko koje je moguće izračunati potrošnju električne energije – P_c :

$$P_c = N_T [P_T (T_{on} + T_{st}) + P_{out}(T_{on})] + N_R [P_R (R_{on} + R_{st})]$$

Gde je $P_{T/R}$ potrošnja predajnika ili prijemnika, P_{out} izlazna snaga predajnika, T_{on}/R_{on} aktivno vreme predajnika/prijemnika, T_{st}/R_{st} početno vreme predajnika/prijemnika a $N_{T/R}$ je broj uključuje/isključuje predajnika/prijemnika u jedinici vremena.

3.4. Medijumi za prenos i odgovarajući protokoli

U višeskokovitim (*multihop*) senzorskim mrežama, komunikacija između čvorova može se ostvariti putem radio, infracrvene i optičke veze. Većina današnjih senzorskih čvorova, koji su komercijalno dostupni, koriste radio vezu. Da bi mogla da se uspostavi globalna mreža potrebno je da ovi medijumi budu dostupni u celom svetu. Jedno od rešenja

je da se koristi medijum koji je besplatan u većini zemalja a to je ISM područje (*Industrial, Scientific and Medical bands*). Kako se ovde radi o malim senzorskim čvorovima koji imaju veoma malu snagu emisije, tj. limitiranu potrošnju, izbor noseće frekvencije je sveden na UHF (*Ultra High Frequency*).

Kada je reč o protokolima koji se koriste kod bežičnih senzorskih mreža možemo ih podeliti na tri velike grupe u zavisnosti na kom OSI (*Open System Interconnect*) referentnom nivou oni rade i to su:

1. MAC (*Media Access Control*) protokoli – kao što samo ime kaže ovo su protokoli koji rade na nivou veze (*link layer*) i osnovna uloga im je da uspostave sigurnu i stabilnu vezu između čvorova. Razvoj dobrog MAC protokola za bežične senzorske mreže podrazumeva da taj protokol zadovolji nekoliko važnih uslova i to: mora da bude efikasan sa gledišta potrošnje el. energije-najvažniji uslov, da bude skalabilan i da se lako adaptira na promenu broja čvorova u mreži, gustine čvorova i topologije mreže. Pored toga ovi protokoli moraju da imaju dobro vreme pristupa čvorovima (*latency*), dobar protok podataka (*throughput*) i dobru širinu opsega slanja podataka (*bandwidth*). Razvijeni su mnogi protokoli na ovom nivou a neki od najpoznatijih su: Sensor MAC (S-MAC), WiseMAC, Traffic-Adaptive MAC protokol (TRAMA), SIFT, DMAC i Timeout-MAC (T-MAC)/Dynamic Sensor-MAC (DSMAC) protokol [7].

2. Ruting protokoli – predstavljaju protokole koji se odvijaju na mrežnom nivou. Ruting protokoli u senzorskim mrežama razlikuju se od konvencionalnih ruting protokola u dva bitna detalja a to su:

- implenzija (*implosion*) - gde više čvorova ima isti podatak koji treba da se šalje pa se nepotrebno troše resursi čvorova,
- upravljanje resursima - ruting protokol se ovde zasniva na raspoloživosti i veličini resursa kojim pojedini čvor raspolaže i na osnovu toga vrši rutiranje.

Uopšteno sve ruting protokole, u zavisnosti kako se poruka rutira od pošiljaoca do primaoca, možemo podeliti u tri velike grupe i to: proaktivne (*proactive*), reaktivne (*reactive*) i mešovite. Kod proaktivnih protokola rutiranje se vrši po unapred određenim rutama koje se pamte u ruting tabelama svakog rutera, dok se kod reaktivnih protokola rutiranje vrši prema trenutnoj potrebi. Očigledno je da se rutiranje kod bežičnih senzorskih mreža vrši sa reaktivnim protokolima, jer su ovde resursi vrlo mali, a postoji veliki broj čvorova i svi oni u nekom trenutku mogu da budu ruteri, pa je neisplativo pamtit sve ruting tabele u pojedinim čvorovima. U zavisnosti kako čvorovi međusobno komuniciraju sve ruting protokole možemo podeliti na nekoliko grupa:

- direktna komunikacija – svi čvorovi šalju direktno podatke do glavnog čvora (*sink*),
- ravnomerna (*flat*) komunikacija – svi čvorovi u mreži su ravnopravni i podaci se prenose od čvora do čvora – multi hop, Tipični predstavnici ovih protokola su: SAR (*Sequential Assignment Routing*), DD (*Directed Diffusion*), SPIN (*Sensor Protocols for Information via Negotiation*).
- hijerarhijska komunikacija – radi se o skalabilnoj komunikaciji gde se u okviru jedne mreže formiraju manje grupe čvorova - klasteri u okviru kojih postoji jedan glavni čvor – bazni čvor sa kojim komuniciraju

ostali čvorovi iz te grupe. Tipični predstavnici ove grupe su: LEACH (*Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy*), TEEN (*Threshold sensitive Energy Efficient sensor Network protocol*), PEGAGIS (*Power-Efficient Gathering in Sensor Information Systems*).

3. Protokoli za grupisanje podataka – sve veći razvoj novih senzora uzrokovao je znatno povećanje količine i različitost podataka koje se prikupljaju, od kojih sve više ima podataka koji se dupliraju ili nisu potrebni za donošenje ispravne konstatacije o praćenom događaju. To znatno može da utiče na pogoršanje performansi jedne mreže pa se nameće zadatak da se ti nepotrebni podaci koji opterećuju mrežu izbace. Zato se zadnjih godina sve više razvijaju protokoli bazirani na sakupljanju podataka i njihovom selektivnom odabiru, kao i grupisanju kod slanja. Normalno tu se sada postavljaju pitanja kada, gde i kako izvršiti grupisanje podataka i kako rasporediti senzorske čvorove da bi se dobile optimalne performance jedne mreže.

4. ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada je da objasni neke od osnovnih pojmova vezanih za bežične senzorske mreže, kao i da se da kratki pregled trenutnih i budućih istraživanja u ovoj oblasti. Iz priloženog, može se zaključiti, da je područje bežičnih senzorskih mreža jedno veliko, neiscrpano polje, koje se svakog dana polako ali sigurno popunjava i napreduje. Velike mogućnosti koje stoje na raspolaganju ovim mrežama, kao i veliko područje primene istih, čine ih jednom od najinteresantnijih područja istraživanja danas kao i u budućnosti. Zato i ne čude futurističke prognoze mnogi naučnika da će ova tehnologija biti jedna od tehnologija koja će u mnogome promeniti i obeležiti život čovečanstva u narednim godinama.

LITERATURA:

- [1] Mobile ad hoc and sensor networks – Tutorial, Faculty of engineering, KMINTB (King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok), 2003.
- [2] C.Perkins, "Ad Hoc Networking", Addison Wesley, 2001
- [3] G.J.Pottie,W.J.Kaiser,"Wireless Integrated Network Sensors", Communications of the ACM, vol.43,no.5, May 2000.
- [4] Shin, E. et al., "Physical layer driven protocol and algorithm design for energy-efficient wireless sensor networks",ACM Mobicom'01,pp.272-286,Rome,July2001
- [5] M.Kuorilehto,M.Hannikainen,T.Hamalainene,"A Survey of Application Distribution in Wireless Sensor Networks", EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking, pp.774-788, May 2005.
- [6] I.F.Akyildiz, M.C.Vuran, O.B.Akan, W.Su, "Wireless Sensor Networks: A Survey Revisited, Computer Networks Journal (Elsevier Science), Vol.38,Mart 2002.
- [7] I.Demirkol, C.Ersoz, F.Alagoz, "MAC Protocol for Wireless Sensor Networks: a Survey", [online] <http://www.dei.unipd.it/wdyn/?IDfile=2073&IDsezione=3841>, 08.2006.

ХАРМОНИЧЕН АНАЛИЗ НА МАГНИТНАТА ИНДУКЦИЯ ВЪВ ВЪЗДУШНАТА МЕЖДИНА НА ПОСТОЯННОТОКОВ МИКРОДВИГАТЕЛ

*Петър Узунов, Технически университет – Габрово, 5300 Габрово, България,
 Боривое Милошевич, ВТУ Ниш, Сърбия, e-mail: vtsnis@junis.ni.ac.yu*

Резюме. В статията на базата на резултатите от анализа на магнитното поле на постояннотоков микродвигател с възбуждане от постоянни магнити е направен хармоничен анализ на магнитната индукция във въздушната междина на микродвигателя. За целта се използва бързото преобразуване на Фурие. В резултат се получава спектърът от висши хармоници на магнитното поле във въздушната междина на микродвигателя.

Ключови думи: Бързо преобразуване на Фурие, магнитно поле, метод на крайните елементи, постояннотоков микродвигател.

1. УВОД

При електромеханичното преобразуване на енергията в електрическите машини, в това число и при електрическите микромашини, основна роля играе електромагнитното поле във въздушната междина. Поради това важно значение за изследването на процесите в микромашините има хармоничния състав на това поле.

Експерименталното изследване на магнитното поле във въздушната междина е трудно поради малките ѝ размери, което на свой ред затруднява поставянето на сонди за целта.

Поради това в настоящата работа за изследване на хармоничния състав на магнитното поле във въздушната междина на постояннотоков микродвигател с възбуждане от постоянни магнити, се използват резултатите от анализа на това поле с метода на крайните елементи. От този анализ се получават дискретни стойности на магнитната индукция в крайните елементи от въздушната междина, по които може да се построи кривата на разпределението на магнитната индукция във въздушната междина във функция от ъгловата координата. С помощта на бързото преобразуване на Фурие се получава хармоничния състав на това разпределение.

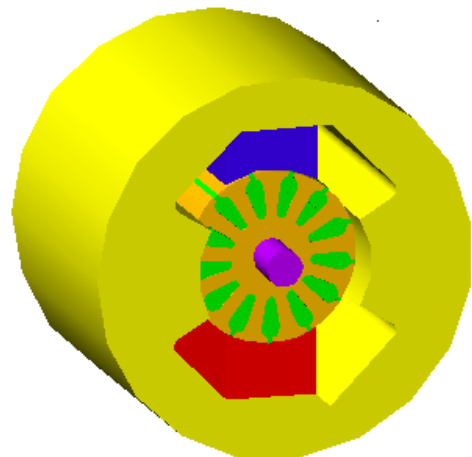
Изследваният микродвигател има конструкция, показана на фиг. 1.

Постоянните магнити 1 и 2 са висококоерцитивни редкоземни с формата на призма. Те са разположени радиално и са залепени към тялото 3 на микродвигателя. С цел намаляване на разсейването и усилване на магнитния поток в работната въздушна междина се оформят два полюсни накрайника 4 и 5, които играят

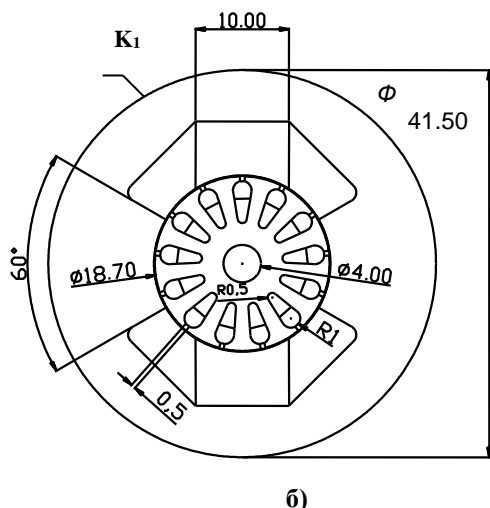
ролята на концентратори на магнитния поток и се получава четириполюсна магнитна система.

Пакета на котвата 6 на микродвигателя е набрана от листовата електротехническа стомана и в нея са оформени крушовидни канали. В тях е навита котвената намотка 7, която е двуслойна вълнова.

Двигателят има колекторно-четков апарат с две четки, набит на вала 8.



a)

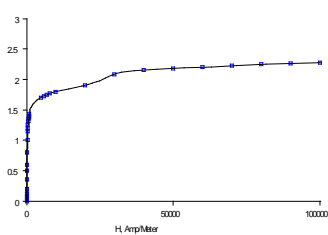


Фигура 1. Магнитна система на микродвигателя

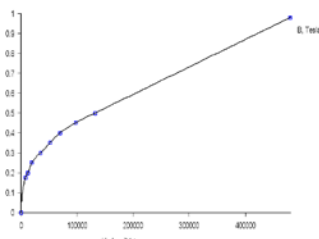
2. МОДЕЛИРАНЕ И АНАЛИЗ НА МАГНИТНОТО ПОЛЕ

Магнитното поле на микродвигателя е стационарно и се описва със следното уравнение

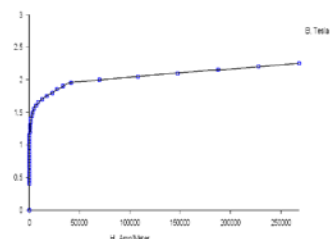
$$\vec{\nabla} \times \left(\frac{1}{\mu(\vec{B})} \vec{\nabla} \times \vec{A} \right) = \vec{J} \quad (1)$$



а)



б)



в)

Фигура 2. Основни криви на намагнитване : а) за стомана E 10(тяло на микродвигателя); б) за постоянните магнити- Фероремакс 176; в) за пакета на котвата-стомана 1511.

Постоянните магнити могат да бъдат моделирани от няколко различни, но еднакво валидни гледни точки [5].

Както се вижда от фиг. 2, кривата на размагнитване за постоянния магнит се намира в I квадрант, а не както е в действителност в II квадрант.

Стойностите на интензитета на магнитното поле и на магнитната индукция, които трябва да се въведат, се получават чрез преместване на кривата на размагнитване надясно точно с H_c , така че точката $B=0$ да се изравни с началото.

За пълното формулиране на задачата, в частта от областа, отговаряща на напречното сечение на котвената намотка на микродвигателя се задава и плътността на тока J , в съответствие с посоката на протичане на тока в нейната разгъната схема, така че да се оформят четирите полюса на намотката.

Разпределението на магнитното поле на микродвигателя може да се получи чрез решаване на уравнението (1) с помощта на метода на крайните елементи.

За целта се използва програмата FEMM 3.1[5].

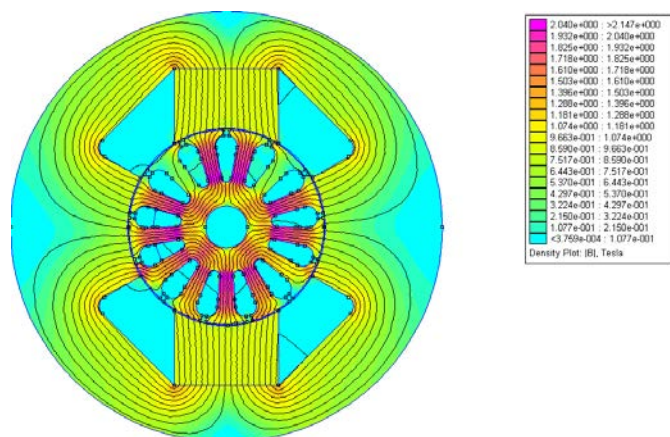
Задачата се решава в двумерния случай, в област показана на фиг.1,б и представляваща напречното сечение на микродвигателя в неговата активна зона.

Тази област се дискретизира на мрежа от 23650 възела и 47013 триъгълни крайни елементи от първи ред.

На външната окръжност на тялото(контура K_1 на фиг.1,б) се задава гранично условие на Дирихле за магнитния-вектор потенциал т.е.

$$A|_{K_1} = 0; \quad (2)$$

Програмата дава възможност да се реши нелинейната задача с отчитане на силната зависимост на магнитните свойства на феромагнитните материали от магнитната индукция. Тъй като магнитното поле на микродвигателя е стационарно това става чрез въвеждане на основните криви на намагнитване на тези материали, показани на фиг. 2,а,б,в.[5].



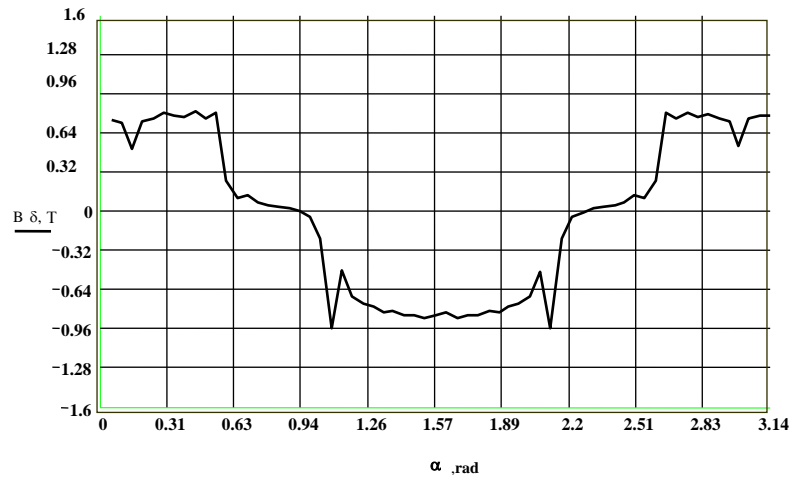
Фигура 3. Разпределение на индукцията на магнитното поле за микродвигателя

В резултат от анализа на магнитното поле се получават стойностите на магнитният-вектор потенциал \vec{A} , магнитната индукция \vec{B} , и интензитета на магнитното поле \vec{H} за всеки възел от дискретизираната област.

Разпределението на магнитната индукция в разглежданата област е показано на фиг.3.

3. МАГНИТНО ПОЛЕ ВЪВ ВЪЗДУШНАТА МЕЖДИНА НА МИКРОДВИГАТЕЛЯ

По резултатите от анализа на магнитното поле на фиг. 4 е построена зависимостта на магнитната индукция във въздушната междина $B_\delta=f(\alpha)$.



Фигура 4. Зависимост на магнитната индукция B_δ във въздушната междина от ъгъла α - $B_\delta=f(\alpha)$.

От фиг. 4 се вижда, че в кривата на пространственото разпределение на магнитната индукция във въздушната междина има провали под шийките на каналите, което би трябвало да се очаква поради намалената относителна магнитна проводимост на въздушната междина Λ_δ в тези зони [2]

$$\Lambda_\delta = \frac{\mu_0}{\delta} \quad (3)$$

Видът на тази крива показва, че магнитната индукция във въздушната междина на постоянно-токовия микродвигател е периодична функция на ъгловата координата α и съдържа висши пространствени хармоници.

Спектърът на тези хармоници може да се получи в резултат на хармоничния анализ на функцията $B_\delta=f(\alpha)$.

4. ХАРМОНИЧЕН АНАЛИЗ НА МАГНИТНАТА ИНДУКЦИЯ ВЪВ ВЪЗДУШНАТА МЕЖДИНА.

Периодичната функция $B_\delta(\alpha)$ с период $T=2\pi$ може да се представи с комплексния ред на Фурие във вида [3]

$$B_\delta(\alpha) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} C_n e^{in\alpha}, n = 0, \pm 1, \pm 2 \dots \quad (4)$$

където коефициентите C_n в разложението при известен аналитичен вид на функцията са

$$C_n = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} B_\delta(\alpha) e^{-in\alpha} d\alpha, n = 0, \pm 1, \pm 2 \dots \quad (5)$$

При това

$$|C_n| = \frac{1}{2} \sqrt{a_n^2 + b_n^2} = \frac{B_{\delta_n}}{2}, \quad (6)$$

където B_{δ_n} е амплитудата на n -тия хармоник в разложението. Неговият вид е

$$a_n \cos n\alpha + b_n \sin n\alpha = B_{\delta_n} \cos(n\alpha - \varphi_n), \quad (7)$$

където

$$B_{\delta_n} = \sqrt{a_n^2 + b_n^2}, \sin \varphi_n = \frac{b_n}{A_n}, \cos \varphi_n = \frac{a_n}{A_n} \quad (8)$$

Съвкупността от коефициентите в разложението a_n и b_n , $n=1,2,\dots$, образува честотния спектър на функцията $B_\delta=f(\alpha)$. При това $a_n=a_n(n)$ и $b_n=b_n(n)$.

Тъй като $n=1,2,\dots$, то честотния спектър на функцията $B_\delta=f(\alpha)$ ще има дискретен характер и разстоянието между отделните линии на спектъра ще бъде равно на единица.

Амплитудно- и фазочестотния спектър на функцията $B_\delta=f(\alpha)$ се определят от уравненията

$$B_{\delta_n} = 2\sqrt{a_n^2 + b_n^2}; \varphi_n = \arctg \frac{b_n}{a_n}, \quad (9)$$

а съвкупността от комплексните числа $C_n=2c_n$, определена от уравнение (5) определя нейния комплексен амплитудночестотен спектър.

Тъй като от анализа на магнитното поле на микродвигателя се разполага с дискретни стойности на магнитната индукция във въздушната междина и не е известен аналитичния вид на функцията $B_\delta=f(\alpha)$ за хармоничния и анализ е удобно да се използва дискретното преобразуване на Фурие [1]. Обемът на необходимите изчисления обаче е много голям (пропорционален на квадрата на броя на точките). За да се намали необходимото машинно време се използва бързото преобразуване на Фурие [1], при което обемът на изчисленията е пропорционален само на броя на точките.

Бързото преобразуване на Фурие е реализирано като отделна функция(FFT) на програмата за математически изчисления MATCAD[4].

Дискретните стойности на функцията $B_\delta=f(\alpha)$ се въвеждат автоматично от предварително създаден файл с данни, а след това се зареждат във вектори $\{x\}$ и $\{y\}$,

което е специфично изискване на програмата. Тъй като е необходимо да се зададат 2^m се задават $n=64$ точки с координати (α_n, B_n) .

В резултат на преобразуването се получават коефициентите C_n в (5). Те се зареждат автоматично във вектора $\{V_i\}, i=0\div 31$.

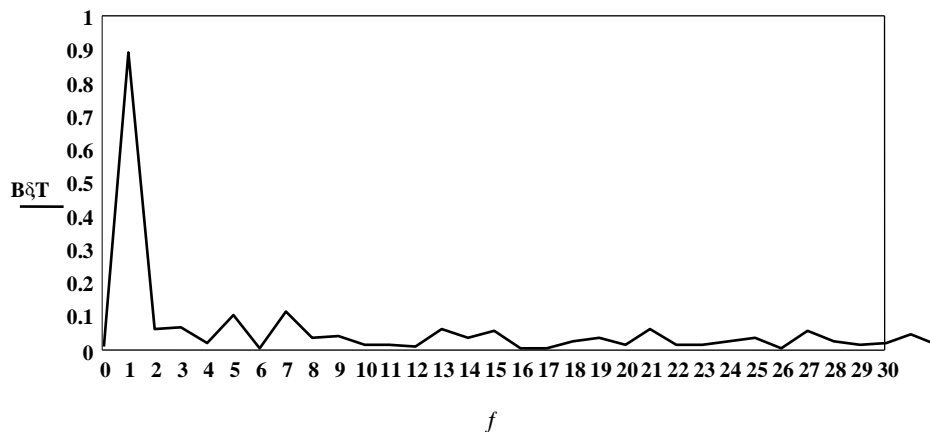
Амплитудночестотния спектър на функцията $B_\delta=f(\alpha)$ е показан на фиг.5, а фазочестотния - на фиг.6.

Амплитудата A_i на всеки един хармоник се получава по уравнение (8).

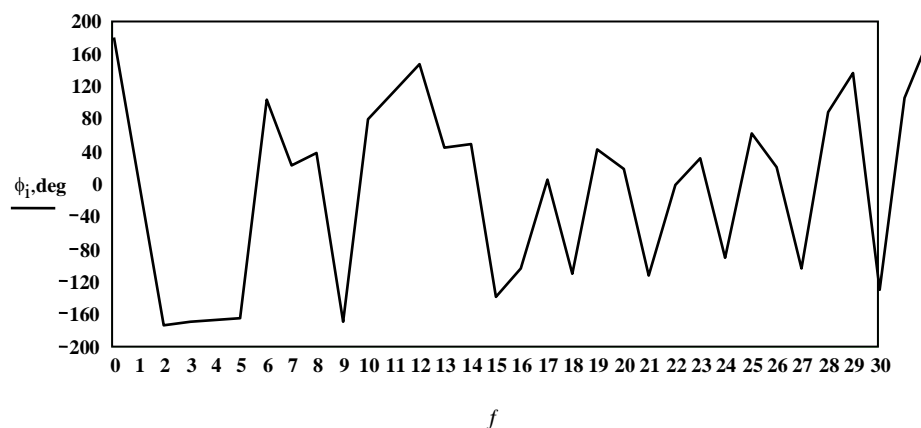
Фазата на хармоника е

$$\phi_i = \arg(V_i), \quad (10)$$

където $i=0\div 31$.



Фигура 5. Амплитудночестотна характеристика на функцията $B_\delta=f(\alpha)$



Фигура 6. Фазочестотна характеристика на функцията $B_\delta=f(\alpha)$

Резултатите от хармоничния анализ (Таблица 1), включващи честотата, амплитудата и началната фаза на хармониците, се записват от програмата в три изходни файла с данни, съответно

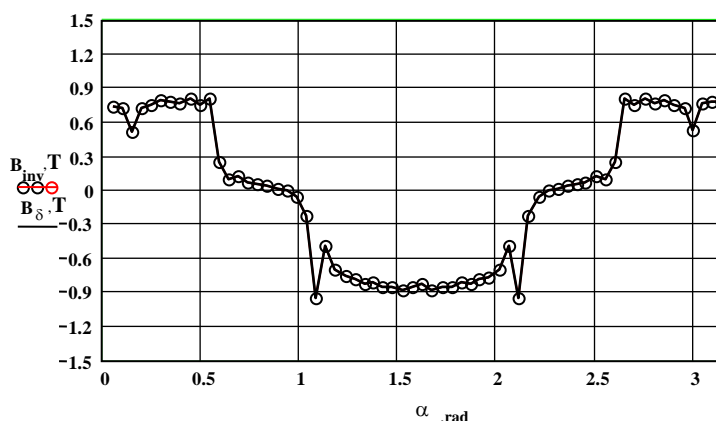
- WBF1.PRN за честотите на хармониците;
- WBM1.PRN за модулите на хармониците;
- WBF1.PRN за началните им фази.

Таблица 1. Амплитуди и фази на хармониците във въздушната междина.

Номер на хармоника	Амплитуда	Фаза
1	2	3
0	0.00738	180
1	0.88537	2.72
2	0.06141	-173.8
3	0.06712	-171.2
4	0.02059	-167.5
5	0.09982	-167.1
6	0.00381	103.0
7	0.11135	22.81
8	0.03281	36.21
9	0.03953	-169.6
10	0.01410	77.91
11	0.01123	114.7
12	0.01022	147.4
13	0.06064	44.80
14	0.03173	47.91
15	0.05310	-140.0
16	0.00211	-104.0
17	0.00427	4.46
18	0.02371	-112.3

19	0.03416	41.72
20	0.01409	16.94
21	0.06271	-112.6
22	0.01116	-3.19
23	0.01436	30.99
24	0.02399	-92.42
25	0.03657	61.93
26	0.00460	19.23
27	0.05517	-105.4
28	0.02179	88.21
29	0.01049	135.8
30	0.01945	-130.5
31	0.04626	105.3
32	0.01319	180

Програмата MATCAD позволява да се проверят резултатите от анализа на Фурие с помощта на вградената функция IFFT[4], реализираща обратното преобразуване на Фурие. Графичният вид на резултатите от нейното приложение е показан на фиг. 7 (под формата на точки). На същата фигура е начертана с непрекъсната линия и оригиналната зависимост $B_{\delta}=f(\alpha)$ от фиг. 4. От тяхното сравнение се установява верността на направения хармоничен анализ.



Фигура 7. Сравнение между зависимостите $B_{\delta}=f(\alpha)$ - оригиналната от анализа на магнитното поле и тази от обратното преобразуване на Фурие

5. Заключение

Резултатите от хармоничният анализ на функцията $B_{\delta}=f(\alpha)$ показват, че магнитната индукция във въздушната междина на постояннотоковия микродвигател не съдържа значителни по големина висши пространствени хармоници. Наличието на постоянна съставяща и четни хармоници се дължи на факта, че графиката на функцията $B_{\delta}=f(\alpha)$ не е напълно симетрична спрямо абсцисната ос поради съответната допустима изчислителна грешка при анализа на магнитното поле с МКЕ. Амплитуда на четните хармоници, обаче е под 5% от амплитудата на основния хармоник и те могат да се пренебрегнат. Вследствие неравномерната магнитна проводимост на въздушната междина поради назъбеността на ротора се създават висши пространствени хармоници на проводимостта (“зъбни” хармоници). Най-силно изразен е зъбния

хармоник с номер $v=7$, чиято амплитуда достига 12% от амплитудата на основния хармоник на магнитната индукция. Зъбните хармоници изкривяват формата на полето във въздушната междина и са причина за провали в пространствената крива на магнитната индукция.

Литература

- [1] Арриллага, Д., Д. Брэдли. *Гармоники в електрическите системи*. - Энергоатомиздат, Москва, 1990.
- [2] Брынский, Е. А., Я. Б. Данилевич, В. И. Яковлев. *Електромагнитни поля в електрически машини*. - Энергия, Ленинград, 1979.
- [3] Жевняк, Р. М., А. А. Карпук. *Высшая математика*, ч. 3. - Вышшая школа, Минск, 1985.
- [4] Matcad 7 Library Electrical Engineering WIN (CD ROM)
- [5] Meeker, D. *Finite Element Method Magnetics*, Version 3.1, User's Manual, 2001.

GENERALIZOVANA KROS-KORELACIONA METODA APLIKOVANA NA SIMULIRANIM SEIZMIČKIM SIGNALIMA

GENERALIZED CROSS-CORRELATION METHOD APPLIED ON SIMULATED SEIZMIC SIGNALS

Zoran Veličković, Viša tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.

Sadržaj - U ovom radu prezentovan je koncept određivanja diferencijalnog kašnjenja između dva signala zasnovan na izračunavanju generalizovane kros-korelacione funkcije (GCC). GCC metoda se zasniva na pouzdanom nalaženju pika kros-korelacione funkcije koji odgovara diferencijalnom kašnjenju signala. U cilju dobijanja takozvane "glatke" kros-korelacione funkcije aplikovane su različite težinske funkcije. U sredinama gde je prisutan šum, za favorizovanje frekventnog opsega signala, primenjuje se ROTH, PHAT ili SCOT težinska funkcija. Kod parcijalno koherentnih signala može se koristiti HT težinska funkcija kojom se favorizuje opseg signala sa većom koherencom. U ovom radu su simulirani realni geofonski senzorski signali i na njima je aplikovana GCC metoda sa različitim tipovima težinskih funkcija. Dobijeni rezultati pokazuju da sve težinske funkcije daju slične rezultate u uslovima idealnih simuliranih signala.

Ključne reči: Diferencijalno kašnjenje, Kros-korelaciona funkcija, težinska funkcija.

Abstract - In this paper, we present the concept of differential delay computation between two signals based on estimation the generalized cross-correlation function GCC. The GCC method is establish on certain finding the pick of cross correlation function which corresponding to differential delay of signals. There are applied several weight functions to get smooth cross-correlation function. In environment with noise, to favorite frequency band of signal, we can apply ROTH, PHAT or SCOT weight functions. For partially coherent signals, is possible to use HT processor to accentuate signal bandwidth with the higher coherence. In this work, real geophones seismic signals were simulated and applied GCC method with different type of weight functions. The results show that all weight functions have similar results in ideal conditions of simulated signal.

Key words: Differential delay, Cross-corelation funtion, Weight function.

1. UVOD

Problem izračunavanja diferencijalnog kašnjenja između signala pojavljuje se u mnogim oblastima nauke i tehnike [1]-[4]. Tako, u algoritmima za pasivnu lokalizaciju izvora kao parametar se koristi diferencijalno kašnjenje između prijemnih signala dobijenih sa prostorno razmaknutih senzora. Kao senzorski elementi mogu se koristiti osetljivi mikrofoni, hidrofoni ili geofoni. Poznate su i aplikacije sa seizmičkim signalima u realnom geološkom medijumu koje generiše sam izvor [2]. Za razliku od pasivnih sistema, kod sistema za aktivnu lokalizaciju, najčešće se primenjuje koncept emitovanja signala i analize primljenih signala. U zavisnosti od tipa aplikovanih signala razlikujemo RADAR - Radio Detection and Ranging, odnosno, SONAR - Sound Navigation and Ranging. Za analizu efekata različitih težinskih funkcija izvršeno je modelovanje seizmičkih signala. U ovom radu biće pokazan uticaj težinskih funkcija na izračunavanje diferencijalnog kašnjenja simuliranih seizmičkih signala. Seizmički signali su modelovani

eksponencijalnom funkcijom koja dobro opisuje talasni oblik realnih signala. U pasivnoj lokalizaciji izvora, najvažniji parametri su tačno određivanje brzine propagacije talasa i diferencijalno kašnjenja signala u prostorno razmaknutim sensorima.

Akustički signali čija je brzina propagacije u vazduhu dobro poznata, mogu se efikasno iskoristiti ne samo za lokalizaciju vozila već i u izračunavanju njegove brzine kretanja [3]. Pasivna lokalizacija se može implementirati u inteligentnim sistemima za detekciju, praćenje i klasifikaciju (prepoznavanje) izvora pobude [4]. U osnovi, GCC metoda je spektralna neparametarska metoda i zasniva se na izračunavanju kros-spektra između prijemnih signala. GCC metoda za izračunavanje diferencijalnog kašnjenja je dobro poznata i intezivno je istraživana u radovima [3] - [5]. Osnovni cilj ovih istraživanja je bio da se minimizira varijansa (slučajna greška) izračunavanja diferencijalnog kašnjenja u uslovima postojanja statistički nezavisnog šuma na prijemnoj lokaciji senzora. Istraživanja u ovoj oblasti su

proširena na određivanje broja izvora signala u senzorskom polju, kao i na izračunavanja diferencijalnog kašnjenja u prisustvu većeg broja izvora nego što je ukupan broj senzora u senzorskom polju.

2. OSNOVE GCC METODE

Problem izračunavanja diferencijalnog kašnjenja [5] može se formulirati na sledeći način: pretpostavimo da su S_1 i S_2 dva pasivna, nezavisna senzora, a $s_1(t)$ i $s_2(t)$ signali primljeni na sensorima respektivno. Tada važe sledeće relacije:

$$s_1(t) = s(t) + n_1(t) \quad (1)$$

$$s_2(t) = as(t - D) + n_2(t) \quad (2)$$

gde je a parametar koji predstavlja faktor slabljenja, dok su $n_1(t)$ i $n_2(t)$ nepoznati izvori šuma, $s(t)$ je izvorni signal a D je diferencijalno kašnjenje signala $s(t)$ koje je potrebno izračunati. Osnovni način izračunavanja kašnjenja je pomeranje signala $s_1(t)$ u odnosu $s_2(t)$ radi analize njihove sličnosti. Najveće slaganje signala $s_1(t)$ i $s_2(t)$ dobija se ako se jedna od sekvenci pomeri za vremenski period D . U digitalnoj obradi signala ovaj proces pomeranja jednog signala u odnosu na drugi, naziva se kros-korelacija. Pod pretpostavkom da su $n_1(t)$, $n_2(t)$ i $s(t)$ nezavisni procesi, kros-korelaciona funkcija između dva primljena signala je data izrazom:

$$R_{s_1s_2}(\tau) = E\{s_1(t)s_2(t + \tau)\} = aR_{ss}(\tau - D) + R_{n_1n_2}(\tau) \quad (3)$$

gde je τ vremenska promenljiva, $E[\bullet]$ matematičko očekivanje a $R_{ss}[\bullet]$ autokorelaciona funkcija signala $s(t)$. Parametar D se može izračunati iz jednačine (3) na sledeći način:

$$D = \arg \max_{\tau} \hat{R}_{s_1s_2}(\tau) = \arg \max_{\tau} \left\{ \frac{1}{T} \int_0^T s_1(t)s_2(t + \tau) \right\}. \quad (4)$$

Ako sa $F\{\bullet\}$ označimo Furierovu transformaciju, onda se izraz (3) može napisati u frekventnom domenu:

$$F\{R_{s_1s_2}(\tau)\} = G_{s_1s_2}(\omega) = aG_{ss}(\omega)e^{j\omega D} + G_{n_1n_2}(\omega) \quad (5)$$

gde je $G_{s_1s_2}(\omega)$ kros-spektar signala $s_1(t)$ i $s_2(t)$. Za izračunavanje nepoznatog parametra D prema izrazu (3), potrebno je odrediti kros-korelacionu funkciju. Ona se može odrediti primenom inverzne Furijeve transformacije izraza (5):

$$\hat{R}_{s_1s_2}(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} W(\omega)G_{s_1s_2}(\omega)e^{-j\omega\tau} d\omega \quad (6)$$

gde je $W(\omega)$ težinska funkcija. Izračunavanje kros-korelacione funkcije iz izraza (4) podrazumeva da vreme posmatranja signala T mora biti dovoljno dugo da bi se dobila adekvatna kros-korelaciona funkcija $\hat{R}_{s_1s_2}$. U praksi se uvek radi sa signalima konačne dužine, izvorima šuma koji nisu nezavisni, a i kros-korelaciona funkcija nema neophodno pik

na $\tau = D$. Ako se u kros-korelacionoj funkciji pojavi više pikova, to je posledica prisustva više izvora signala u senzorskom polju, refleksije signala ili periodičnosti u samim signalima. Da bi se ublažio efekat ove pojave, neophodno je "peglanje" kros-korelacione funkcije. Za "peglanje" kros-

korelacione funkcije $\hat{R}_{s_1s_2}(\tau)$ koriste se različite težinske funkcije $W(\omega)$ kako bi se obezbedilo pouzdano izračunavanje diferencijalnog kašnjenja između signala. U ovu svrhu najčešće se koriste težinske funkcije tipa: *ROTH*, *SCOT*, *PHAT*, *HT* i druge. U literaturi opisane GCC težinske funkcije za primene u izračunavanju diferencijalnog kašnjenja su date u tabeli 1.

Naziv tehnike	Težinska funkcija $W(\omega)$
<i>Cross-correlation</i>	1
<i>ROTH</i>	$\frac{1}{G_{s_1}(\omega)} \text{ ili } \frac{1}{G_{s_2}(\omega)}$
<i>SCOT</i>	$\frac{1}{\sqrt{G_{s_1}(\omega)G_{s_2}(\omega)}}$
<i>PHAT</i>	$\frac{1}{|G_{s_1s_2}(\omega)|}$
<i>HT</i>	$\frac{|\gamma_{s_1s_2}^2(\omega)|^2}{|G_{s_1s_2}(\omega)|[1 - |\gamma_{s_1s_2}^2(\omega)|^2]}$

Tabela 1. Težinske funkcije primenjene u izračunavanju kros-korelacione funkcije.

Ako se i posle aplikovanja težinske funkcije ipak javi više pikova kros-korelacione funkcije, svaki pik zaslužuje posebnu pažnju i mora da prođe kroz niz blokova odlučivanja koji imaju za cilj odbacivanje ili usvajanje regularnog pika. Efikasan algoritam za selekciju lokalnog maksimuma kros-korelacione funkcije detaljno je prikazan u radu [1]. Pod idealnim uslovima jednostavno je izdvojiti pik kros-korelacione funkcije, odnosno odrediti diferencijalno kašnjenje između signala istog uzročnika. Tačno određivanje pika kros-korelacione funkcije je nepouzdanost u slučaju nedovoljnog vremena posmatranja kros-korelacione funkcije, posebno u uslovima malog SNR odnosa. Takođe, kada kros-korelaciona funkcija sadrži više multipla kašnjenja istog signala izdvajanje samo jednog pika postaje značajan problem.

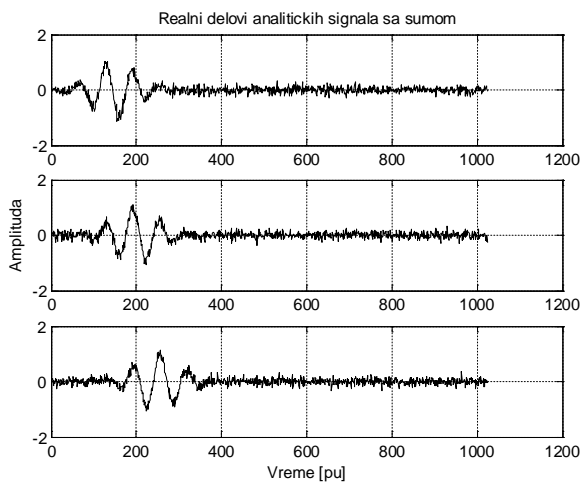
3. ANALITIČKI GEOFONSKI SIGNAL

Nalaženje korektno analitičke funkcije za simulaciju senzorskih signala je veoma važan zadatak u procesu testiranja predložene modela. Istraživanja nekih autora su pokazala da je veoma korisno senzorski signal modelovati kao kompleksni. Izračunavanje kompleksnog signala sa vremenski promenljivom amplitudnom i faznom funkcijom je istraživano u radu Golden [6]. U praktičnim realizacijama sistema za lokalizaciju izvora signala radi se sa realnim signalima. Ovako modelovani signali našli su primenu u različitim aplikacijama kao i u procesiranju seizmičkih

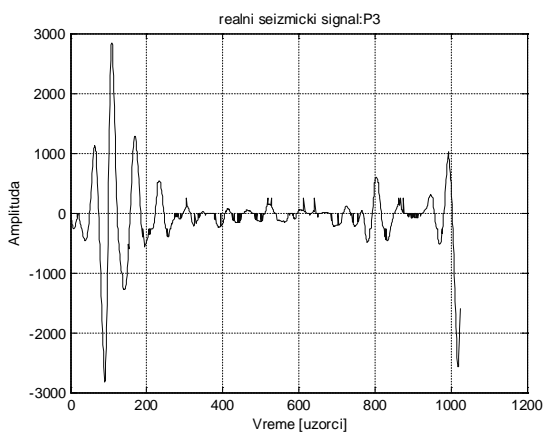
signala. Vizuelna reprezentacija talasnih oblika simuliranih i realnog seizmičkog signala u našem sistemu može se videti na slici 1 odnosno na slici 2 respektivno. U našim razmatranjima korišćena je kompleksna reprezentacija seizmičkog signala ili samo realni deo determinističkog eksponencijalnog kompleksnog signala. Talasni oblik realnog seizmičkog signala može se aproksimativno predstaviti sledećim realnim delom kompleksnog polinoma drugog reda:

$$s_n(t, \tau_n) = \Re \left\{ e^{j(\alpha t - \alpha(t - \tau_n)^2)} \right\}. \quad (7)$$

Diferencijalno kašnjenje ovako generisanih signala s_i i s_j određeno je numeričkim vrednostima parametara τ_i i τ_j respektivno. Odnosno, difrencijalno kašnjenje između signala s_i i s_j se definiše kao $\Delta t_{ji} = \tau_j - \tau_i$.



Slika 1. Realni delovi analitičkih kompleksnih signala kojima je dodat Gausov šum. Signali su generisani sa diferencijalnim kašnjenjeima: $\Delta t_{21} = 50 pu$ (perioda uzorkovanja), $\Delta t_{31} = 150 pu$ i $\Delta t_{32} = 50 pu$.



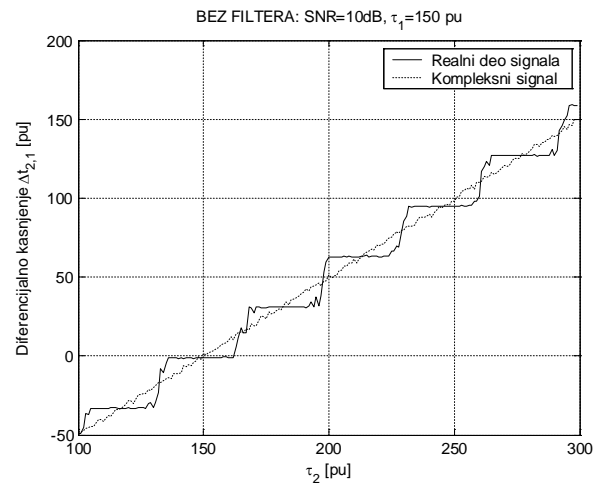
Slika 2. Realni geofonski signal.

Simulirani (i realni) signali predstavljaju usamljenu seizmičku pobudu u prozoru dužine 1024 uzoraka sa pretpostavljenom frekvencijom uzorkovanja od 1kHz. Simuliranim signalima je zadavana definisana numerička vrednost diferencijalnog kašnjenja, dok se izračunata vrednost diferencijalnog kašnjenja dobija prikazanom kros-

korelacionom metodom sa različitim težinskim funkcijama. U simulacijama signala koji su prikazani na slici 1 vrednosti parametara su: $\alpha = 200$, $\omega = 2\pi 16 \text{ rads}^{-1}$. Osnovna frekvencija senzorskog signala je $f = 16 \text{ Hz}$ i ona zapravo odgovara rezonantnoj frekvenciji geofona.

Na slici 1 dati su talasni oblici simuliranih signala koji imaju kašnjenja: $\tau_1 = 150 \text{ ms}$ od nultog trenutka (koordinatnog početka), $\tau_2 = 200 \text{ ms}$ i $\tau_3 = 250 \text{ ms}$. Na ovaj način su generisani signali sa definisanim međusobnim kašnjenjem. Primenom GCC metode sa određenom težinskom funkcijom biće proveravan uticaj određivanja diferencijalnog kašnjenja.

Na slikama 3 i 4 predstavljeni su rezultati izračunavanja diferencijalnog kašnjenja koji su dobijeni simulacijom seizmičkih signala. Eksperiment je obavljen tako što je parametar τ_1 signala s_1 postavljen na konstantnu vrednost i iznosi $\tau_1 = 150 pu$ (perioda uzorkovanja). Parametar τ_2 signala s_2 uzima vrednosti iz opsega $150 pu \leq \tau_2 \leq 250 pu$ sa korakom od jednog perioda uzorkovanja. Na ovaj način je simulirano diferencijalno kašnjenje između signala s_1 i s_2 koje se kreće u rasponu od $-50 pu$ do $150 pu$. Rezultat diferencijalnog kašnjenja je takođe određen sa rezolucijom od jednog perioda uzorkovanja.

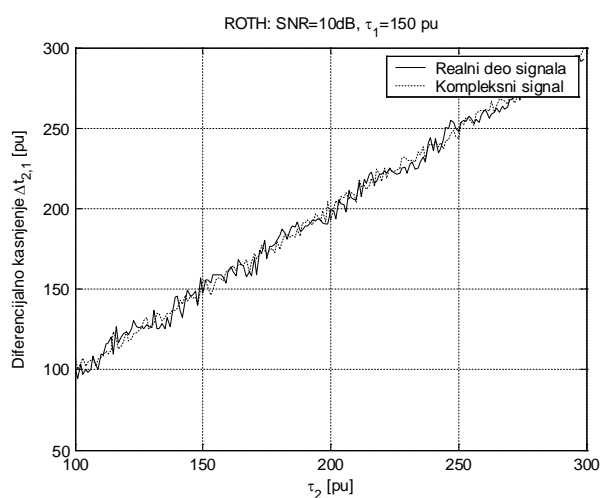


Slika 3. Diferencijalno kašnjenje dobijeno bez filtriranja GCC funkcije u opsegu parametra $150 pu \leq \tau_2 \leq 250 pu$.

Za svako definisano diferencijalno kašnjenje između signala generisan je Gausov šum koji je dodat simuliranim signalima. Ovaj postupak je ponovljen 10 puta za svaki uređeni par parametara $[\tau_1, \tau_2]$. Za određivanje diferencijalnog kašnjenja sa većom rezolucijom može se primeniti interpolacija kros-korelacione funkcije. Na slici 3 prikazani su rezultati izračunatog diferencijalnog kašnjenja koji su dobijeni za realne delove analitičkog signala odnosno za kompleksne analitičke signale. Sa slike 3 se može uočiti da se aplikovanjem kompleksnog analitičkog signala dobijaju kvalitetniji rezultati za izračunato diferencijalno kašnjenje. Takođe, može se uočiti periodičnost greške izračunavanja diferencijalnog kašnjenja kod reprezentacije signala samo realnim delom kompleksnog analitičkog signala. Ova

periodičnost se ne može uočiti kod predstave signala u kompleksnim obliku.

Slika 4 predstavlja dobijene rezultate izračunavanja diferencijalnog kašnjenja aplikovanjem težinske ROTH funkcije u izračunavanju kros-korelacije. Primetan je pomeraj čitave krive za 150pu prema većim vrednostima diferencijalnog kašnjenja. Translirajući čitavu krivu za ovaj pomeraj dobijaju se korektne vrednosti diferencijalnog kašnjenja. Ovaj efekat se ne pojavljuje u slučaju kod se primenjuje težinska funkcija $W(\omega) = 1$, odnosno kada nema filtriranja kros-korelacione funkcije. Ovo je značajna mana primene ROTH težinske funkcije na simuliranim geofonskim signalima. Međutim, periodičnost greške izračunavanja kros-korelacione funkcije realnih signala je ovde izbegnuta, što je njena veoma dobra osobina. Standardna devijacija rezultata izračunavanja diferencijalnog kašnjenja u prisustvu šuma je značajno veća nego kod primera bez filtriranja.



Slika 4. Diferencijalno kašnjenje dobijeno filtriranjem GCC funkcije ROTH težinskom funkcijom.

Ni ostale težinske funkcije iz tabele 1 ne daju značajna poboljšanja u izračunavanju diferencijalnog kašnjenja simuliranih seizmičkih signala. Ovo je posledica talasnog oblika signala, njegove širine frekvencijskog spektra, rezonantne frekvencije senzora i spektralne koherencije [3]. Na neke parametre signala se ne može se uticati, ka što je recimo širina frekventnog spektra, dok se na druge može uticati kako bi se povećala tačnost i pouzdanost izračunavanja. Tako se recimo na rezonantnu frekvenciju senzora može uticati izborom odgovarajućih tipova senzora. Još jedan bitan parametar koji može pospešiti kvalitet izračunavanja kros-korelacione funkcije je i vreme posmatranja pojave. Za stacionarne pojave može se observaciono vreme dovoljno povećati i time uticati na kvalitet izračunavanja kašnjenja. Naravno, ovaj pristup nije pogodan za slučaj nestacionarnih procesa, kod kojih karakteristike signala mogu znatno varirati u posmatranom vremenskom intervalu. Generalno, GCC metoda se veoma uspešno primenjuje kod širokopojasnih signala dok gotovo da ne daje značajna poboljšanja za slučaj kada se imaju uskopojasni signali. Kako se sa slike 3 može uočiti, mnogo značajnija poboljšanja u izračunavanju diferencijalnog kašnjenja uskopojasnih signala se dobijaju aplikovanjem kompleksnih analitičkih signala.

4. ZAKLJUČAK

U ovom radu je prezentovan uticaj specijalizovanih težinskih funkcija na izračunavanje kros-korelacione funkcije odnosno, diferencijalnog kašnjenja simuliranih seizmičkih signala. U zavisnosti od karakteristika senzorskih signala i potrebe za naglašavanjem pojedinih karakteristika signala mogu se izabrati različite težinske funkcije. Naglašavanjem pojedinih karakteristika senzorskih signala dobijaju se takozvane glatke kros-korelacione funkcije koje imaju za cilj pouzdano određivanje njihovog pika odnosno, diferencijalnog kašnjenja između senzorskih signala. Za simulirane seizmičke signale koji razmatrani u ovom radu, GCC metoda ne daje značajna poboljšanja u određivanju diferencijalnog kašnjenja. Za razliku od uskopojasnih signala, GCC metoda daje pouzdane rezultate u izračunavanju diferencijalnog kašnjenja širokopojasnih signala u uslovima prisustva šuma. Za klasu signala koje smo razmatrali u ovom radu značajna poboljšanja se dobijaju kompleksnom reprezentacijom simuliranih signala. Dobijanje "glatke" kros-korelacione funkcije, a samim tim i pouzdano određivanje diferencijalnog kašnjenja, treba zahvaliti glatkim kompleksnim anvelopama simuliranih analitičkih signala. U praksi ove signale možemo generisati primenom Hilbertove transformacije nad uzorkovanim realnim signalom. Za realne sisteme lokalizacije izvora talasa koji treba da rade u realnom vremenu izračunavanje kros-korelacione funkcije i primena neke od težinskih funkcija može biti kritična. Formiranjem senzorskih mreža sa lokalnom inteligencijom može znatno ubrzati proces izračunavanja lokacije uzročnika. Zato se za takve sisteme preporučuje upotreba specijalizovanih procesora za obradu signala u realnom vremenu – digitalnih signal procesora DSP-a.

LITERATURA

- [1] V. D. Pavlović, Z. S. Veličković, "Explicit Form Localizing of Unknown Source of Seismic Vibrations", *The International Conference on Signal Processing Applications and Technology – ICSPAT*, pp. 1097-1104, San Diego, CA, 1997.
- [2] V. D. Pavlović, Z. S. Veličković, "Measurement of Seismic Waves Propagation Velocity in the Real Medium", *The scientific journal "FACTA UNIVERSITATIS" Series: Physics, Chemistry and Technology*. Vol. 1, № 5, 1998 p.p 63-73, NIŠ 1998.
- [3] R. J. Kozick, B. M. Sadler, „Source Localization With Distributed Sensor Arrays and Partial Spatial Coherence“, *IEEE Trans. Signal Processing*, vol. 52, pp.601-616, March 2004.
- [4] G. Papadopoulos, K. Efstathiou, Yigi Li, „Implementation of Intelligent Instrument for Passive Recognition and Two-Dimensional Location Estimation of Acoustic Targets“, *IEEE Trans. On Instrumentation and Measurement*, vol. 41, pp.885-890, December 1992.
- [5] C. H. Knap G. C. Carter, „The generalized Correlation Method for Estimation of Time Delay“, *IEEE Trans. Acoust., Speech, Signal Processing*, vol. ASSP-24, pp.320-327, August 1976.
- [6] [3] S. Golden, B. Friedlander, „Maximum Likelihood Estimation, Analysis, and Applications of Exponential Polynomial Signals“, *IEEE Trans. Signal Processing*, vol. 47, pp.1493-11501, June 1999.

**REKONSTRUKCIJA NEUNIFORMNO SEMPLOVANOG SIGNALA
POLINOMIALNIM FILTRIRANJEM**
**RECONSTRUCTION OF NOT UNIFORMLY SAMPLED SIGNAL BY POLYNOMIAL
FILTERING**

Zoran Milivojević, *Viša tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Milorad Mirković, *Institut IRITEL, Batajnički put, Beograd.*

Sadržaj - U prvom delu rada prikazan je polinomialni model i algoritam za njegovo rešavanje u cilju rekonstrukcije neuniformno semplovanog signala. U drugom delu rada prikazani su rezultati izračunavanja performanse algoritma za slučajeve prisustva džitera i superponiranog belog Gauss-ovog šuma. Rezultati su prikazani posredstvom grafika kao i tabelarnog prikaza.

Ključne reči: Neuniformno semplovanje; Rekonstrukcija signala; Polinomialno filtriranje; Vremenski promenljivo filtriranje.

Abstract - In the first part of this paper a polynomial model and algorithm for its solving for the purpose of the reconstruction of not uniformly sampled signal are presented. The second part of this paper shows the calculation results of the performance of the algorithm for the cases where jitter and superimposed white Gaussian noise are present. The results are presented by means of graphics and tables.

Key words: Nonuniform sampling; Signal reconstruction; Polynomial filtering; Time-varying filter.

1. UVOD

Neuniformno semplovanje javlja se kao posledica: a) nestabilnosti stepena za vremensko taktovanje AD konvertora ili b) algoritamski kontrolisanog taktovanja radi postizanja definisanih karakteristika sistema (sistemi za uštedu energije [1, 2], ...).

Rekonstrukcija uniformno semplovanog signala realizuje se pomoću idealnog NF filtra koji se može konstruisati aproksimacijom analognog NF filtra. Međutim, rekonstrukcija neuniformno semplovanog signala zahteva upotrebu filtra čiji su parametri promenljivi u vremenu i prilagođeni signalu, odnosno metodu semplovanja. U nekim slučajevima javlja se potreba za resemplovanjem signala i omogućavanju dalje obrade metodama koje se primenjuju kod uniformno semplovanih signala (filtriranje, rekonstrukcija,...).

Metodi za rekonstrukciju neuniformno semplovanih signala baziraju se na računski složenim iterativnim algoritimima [3,4]. Predloženi algoritmi podrazumevaju frekvencijsko limitiranje signala [5] i interpolaciju [6,7]. Posebnu grupu predstavljaju algoritmi zasnovani na predikciji [8, 9].

U [10, 11] opisani su algoritmi za polinomialno filtriranje. U [11] prikazan je algoritam za određivanje koeficijenta filtra za rekonstrukciju neuniformno semplovanog signala

primenom metode najmanjeg kvadrata. Koristan signal se modelira polinomom L-tog reda. U model signala uključena je greška koja se javlja u obliku komponente šuma, koja se superponira u prenosnom kanalu, a posledica je odmeravanja prilikom semplovanja, ili je generiše neki drugi spoljašnji izvor. Konceptcija algoritma je na minimiziranju efekta komponente šuma uz pretpostavku da je greška modeliranja mala.

U ovom radu biće određene performanse algoritma iz [11]. Performanse su određene preko srednje kvadratne greške. Analize su obavljene za slučajeve prisustva džitera i superponiranog belog Gauss-ovog šuma. Rezultati će biti prezentirani posredstvom grafika i tabela.

Organizacija ovog rada je sledeća. U sekciji 2 je prikazan polinomialni algoritam za filtriranje neuniformno semplovanih signala, koji je detaljno opisan u [11]. U sekciji 3 prikazani su rezultati analize algoritma prilikom procesiranja signala sa: a) džiterom (sekcija 3.1) i b) belim Gauss-ovim šumom i džiterom (sekcija 3.2).

2. POLINOMIALNI MODEL

Vremenski kontinualni signal $x_C(t)$ se uzorkuje (sempluje) u vremenskim intervalima t_n koji mogu da se predstave sa:

$$t_n = nT + \Delta_n, \quad (1)$$

gde je T srednja vrednost intervala smplovanja a Δ_n sekvenca slučajnih vrednosti sa nultom srednjom vrednošću i varijansom σ_Δ^2 . Diskretni signal je:

$$x(t_n) = x_c(t_n), \quad n = -\infty, \dots, \infty, \quad (2)$$

i sastavljen je od korisnog signala $u(t_n)$, komponente šuma $w(t_n)$ (šum koji se superponira u prenosnom kanalu, kao posledica dejstva spoljašnjih izvora i dr.):

$$x(t_n) = u(t_n) + w(t_n), \quad n = -\infty, \dots, \infty. \quad (3)$$

Za potrebe digitalnog procesiranja diskretni signal $x(t_n)$ se deli na vremenske sekvence dužine N (N uzoraka signala) u cilju daljeg procesiranja. Nakon toga svaka sekvenca signala $x(t_n)$ se modelira polinomom L -tog reda. U tom slučaju se signal može predstaviti kao:

$$x(t_n) = u(t_n) + w(t_n) \equiv p(t_n) + e'(t_n) + w(t_n), \quad n = 0, 1, \dots, N-1, \quad (4)$$

gde je $e'(t_n)$ greška modeliranja a $p(t)$ polinom L -tog reda:

$$p(t) = \sum_{k=0}^L c_k (t-t_0)^k. \quad (5)$$

Vreme t meri se u odnosu na trenutak smplovanja t_0 . Ukupna greška koja utiče na uspešnost rekonstrukcije signala je:

$$e(t_n) = e'(t_n) + w(t_n), \quad n = 0, 1, \dots, N-1. \quad (6)$$

Koeficijenti c_k određuju se iz uslova minimiziranja funkcije:

$$E = \sum_{n=0}^{N-1} e^2(t_n) = \sum_{n=0}^{N-1} [x(t_n) - p(t_n)]^2. \quad (7)$$

Uvodeći vektorsku notaciju jednačina (7) se piše u obliku:

$$E = e^T e = (x - p)^T (x - p), \quad (8)$$

gde je $\mathbf{x} = [x(t_0) \ x(t_0) \ \dots \ x(t_{N-1})]^T$, $\mathbf{p} = [p(t_0) \ p(t_0) \ \dots \ p(t_{N-1})]^T$ i $\mathbf{e} = [e(t_0) \ e(t_0) \ \dots \ e(t_{N-1})]^T$.

Jednačinu (8) moguće je zapisati u obliku:

$$E = (\mathbf{x} - \mathbf{U}\mathbf{c})^T (\mathbf{x} - \mathbf{U}\mathbf{c}) = \mathbf{c}^T \mathbf{U}^T \mathbf{U} \mathbf{c} - 2\mathbf{c}^T \mathbf{U}^T \mathbf{x} + \mathbf{x}^T \mathbf{x}, \quad (9)$$

gde je $\mathbf{U} = [\mathbf{u}_0 \ \mathbf{u}_0 \ \dots \ \mathbf{u}_L]$, $\mathbf{u}_k = [0 \ (t-t_0)^k \ \dots \ (t_{N-1}-t_0)^k]^T$ i $\mathbf{c} = [c_0 \ c_1 \ \dots \ c_L]^T$. Optimalna vrednost koeficijenata \mathbf{c} izračunava se diferenciranjem i izjednačavanjem sa nulom, nakon čega se dobija:

$$\mathbf{c}_{opt} = [\mathbf{U}^T \mathbf{U}]^{-1} \mathbf{U}^T \mathbf{x}. \quad (10)$$

Rekonstruisani signal u bilo kom trenutku t je:

$$y(t) = p(t) = \sum_{k=0}^L c_{opt,k} (t-t_0)^k = \mathbf{c}_{opt}^T \mathbf{v}(t), \quad (11)$$

gde je $\mathbf{v}(t) = [1 \ (t-t_0) \ \dots \ (t-t_0)^{L-1}]^T$. Zamenom jednačine (10) u (11) dobija se:

$$y(t) = \mathbf{x}^T \mathbf{U}^T [\mathbf{U}^T \mathbf{U}]^{-1} \mathbf{v}(t) = \mathbf{x}^T \mathbf{M} \mathbf{v}(t). \quad (12)$$

Izračunavanje izlaznog signala $y(t)$ može se opisati sledećim algoritmom:

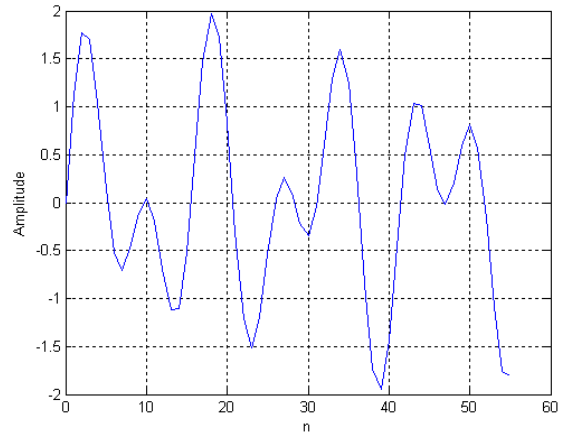
Korak 1: Izračunavanje matrice \mathbf{M} na osnovu seta vremena smplovanja ulaznog signala t_n ($n=0, 1, \dots, N-1$),

Korak 2: Izračunavanje vektora $\mathbf{v}(t)$ u skladu sa vremenima resemplovanja izlaznog signala $y(t)$,

Korak 3: Izračunavanja izlaznog signala $y(t)$.

3. PERFORMANSE ALGORITMA

Performanse opisanog algoritma (srednja kvadratna greška, koeficijent efikasnosti) biće testirane za slučaj pojave: a) džitera i b) džitera i superponiranog šuma. Numeričke vrednosti biće određene posredstvom simulacija u matematičkom paketu MatLab. Efikasnost algoritma za polinomialno filtriranje biće testirana za $N=7$ i $L=5$. Originalni signal generisan je kao suma sinusoidalnih signala frekvencije $f_1=0.07f_s$ i $f_2=0.123f_s$, gde je f_s frekvencija smplovanja (sl.1).



Slika 1. Originalni signal (dužine $8N$) sastavljen od sinusoidalnih signala frekvencije $f_1=0.07f_s$ i $f_2=0.123f_s$, (f_s frekvencija smplovanja).

3.1 Signal sa džiterom

Kao mera kvaliteta algoritma u prisustvu džitera može se koristiti srednja kvadratna greška između originalnog $x(n)$ i signala sa džiterom $y_J(n)$:

$$MSE_J = \frac{1}{M} \sum_{n=0}^{M-1} [x(n) - y_J(n)]^2, \quad (13)$$

i originalnog i rekonstruisanog (resemplovanog) signala $y_{JR}(n)$:

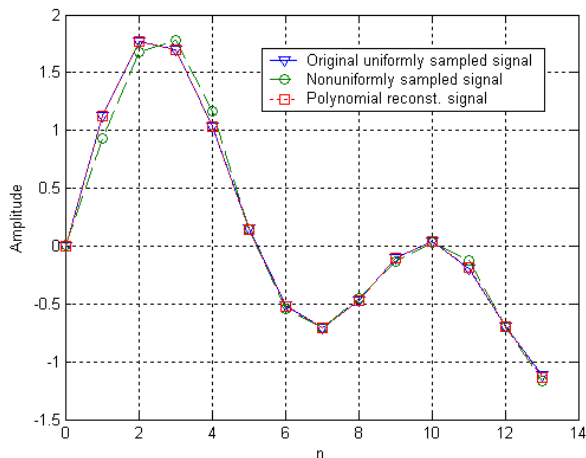
$$MSE_{JR} = \frac{1}{M} \sum_{n=0}^{M-1} [x(n) - y_{JR}(n)]^2. \quad (14)$$

gde je $M=KN$ ukupna dužina signala, N dužina sekvence i K broj sekvenca. Koeficijent efikasnosti algoritma može se definisati kao:

$$r_e = \frac{MSE_{JR}}{MSE_J}, \quad (15)$$

gde je $0 < r_e \leq 1$. Manja vrednost r_e označava veću efikasnost algoritma.

Na sl.2 prikazani su originalni (∇), neuniformno semplovani signal usled prisustva džitera $\Delta=0.5$ (o) i filtrirani (\square) signal za $K=2$ i $M=14$. Vrednosti srednjih kvadratnih grešaka MSE_J i MSE_{JR} i koeficijenta efikasnosti r_e prikazane su u tbl.1.



Slika 2. Originalni (∇), neuniformno semplovan (o) i filtrirani (\square) signal ($\Delta=0.5$, $K=2$ i $M=14$).

K	MSE_J	$MSE_{JR} (x10^{-5})$	r_e
1	0.0102	0.53993	0.00052
2	0.0057	2.3185	0.0040
4	0.0071	1.5697	0.0022
8	0.0087	1.6432	0.0019
16	0.0091	2.0606	0.0023
32	0.0075	1.8933	0.0025
64	0.0076	1.7405	0.0023
128	0.0080	1.7945	0.0022
256	0.0082	1.7701	0.0022
512	0.0082	1.7658	0.0022
1024	0.0082	1.7668	0.0022

Tabela 1. Originalni (∇), neuniformno semplovan (o) i filtrirani (\square) signal ($\Delta=0.5$).

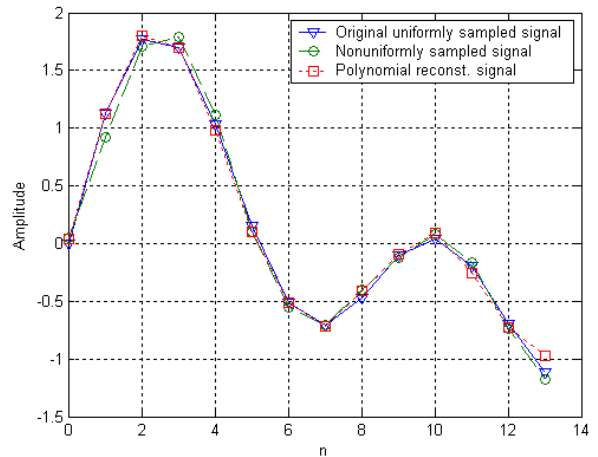
3.2 Signal sa šumom i džiterom

Kao mera kvaliteta algoritma u prisustvu belog Gauss-ovog šuma koristi se srednja kvadratna greška u funkciji odnosa silnal/šum:

$$MSE = f(SNR, N, L), \quad (16)$$

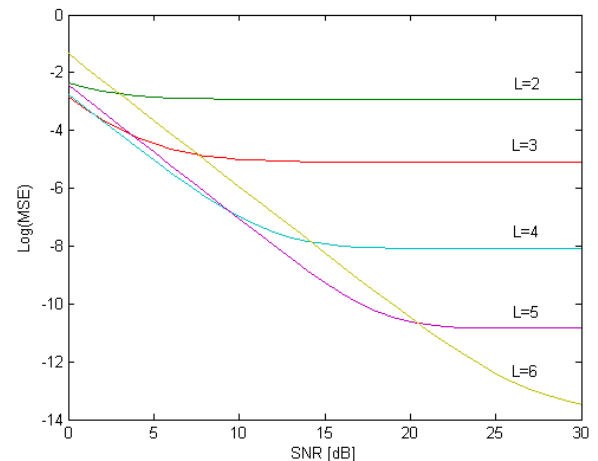
gde je $SNR = 10 \log(x/\sigma)$, σ varijansa superponiranog Gauss-ovog šuma, N dužina analiziranog segmenta i L red interpolacionog polinoma.

Na sl.3 prikazani su originalni (∇) signal sa superponiranim Gauss-ovim šumom ($\sigma=0.1$), neuniformno semplovani signal usled prisustva džitera $\Delta=0.5$ (o) i filtrirani (\square) signal za $K=2$ i $M=14$. Δ je sekvenca slučajnih vrednosti sa nultom srednjom vrednošću i varijansom σ^2 . Opseg vrednosti je striktno limitiran na $|\Delta| < T/2$.



Slika 3. (∇): originalni signal sa superponiranim Gauss-ovim šumom ($\sigma=0.1$). (o): neuniformno semplovan signal usled prisustva džitera ($\Delta=0.5$). (\square): rekonstruisani signal.

Na sl.4 prikazana je srednjekvadratna greška MSE u logaritamskoj razmeri, izračunata prema jedn.16, za $N=7$ i $L=2 \div 6$.



Slika 4. Zavisnost srednje kvadratne greške (MSE) od odnosa signal-šum (SNR) reda interpolacionog polinoma (L) za segment dužine $N=7$.

Na osnovu grafika sa sl.4 zaključuje se da je optimalan izbor reda polinoma $L=N-1$, gde je N dužina segmenta.

4. ZAKLJUČAK

U radu je prikazan algoritam za rekonstrukciju neuniformno semplovanog signala, koji je detaljno opisan u radu [11]. U drugom delu rada definisani su parametri za ocenjivanje performanse algoritma (srednja kvadratna greška i koeficijent efikasnosti). Na osnovu rezultata, prikazanih posredstvom grafika i tabela, vidi se superiornost polinomalnog algoritma za rekonstrukciju signala (MSE_{JR} je reda 10^{-5}) kod različitih dužina segmenata u odnosu signal sa džiterom (MSE_J je reda 10^{-3}). Koeficijent efikasnosti je reda $r_e=0.0022$. Kod signala sa superponiranim šumom optimalan izbor reda polinoma je $L=N-1$ (primer u radu $N=7 \Rightarrow L=6$).

LITERATURA

- [1] G.B. Irvine, L. Wang, P. Dickman, *Variable-Rate Data Sampling for Low-Power Microsystems Using Modified Adams Method*, IEEE Trans. Signal Process. Vol. 51 (December 2003), 3182-3190.
- [2] F. Marvasti, *A Unified Approach to Zero-Crossings and Nonuniform Sampling*, Nonuniform Publishing, Oak Park, IL, USA, 1987.
- [3] F. Marvasti, M. Analoui, M. Gamshadzahi, *Recovery of signals from nonuniform samples using iterative methods*, IEEE Trans. Signal Process. 39 (April 1991) 872-878.
- [4] E.I. Plotkin, M.N.S. Swamy, Y. Yoganandam, *A novel iterative method for the reconstruction of signals from nonuniformly spaced samples*, Signal Processing 37 (1994) 203-213.
- [5] D.H. Mugler, *Linear prediction of a bandlimited signal from past samples at arbitrary points: an SVD-based approach*, Proceedings of the 1995 Workshop on Sampling Theory and Applications (SampTA'95), Jurmala (Riga), Latvia, September 20-22, 1995, pp. 113-118.
- [6] H. Choi, D.C. Munson, *Analysis and design of minimax optimal interpolators*, IEEE Trans. Signal Process. 46 (6) (June 1998) 1571-1579.
- [7] R.J. Marks II, *Introduction to Shannon Sampling and Interpolation Theory*, Springer, New York, 1991.
- [8] P. Heinonen, Y. Neuvo, *FIR-median hybrid filters with predictive substructures*, IEEE Trans. Acoust. Speech Signal Process. 36 (June 1988) 892-899.
- [9] T.I. Laakso, S.J. Ovaska, *A prefiltering approach for optimal polynomial prediction*, IEEE Trans. Signal Process. 44 (1) (March 1996) 701-705.
- [10] T.I. Laakso, N.P. Murphy, A. Tarczynski, *Reconstruction of nonuniformly sampled signals using polynomial filtering*, Proceedings of the IEEE Nordic Signal Processing Symposium (NORSIG'96), Espoo, Finland, September 24-27, 1996, pp. 61-64.
- [11] T.I. Laakso, A. Tarczynski, N.P. Murphy, V. Valimaki, *Polynomial filtering approach to reconstruction and noise reduction of nonuniformly sampled signals*, Signal Processing, Vol. 80, pp. 567-575, 2000.

NEKE SPECIFIČNOSTI FUNKCIONALNIH ZAVISNOSTI KOMPOZICIJA I NJIHOVIH PARAMETARA

THE SOME CHARACTERISTICS OF FUNCTIONAL DEPENDENCES OF COMPOSITIONS AND THEIR PARAMETERS

Dejan Blagojevic, *Viša tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Dimitrije Stefanovic, *Elektrotehnički fakultet, Aleksandra Medvedeva 14, Niš*
Ivan Stefanovic, *Elektrotehnički fakultet, Aleksandra Medvedeva 14, Niš*

Sadržaj - Odgovarajuće funkcionalne zavisnosti kompozicija i odgovarajućih parametara, odnosno njihove raspodele u prostoru, omogućavaju izvođenje odgovarajućih relacija koje se mogu uspešno koristiti pri analizama odgovarajućih hemijskih i fizičkih procesa kao i u teoriji kodiranja u okviru telekomunikacija. Analizom odgovarajućih vrednosti kompozicija za $k > 0$, i njihovim prikazom u odgovarajućem prostoru došli smo do zaključka o postojanju obvojnice familje kompozicionih krivih, egzistenciji karakterističnih maksimuma i povezanosti tih maksimuma sa postojećim obvojnica

Ključne reči: particija, kompozicija, funkcionalna zavisnost, familija krivih, obvojnica,

Abstract - In this paper, different relationships, functional dependences and distributions between compositions and their parameters have been analyzed. A combinatorial nature of this analysis enables several conclusions that families of compositions curves have an envelope, characteristic maxima and there is relation between maxima and envelope for both case $N = \text{const}$ and $m = \text{const}$. These conclusions are very important for consideration of temperature and chemical equilibrium and statistic thermodynamic and coding theory.

Key words: Partiton, Composition, functional dependance, the curve family, envelope

1. UVOD

Kompleksnost analiziranih sistema i procesa u okviru statističke mehanike i kvantne fizike otežava direktnu analizu istih i zahteva primenu odgovarajućih metoda koji imaju za cilj da nam približe odgovarajuća ponašanja sistema i omogućе analitičke formulacije njihovih odgovarajućih karakteristika [1-2]. Primenom termodinamike i statističke mehanike uradjene su detaljne analize svojstava kompozicija čestica sistema kao i njihovih asimptotskih svojstava koja su bitna u procesu analize preraspodele istih. Karakteristična zapažnja iskorišćena su se za izvođenje odgovarajućih zaključaka primenjenih u analizama termodinamičkih sistema, kao i hemijskih i fizičkih procesa koji se odigravaju u sistemima [3-6].

Procesi preraspodela čestica mogu se analizirati preko permutacije koje predstavljaju osnovni kombinatorijalni element i koje uz odgovarajuća ograničenja prerastaju u više kombinatorijalne forme tipa particija i kompozicija koje su nezaobilazni elementi u analizi sistema sa ograničenim brojem dostupnih stanja. Analizirajući ovaj problem posmatranjem zavisnosti multinomnog koeficijenta, polazimo od skupa čiji su elementi permutacije (konkretno permutacije čestica po pojedinim stanjima - energetskim nivoima), kojima

se, kao što je poznato iz matematičke teorija grupa, uz odgovarajuće izomorfizme elemenata i operacija mogu predstaviti sve moguće algebarske strukture, medju kojima i vektorski i drugi prostori.

Zbog prirode dalje analize naglašavamo definicije pojama particija i kompozicija.

Definicija 1: Particija ili razbijanje, je svaki skup prirodnih brojeva s ponavljanjem čiji je zbir jednak n , ili, ekvivalentno, particija od n je svaki silazni niz prirodnih brojeva čiji je zbir jednak n . Može se reci i da je to svako predstavljanje (ili reprezentacija) prirodnog broja n u vidu zbira pozitivnih celih brojeva

$$n = x_1 + x_2 + \dots + x_k, x_i \geq 1 \quad (i = 1, 2, \dots, k). \quad (1)$$

Brojevi x_i se nazivaju delovima particije.

Definicija 2: Kompozicija je definisana kao skup nasumicno raspoređenih k nenegativnih celih brojeva čiji je zbir n . Broj kompozicija $C_k(n)$ broja n dužine k dat je formulom

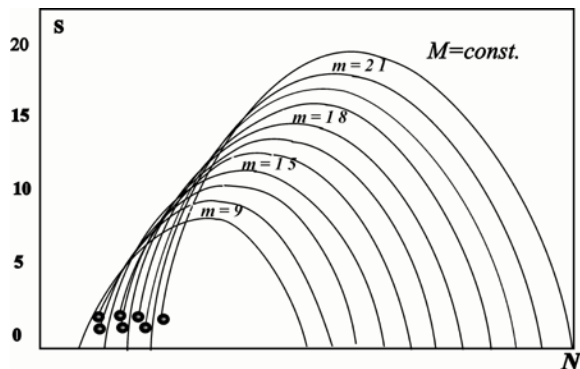
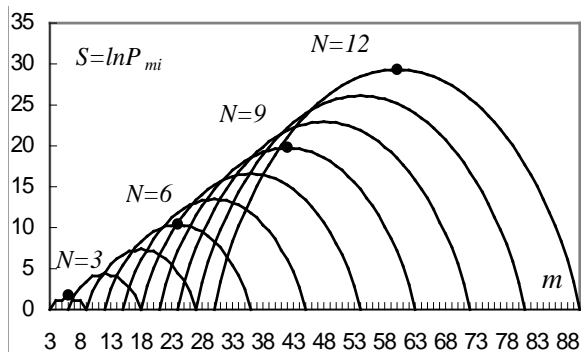
$$C_k(n) = \binom{n+k-1}{k-1} = \frac{(n+k-1)!}{n!(k-1)!} \quad (2)$$

[7-9]

2. ANALIZA I DISKUSIJA

U okviru analize posmatrane su sve kompozicije broja N dužine k . Svakom kompozicionom setu odnosno uređenoj k -torki dodeljena je vrednost m definisana kao; $m=n_1+2n_2+2n_3+2n_4+\dots+kn_k$, što u stvari predstavlja linearnu formu zbira m proizvoda odgovarajućih celih bojeva i za svaki set izračunata je vrednost multinomnog koeficijenta P_i [7]. Na taj način se svaka kompozicija datog broja N dužine k čiji je ukupan broj dat sa (2) predstavili preko uređenih parova (m_i, P_i) . Sa druge strane isti postupak je primenjen i za slučaj da $m=const$ pri čemu su svi kompozicioni setovi predstavljeni pomoću uređenih parova (n_i, P_i) . Zbog činjenice da vrednosti P_i se menjaju za veliki red veličine radi pojednostavljenja analize uvedena je veličina S definisana kao $S_{m_i} = \log P_i$ i $S_{n_i} = \log P_{n_i}$

U daljoj analizi korišćen je postojeći program za izračunavanje numeričkih vrednosti odgovarajućih termodinamičkih veličina poput entropije, temperature i hemijskog potencijala. Program je organizovan po modulima koji su raspoređeni po odgovarajućim podprogramima, pomoću kojih su određivane raspodele-kompozicije datog broja N dužine k , zatim vrednosti multinomnog koeficijenta, vrednost $S = \ln P_{n_i}$, verovatnoća Kolmogorova i još nekoliko veličina značajnih za analizu termodinamičke ravnoteže u statističkim. Vrednosti odgovarajućih multinomnih koeficijenta izračunavane su na bazi preciznih vrednosti faktorijskih funkcijensistemima. a $F(N)$ Najprostija analiza se odnosila za slučaj kompozicije za $k=2$ dok su sa povećanjem vrednosti k izračunavanja postajala sve složenija a količina informacija sve obimnija [9-10].



Slika 1. Familije krivih kompozicionih setova za slucaj $N=const$, b) $m=const$.

Dalje analize su se svodile na posmatranje funkcionalnih zavisnosti $S_{m_i} = f(m_i)$ za $n=const$. i $S_{n_i} = f(n_i)$ za $m=const$. i prikazivanje tih zavisnosti u odgovarajucim prostorima. Logicno je bilo očekivati da data vrednost m se može realizovati pomoću većeg broja kompozicionih setova i iz tog razloga u analizi za dato m odnosno N , izdvojene su oni kompozicioni setovi (uređene n -torke) koji su se karakterisali maksimalnom vrednošću $S = \ln P_i$. Ovim postupkom svi kompozicioni setovi preslikani su u odgovarajući prostor (m_i, S_i) za slučaj $n=const$ odnosno pomoću uređenog para (n_i, S_i) za slučaj $m=const$.

Posmatrajući dobijene raspodele uočeno je da su za $n=const$ one simetricne sa izraženim maksimumom S_{max} koji egzistira samo u slučaju kada vrednosti N i k zadovoljavaju kongruentnu relaciju $n \equiv 0 \pmod{k}$, pri čemu su elementi kompozicionog seta medjusobno jednaki $n_1=n_2=n_3=\dots=n_k$. Vrednost m_{max} koja odgovara S_{max} nalazi se na sredini posmatranog intervala dostupnih vrednosti za m . Za slučaj kada N i k medjusobno zadovoljavaju kongruentne relacije oblika $N \equiv 1 \pmod{k}$, $N \equiv 2 \pmod{k}$, ..., $N \equiv (k-1) \pmod{k}$ izraženi maksimum ne postoji već se uočava odgovarajuće zaravnjenje tako da se mogu definisati maksimumi viseg i nižeg reda.

Za slučaj raspodela okarakterisanih sa $m=const$. uočavamo da su one izrazito asimetricne i da vrednosti S_n polaze od nule samo u slucaju kada je zadovoljena relacije kongruencije $m \equiv 0 \pmod{k}$ dok u svim ostalim slučajevima vrednosti S_n polaze od neke konačne vrednosti koja je različita od nule (sl.1.b). Maksimumi koji se ostvaruju za slučaj kada je zadovoljena gore navedene kongruentna relacija odgovaraju kompozicionim setovima čiji elementi zadovoljavaju relaciju $n_1=2n_2=3n_3=\dots=kn_k$.

Na osnovu grafičkih prezentacija posmatranih funkcionalnih zavisnosti tipa (n_i, S_{n_i}) za $m=const$ i (m_i, S_{m_i}) za $n=const$ lako je uočiti da je moguće primenom određenih aproksimacionih funkcija dobiti odgovarajuće familije jednoparametarskih krivih u posmatranom prostoru oblika $F(N, C) = 0$ za $m=const$ odnosno $F(N, C) = 0$ za $n=const$. /sl.2/.

S obzirom da tako formirana familija krivih se može prikazati u eksplicitnoj formi $F(S, m, N) = 0$. pri čemu je $F(S, m, N)$ neprekidna funkcija u posmatranoj ravni OSm , uočavamo da u posmatranoj oblasti postoji odgovarajuća kriva koja u svakoj svojoj tački dodiruje po jednu krivu posmatrane familije i predstavlja obvojniciu posmatrane familije. Tačke u kojima se dodiruju krive i obvojnica, pripadaju istovremeno i obvojnici i određenoj krivoj iz

posmatrane familje i na bazi te činjenice dolazi se do odgovarajućih uslova da posmatrana familija krivih poseduje obvojnici.

Posmatranjem maksimuma familija krivih zavisnosti $S_n(m)$ za $N=const$ /parametar familije i izdvajanjem uredjenih parova $f(N, S_{max})$, odnosno $S_m=f(N)$ za slucaj kada je $m=const.$, uočeno je da maksimumi familija iz prostora $N=const.$, ležena obvojnimi krivama familija u prostoru za m const. i obrnuto .

Postupak odredjivajna jednacine obvojnice u prostoru $n=const$, zasnovan je na maksimuma kompozicija kod kojih je zadovoljena relacija $n \equiv 0 \pmod k$ pri cemu su elemnti kompozicionog seta bili mejdusobno jednaki.

U tom slucaju imamo:

$$S_{max}^k = \ln \frac{n!}{\left(\frac{n}{k}\right)! \left(\frac{n}{k}\right)! \dots \left(\frac{n}{k}\right)!} = \ln \frac{(nk)!}{(n!)^k} \quad (4)$$

odakle primenom Stirlnogve aproksimacije dobijamo:

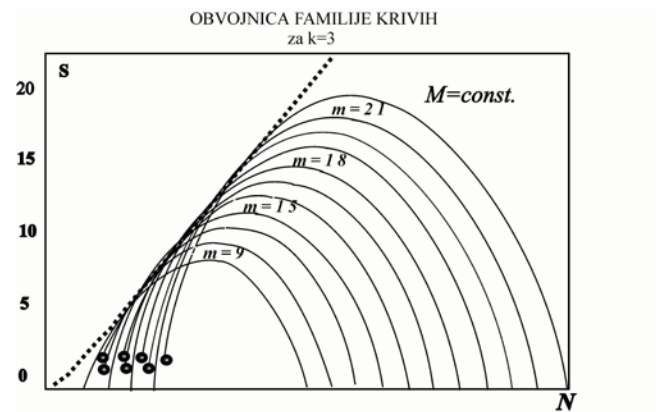
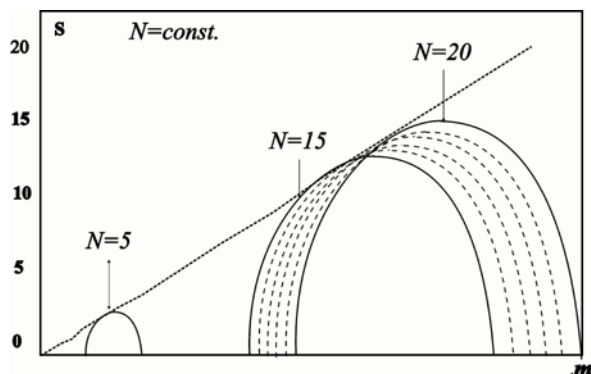
$$S_{max} \approx n \ln k + C(m) \quad (5)$$

gde $C(m)$ je konstanta koju odredjuejmo na osnovu vrednosti nekog maksimuma u zavisnosti od opsega vrednosti m .

Nagib obvojnice izraucnava se oduzimanjem susednih maksimuma S_{max}^k i S_{max}^{k-1}

$$\frac{dS}{dn} = \frac{\partial S}{\partial n} \Big|_{N=const.} \cong \frac{\Delta S}{\Delta n} = \frac{S_{max}^{(n+1)k} - S_{max}^{nk}}{k} = \ln k + \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \ln \frac{1 + \frac{i}{nk}}{1 + \frac{i}{k}} \rightarrow \ln k \quad (6)$$

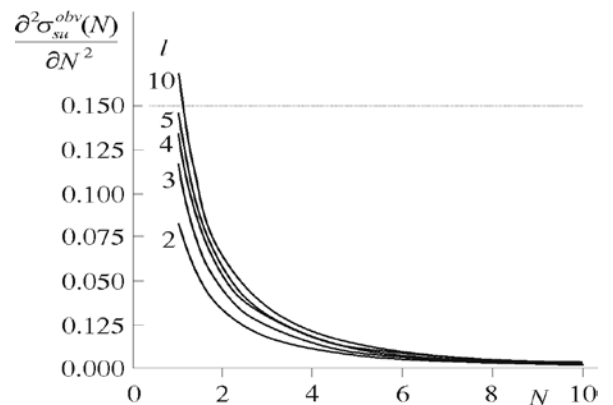
Za velike vrednosti obvojnica je skoro prava linija sa asimptotskim nagibom proporcionalnim $\ln k$.. Analizom vrednosti S^k za kompozicije dužine 2, 3, 4...10) konstaotvano je da su proporcionalne vrednostima $\ln 2, \ln 3 \dots \ln 10$ respektivno što je u skladu sa (6).

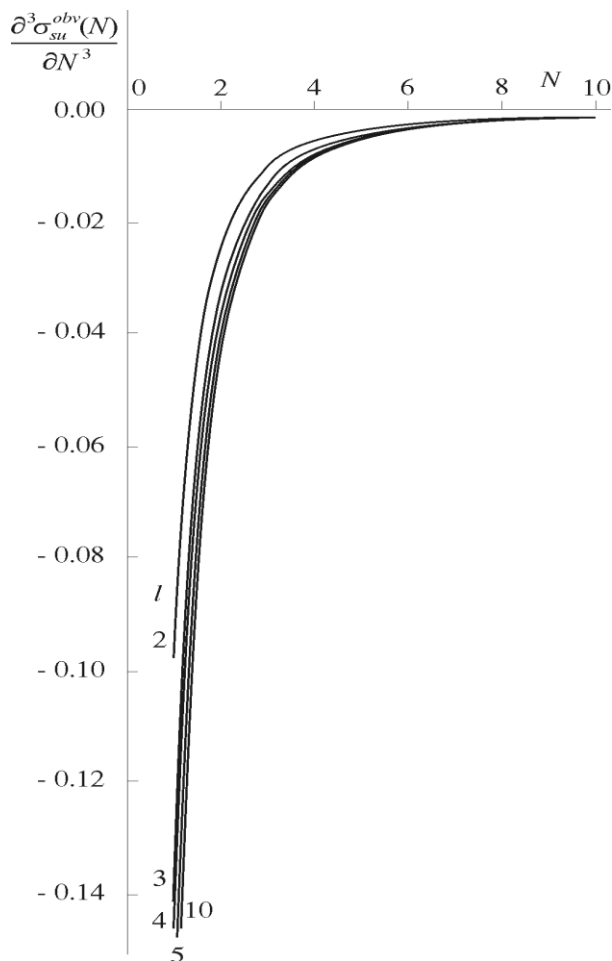


Slika2. Obvojnice familija krivih u prostoru a) $N=const$ b) $m=const$

Postupak izvodjenja jednacine obvojnice za slucaj kada je $m=const$ je nesto slozeniji

S obzirom da obvojnice dele prostore logaritama multinomnih koeficijena-ta $S(U)$ i $S(N)$ na dva dela, njih možemo predstaviti i kontinualnim krivama, ispod kojih leže diskretne vrednosti polinomnih koeficijenata. Naravno, njihove jednačine moraju zadovoljavati i napred nabrojane uslove, tako da ukazuju i na činjenicu da su zavisnosti ispod njih ne samo familija krivih sa jednim zajedničkim parametrom, već da će se i njihovi parcijalni izvodi karakterisati bar jednim zajedničkim parametrom.





Slika 3.1.25. IZVODI OBVOJNICA $S(N)$. Posmatrajući druge (a) i treće (b) izvode obvojnih funkcija zavisnosti logaritama polinomnih koeficijenata za ($k=2 \div 10$). uocavamo da čak i za male vrednosti N oni dostižu konstantne vrednosti bliske nuli pri čemu im je i monotoni tok skoro identičan za različite vrednosti k .

Da obvojnica u odnosu na vrednost N vrlo brzo prelazi iz nelienarnog oblika u linearni uvreavamo se praćenjem njenog prvog i visih izvoda. Lako se uočava da je drugi izvod uvek pozitivan i vrlo brzo teži nuli dok je treci izvod negativan i teži nuli sa negativne strane.

3. ZAKLJUČAK

Posmatrajući funkcionalne zavisnosti setova kompozicionih krivih preslikanih u prostor mOS i NOS došli se do odgovarajućih zaključaka koji se mogu uspešno koristiti u daljim analizama sistema sa ograničenim brojem stanja.

Pored postojanja obvojnice za čije je izvodjenje iskorišćena činjenicu da maksimumi krivih $F(m,S)$ odgovaraju kompozicijama sastavljenim od jednakih brojeva, i čiji je nagib proporcionalan lnk gde je k red kompozicije i njenih asimptotskih karakteristika uočeno je da maksimumi familija iz prostora $N=const$, odgovaraju tačkama obvojnice drugih familija i u prostoru $m=const$. i obrnuto.

LITERATURA

- [1] Gopal R.S.E., *Statistical Mechanics and Properties of Matter*, John Wiley & Sons, New York - London - Sydney - Toronto, 1974
- [2] Reif Frederick, *Statistical Physics*, Berkeley Physics Course - volume 5, McGraw-Hill, New York, 1967.
- [3] V.Dimic, D.,Stefanovic, *Overtaking pure diffusive equilibrium in the heterogenous optoelectronic structures*, MIEL 2000 1 185-188 (2000),
- [4] V.Dimic, D.,Stefanovic, *Explation of the principle of equipartiton of energies and analysis of entropy on internal energy and number of particles*, *Physical chemistry* 98, Beograd, pp 55-57, 1998.
- [5] V.Dimic, D.,Stefanovic, D.Bлагоjevic, I.Stefanovic, *Contribution to the disordering effect of thermal motion in Feromagnetic*, 5th International conference on applied electromagnetics 2001, Nis pp 45-48, 2001.
- [6] D.Bлагоjevic, D.Stefanovic, I.Stefanovic, *The Envelope of composition curves*, *Facta Univesitates*, ser. Math& a inform , (PP 134-140 ,2000
- [7] V.Dimic,D.Stefanovic,Lj.Vulicevic, *Model termodifuzije tokomprocesa sinterovanja* Zbornik radova XLVI konf. Etran, Banja Vrucica, Teslic, pp 219-222, 2002.
- [8] P.A MacMahon, *Combinatory analysis* (2 vols), Cambrige University Press, 1915, 1916.
- [9] Dj.Kurepa, *Viša algebra, I I II knjiga*, Zavod za izdavanje udžbenika SRS, Beograd, 1969.
- [10] L.Comtet, *Advanced Combinatorics*, Dordecht-Holland/Boston-U.S.A., pp 230-240, 1974,
- [11] I.Stefanovic, *Zakon jednake raspodele energije*, Diplomski rad, Elektronski fakultet, Nis, 2000.

PRIMENA XML TEHNOLOGIJA U OKVIRU WEB APLIKACIJA USE OF XML TECHNOLOGIES IN WEB APPLICATIONS

Miloš Stojanović, *Viša tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Rezime - U radu je dat pregled osnovnih XML tehnologija, sa posebnim osvrtom na prednosti primene XML-a u okviru Web aplikacija, kao univerzalnog jezika za čuvanje, struktuiranje i razmenu podataka.

Ključne reči: Web aplikacija. XML dokument.

Abstract - In this study we represent basic XML technologies, with special attention on advantages of using XML in Web applications, as one universal language for storage, structuring and data exchange.

Key words: Web application. XML document.

1. UVOD

Nagli razvoj Interneta u poslednjih deset godina ima za posledicu sve veći razvoj interaktivnih dinamičkih Web aplikacija. U ranoj fazi razvoja interneta bio je karakterističan statički Web koji je mahom služio za prezentaciju podataka i bio je veoma ograničenih mogućnosti. Savremene Web aplikacije se realizuju kao višeslojne, orjentisane su ka bazama podataka i za njih je karakteristično dinamičko generisanje Web stranica na zahtev korisnika. U radu će biti reči o XML-u kao jednoj od najznačajnijih tehnologija za struktuiranje i razmenu podataka na Web-u.

2. ŠTA JE XML

Jezici za označavanje (Markup Languages)

Jezici za označavanje (markiranje) služe da opišu strukturu (formu) dokumenta, tj način na koji bi dokument trebao da se interpretira, a ne to kako će se taj dokument negde prikazivati.

Prvi od jezika za označavanje je SGML (*Standard Generalized Markup Language*), koji je nastao sa ciljem da se reši problem prebacivanja podataka sa jedne platforme i operativnog sistema na drugu platformu i drugi operativni sistem. To je jezik baziran na tekstu, koji se može koristiti za markiranje podataka, *na način koji sam sebe opisuje*.

SGML je napravljen tako da predstavlja standardan način markiranja podataka za bilo koju namenu i koristi se uglavnom u sistemima koji rade sa velikom količinom podataka. Posledica rada sa velikom količinom podataka je da postoji previše stvari o kojima treba voditi računa, pa je zbog toga SGML veoma složen jezik. Sa druge strane, visoke mogućnosti ovog jezika su upravo u njegovoj složenosti.

Najpoznatija aplikacija SGML-a je HTML (*Hyper Text Markup Language*). On je mnogo jednostavniji i neuporedivo

manje moćan, ali je kao takav pravi izbor za razmenu informacija preko Interneta. Pošto su pravila za izradu SGML dokumenata bila dobro uspostavljena i pošto je SGML bio široko korišćen, ovaj jezik je predstavljao odličnu osnovu za izradu HTML-a, koji je postao univerzalni markerski jezik za prikazivanje i povezivanje različitih tipova informacija. Razvojem Web pretraživača omogućeno je prikazivanje bilo kog HTML dokumenta (*Web stranice*). Pretraživači su u mogućnosti da prikažu dokument i ukoliko taj dokument sadrži hiperlinkove (hiperveze) ka drugim dokumentima mogu da pozivaju i te dokumente.

XML

SGML je vrlo komplikovan jezik tako da nije prikladan za razmenu podataka na mreži. Iako se HTML pokazao kao vrlo uspešan, njegove mogućnosti su ograničene: on služi samo za prikazivanje dokumenata na pretraživaču. To znači da se stvaranjem nekog HTML dokumenta koji prikazuje fiksne informacije o nekoj osobi ne može postići ništa više od toga. Iz tog dokumenta se ne može saznati koji deo te informacije predstavlja ime, a koji prezime te osobe (ako to samo po sebi nije jasno), jer HTML nema sredstva pomoću kojih bi mogao da prikazuje takve informacije. Kao što je poznato jedna od karakteristika HTML-a je fiksna brojeva tagova, što je za rukovanje podacima na Web-u najčešće nedovoljno. Konačan broj tagova nikada neće biti dovoljan. Uvek će postojati potreba da se prave specifični tagovi, elementi, atributi i njihove vrednosti tj. da sami programeri kreiraju svoj lični Markup Language [2, 6].

Proširivi markerski jezik ili XML (*Extensible Markup Language*) napravljen je upravo sa ciljem da se prevaziđu ovakvi problemi SGML-a i HTML-a. XML predstavlja ciljno formirani podskup SGML-a, čija je složenost svedena na minimum.

XML je pre svega jezik koji se koristi za opisivanje podataka, tj. njime se definiše sintaksa za beleženje podataka u svetu računara pomoću lako razumljivih tagova. To je standardizovani jezik za pamćenje podataka, tako napravljen da ga mogu koristiti razne vrste aplikacija koje se izvršavaju na različitim platformama.

XML je dizajniran za čuvanje, struktuiranje i razmenu podataka. On nije zamena za HTML, jer su ova dva iako naizgled slična jezika razvijena sa različitim ciljem: XML je razvijen sa ciljem da opiše podatke i da se fokusira na to šta predstavljaju ti podaci, a HTML je razvijen sa ciljem da prikaže podatke i fokusira se na njihov prikaz. HTML služi za prikaz a XML za opis podataka.

3. OSNOVNA SVOJSTVA XML-a

Laka razmena podataka. Zbog brzog razvoja računarske tehnike javlja se potreba za sve većim brojem različitih načina za pamćenje podataka. Nekada su različiti programi lako razumevali podatke jer su svi podaci bili upamćeni kao običan tekst. Danas to više nije slučaj pa imamo situacije gde dolazi do nekompatibilnosti u formatu podataka. Štaviše dešava se da različite verzije istog programa ne mogu uspešno da razmenjuju podatke zapamćene u istom formatu. XML prevazilazi ove probleme jer on sve podatke pamti kao tekst kome sa lakoćom mogu pristupiti sve vrste aplikacija.

Pravljenje namenskih jezika za markiranje. Pomoću XML-a se mogu praviti jezici za markiranje namenjeni ciljnoj grupi korisnika i njihovim potrebama. Zbog ovoga danas postoji veliki broj specijalizovanih ML koji omogućavaju lakšu manipulaciju podacima u okviru određenih specifičnih aplikacija. Pomoću XML-a se može napraviti željeni ML, štaviše on se lako može proširiti u skladu sa ličnim željama i potrebama. Upravo pomoću XML-a je napravljen naslednik HTML-a, XHTML (*Extensible Hypertext Markup Language*) koji ima osobinu XML-a da je proširiv, tj. da se mogu dodavati tagovi, elementi, atributi i njihove vrednosti shodno potrebama programera, a da pretraživač to i dalje prikazuje kao HTML.

Samoopisujući podaci. Podaci u XML dokumentima su okruženi tagovima. Na osnovu imena tagova lako je odgonetnuti koja im je namena, pa skoro da i nije potrebno komentarisati naredbe. Moguće je odmah nakon otvaranja dokumenta "ukapirati o čemu se radi", što baš i nije čest slučaj u programiranju.

Struktuiranje i integrisanje podataka. Još jedna od značajnih karakteristika XML-a je ta što on ne samo što omogućava da se zapamte podaci već i njihova struktura i način na koji su oni integrisani jedni u druge. Ovo je jako bitno kada se radi sa kompleksnim strukturama podataka. Moguće je da se kreiraju semantička pravila koja specificiraju strukturu dokumenta, pa se eventualne greške mogu lako pronaći i otkloniti.

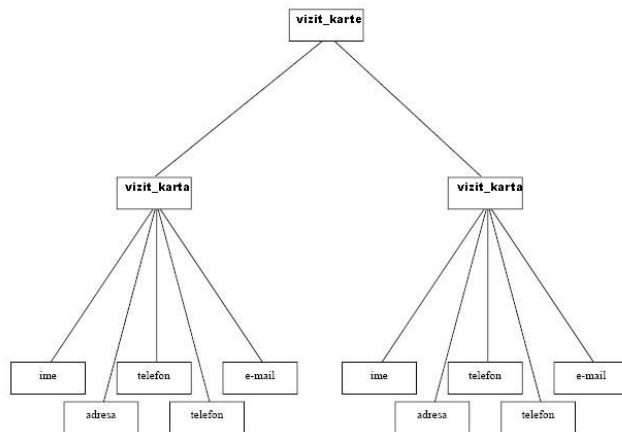
XML je internacionalni. XML je baziran na unikodu (*Unicode*). Unikod je znakovni kod koji je iz osnova postavljen tako da bude internacionalni, sa ciljem da omogućiti dovoljan broj znakova da bi se pokrili svi svetski jezici. Kako je mnogo rađeno na tome da unikod bude internacionalno primenljiv, u XML specifikaciji je naznačeno da svi XML-ovi analizatori moraju interno da koriste unikod, što rezultira time da se u XML dokumentima mogu pamtit najrazličitiji simboli, karakteristični za pojedine jezike.

4. XML STABLO (HIJERARHIJA)

XML standard organizuje podatke u obliku dokumenata. XML dokument mora sadržati najmanje jedan element da bi se mogao smatrati XML dokumentom. Svaki XML dokument mora imati jedinstven početni element koji se naziva koren (*root*) element. Element koji se hijerarhijski nalazi na nižem nivou od posmatranog naziva se dete element (*childe element*). Element koji se hijerarhijski nalazi na višem nivou od posmatranog je element roditelj (*parent element*). Svi elementi osim korena moraju imati samo jedan neposredno roditeljski element. Svaki element može imati jedan ili više elemenata dece. Primer XML dokumenta koji sledi navedena pravila izgleda:

```
<?xml version="1.0"?>
<vizit_karte>
  <vizit_karta>
    <ime> Miloš Stojanović </ime>
    <adresa> Čarnojevića 12/29 </adresa>
    <telefon> 018-510-664 </telefon>
    <telefon> 063-8136718 </telefon>
    <e-mail> miloss@yahoo.com </e-mail>
  </vizit_karta>
  < vizit_karta >
    <ime> Nada Stojanović </ime>
    <adresa> Čarnojevića 12/29 </adresa>
    <telefon> 018-510-664 </telefon>
    <telefon> 064-1533809 </telefon>
    <e-mail> nadas@yahoo.com </e-mail>
  </ vizit_karta >
</ vizit_karte >
```

Karakteristika svih XML dokumenata je da su strogo hijerarhijski uređeni, tj. elementi su raspoređeni po nivouima. Svaki XML dokument može da se prikaže i u obliku stabla (*tree*), koje bi u gornjem primeru izgledalo ovako (slika 1):



Slika 1. Struktura stabla XML dokumenta

Element na najvišem nivou je koren, to je element <vizit_karte>. Njegovi neposredni potomci (deca) su elementi <vizit_karta>, a neposredno nadređeni element (roditelj) od <telefon> je element < vizit_karta >. Elementi na istom nivou u hijerarhiji su međusobno bratski ili sestrinski elementi (*siblings*) napr. <ime>, <telefon>, <adresa> i <e-mail>.

5. FORMALNI OPIS XML DOKUMENTA - DEFINICIJA TIPA DOKUMENTA (DTD)

Odvajanje opisa XML podataka od pojedinačnih aplikacija omogućava da sve aplikacije koje saraduju dele isti opis podataka, koji je poznat kao *XML rečnik*. Grupa XML dokumenata koji dele zajednički XML rečnik naziva se *tip dokumenata*, a svaki pojedinačni dokument prilagođen određenom tipu dokumenata je *primerak dokumenta*.

Specifikacija XML 1.0 obezbeđuje standardizovano sredstvo za formalno opisivanje strukture XML dokumenata: definiciju tipa dokumenta (Document Type Definition, DTD).

Dobro formirani XML dokumenti su oni koji su usklađeni sa osnovnim pravilima sintakse i strukture specifikacije XML 1.0. *Valjani (validni) XML dokumenti* su dobro oblikovani dokumenti koji su usklađeni još i sa sintaktičkim, strukturnim i ostalim pravilima iz DTD-a [1, 7].

XML DTD potiče od mnogo složenijih verzija koje su se koristile u SGML-u (jeziku od koga potiče XML). DTD koristi formalnu gramatiku a opisuje strukturu i sintaksu XML dokumenta, uključujući i dozvoljene vrednosti za veći deo sadržaja dokumenta. DTD-i moraju da:

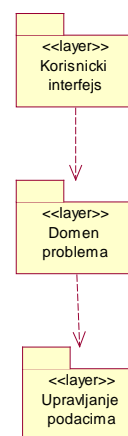
- Obezbeđuju formalan i potpun opis XML rečnika.
- Budu *deljivi* opisi strukture XML dokumenta (jednim DTD-om se može specificirati više XML dokumenata).
- Obezbeđuju proveru valjanosti pojedinačnih primeraka XML dokumenata i ograničavanje sadržaja.
- Za svaki primerak XML dokumenta postoji *samo jedan* DTD.

6. KORIŠĆENJE XML-a PRI IZRADI WEB APLIKACIJE "ELEKTRONSKI ŠKOLSKI DNEVNIK"

U nastavku rada biće ukratko opisan razvoj Web aplikacije "Elektronski školski dnevnik". Izrada aplikacije u PHP-u i realizovanje baze podataka u MySQL-u neće biti detaljno opisivani u ovom radu, već će naglasak biti na korišćenju XML-a.

Aplikacija je urađena u PHP-u 5, a za realizovanje baze podataka korišćen je MySQL. Cilj razvoja aplikacije je da se napravi elektronski dnevnik za školu koji bi bio ekvivalent tradicionalnom dnevniku. Osnovni zahtevi pri izradi aplikacije su: da roditelji i/ili učenici mogu da vide ono što škola želi da im saopšti, da se podaci vezuju za pojedine učenike tako da im ostali nemaju pristup i da osoblje koje škola ovlasti može da menja podatke na lak način, bez ikakve obuke. Naravno, najveća prednost elektronskog školskog dnevnika jeste to što je omogućeno da pristup podacima bude globalan – s bilo kog računara koji ima pristup Internetu, s bilo koje tačke na svetu.

Portal "Elektronski školski dnevnik" je klasična Web aplikacija koja ima tro-nivovsku arhitekturu predstavljenu na slici 2.



Slika 2. Dijagram logičke arhitekture

Korisnički interfejs

Ovaj nivo čine HTML stranice sa formama preko kojih korisnik komunicira sa Web aplikacijom na serveru. Interfejs obezbeđuje Web pretraživač (*browser*) koji parsira HTML stranice formirane od strane Web aplikacije na serveru. Promene u Web aplikaciji su transparentne za korisnički interfejs.

Domen problema

U ovom nivou se nalaze sve funkcije neophodne za formiranje HTML dokumenata korisničkog interfejsa, pretraživanje i ažuriranje podataka u bazi. Čini ga skup PHP skript programa koji prihvataju zahteve Web pretraživača sa podacima iz formi, i na osnovu njih formiraju nove HTML stranice.

Upravljanje podacima

Podacima upravlja MySQL baza podataka koja obezbeđuje fizičko smeštanje, indeksiranje i pretraživanje svih informacija koje sistem koristi i ažurira. Komunikacija između PHP Web aplikacije i MySQL ostvarena je preko SQL upita koji se prosleđuju korišćenjem skupa standardnih funkcija PHP-a.

U izradi aplikacije "Elektronski školski dnevnik" XML se koristi za dve stvari:

1. Za generisanje XML dokumenata o uspehu odeljenja i učenika na osnovu podataka pročitanih iz baze podataka
2. Za generisanje izveštaja u vidu HTML stranica na osnovu tih XML dokumenata.

1. Prva stvar za koju je iskorišćen XML je generisanje dokumenata. Za generisanje izveštaja o uspehu učenika se na osnovu dobijenih podataka iz baze, kreira jedan XML dokument na nivou jednog učenika koji ima sledeću strukturu:

```
<?xml version="1.0" ?>
<djak ime="Ilija" prezime="Stevanovic">
  <predmet>
    <predmet>
      Matematika
    <ocena>2</ocena>
  </predmet>
  <predmet>
```

```

        Fizicko vaspitanje
            <ocena>5</ocena>
    </predmet>
    <predmet>
        Srpski jezik
            <ocena>4</ocena>
    </predmet>
</predmeti>
<izostanci>
    <opravdani>215</opravdani>
    <neopravdani>24</neopravdani>
</izostanci>
    <opsti_uspeh>Dobar</opsti_uspeh>
</djak>

```

Već na osnovu naziva tagova može se zaključiti šta je njihov sadržaj, tj. XML strukturiira podatke na način takav da oni sami sebe opisuju.

Za generisanje izveštaja o uspehu odeljenja se na osnovu dobijenih podataka iz baze, kreira jedan XML dokument na nivou cele škole koji ima sledeću strukturu:

```

<?xml version="1.0" ?>
<skola>
    <odeljenja>
        <odeljenje>
            I-2
                <predmeti>
                    <predmet>
                        Fizicko vaspitanje
                            <srednja_ocena>
                                5.0000
                            </srednja_ocena>
                    </predmet>
                    <predmet>
                        Matematika
                            <srednja_ocena>
                                2.5000
                            </srednja_ocena>
                    </predmet>
                </predmeti>
                <izostanci>
                    <opravdani>235</opravdani>
                    <neopravdani>24</neopravdani>
                </izostanci>
                <uspeh>
                    <Odlicni>0</Odlicni>
                    <Vrlo_dobri>1</Vrlo_dobri>
                    <Dobri>1</Dobri>
                    <Dovoljni>0</Dovoljni>
                    <Nedovoljni>2</Nedovoljni>
                    <Nezakljuceni>4</Nezakljuceni>
                </uspeh>
            </odeljenje>
        </odeljenja>
    </skola>

```

```

        </odeljenje>
    </odeljenja>
</skola>

```

2. Druga stvar za koju je iskorišćen XML je generisanje HTML stranica na osnovu prethodno kreiranih XML fajlova.

Sada kada imamo generisane XML dokumente možemo ih koristiti na različite načine. Možemo ih lako konvertovati u neki drugi format ili poslati nekoj drugoj aplikaciji na korišćenje. Kada raspoložemo dobro strukturiranim podacima u XML dokumentima možemo iz njih generisati različite izveštaje koji su nam potrebni.

U konkretnom primeru "Elektronski školski dnevnik" XML je iskorišćen za generisanje izveštaja u vidu HTML stranica. Korišćenjem metoda koje obezbeđuju DOM interfejsi vrši se pretraga po XML dokumentu (stablu) u cilju pronalazjenja čvorova koji sadrže željene informacije. Kada je željeni podatak pronađen preuzima ga aplikacija koja je inicirala pretragu. U konkretnom slučaju podatke iz čvorova preuzima PHP koji na osnovu njih generiše dinamičke Web stranice.

7. ZAKLJUČAK

U radu su opisane mogućnosti primene XML tehnologije pri izradi interaktivnih višeslojnih Web aplikacija. Prikazane su osnovne osobine XML-a kao i formalni opis strukture dokumenta primenom DTD-a. Na kraju rada opisan je razvoj Web aplikacije "Elektronski školski dnevnik" sa osvrtom na primenu XML-a.

Podaci sadržani u XML dokumentima se mogu lako konvertovati u druge formate. U ovom radu se oni konvertuju u HTML, na sličan način se mogu konvertovati u neki drugi format, ili proslediti drugim aplikacijama ili Web servisima za dalju obradu.

XML je danas jedna od najznačajnijih Internet tehnologija. XML dokumenti su tekstualni fajlovi i lako se prenose kroz mrežu, a time što sadrže informacije o strukturi podataka i same podatke postaju upotrebljivi u različitim aplikacijama. Informacije o strukturi podataka omogućavaju njihovo lakše pretraživanje i konvertovanje u formate namenjene štampanju, prikazu u Web čitačima ili mobilnim uređajima. Kao takav XML predstavlja neizostavan deo pri izgradnji savremenih Web aplikacija.

LITERATURA

- [1] David Hunter, "Od početka... XML", Wrox Press, 2000.
- [2] Goran Tokić, "Primena XML tehnologija u C#.NET okruženju", Diplomski rad, 2006.
- [3] Elliotte Rustly Harold, W. Scott Means, "XML in a Nutshell", O'Reilly, June 2000.
- [4] Erik T. Ray, "Learning XML", 2nd Edition, O'Reilly, September 2003.
- [5] www.php.net/DOM, 05.09.2006
- [6] http://www.w3schools.com/xml/, 20.08.2006
- [7] http://www.w3schools.com/dtd/, 20.08.2006
- [8] http://www.w3schools.com/dom/, 20.08.2006

ANALIZA VRS ALGORITMA PREDIKCIJE KOD LOW-POWER SISTEMA ANALYSIS OF THE VRS PREDICTION ALGORITHM AT A LOW-POWER SYSTEM

Slađana Milivojević, *Tehnički fakultet, Čačak,*
Zoran Milivojević, *Viša tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj - U prvom delu rada opisan je algoritam za predikciju kod sistema sa redukovanom potrošnjom [5]. U drugom delu rada određeni su parametri algoritma (korelacioni koeficijent, srednja kvadratna greška i koeficijent smanjenja broja uzoraka) i izvršen izbor prozorske funkcije čijim se implementiranjem u NF FIR filter postižu optimalni rezultati rekonstruisanog signala. Rezultati su prikazani tabelarno i grafički.

Ključne reči: Interpolacija. Adamsov metod. Smanjena potrošnja. Filtriranje.

Abstract - In the first part of this paper an algorithm for prediction at systems with reduced power demand has been described. In the second part parameters of this algorithm have been determined (correlation coefficient, medium square error, and coefficient of reducing the number of samples) and the choice of the window function has been made by whose implementing into the NF FIR filter optimal results of the reconstructed signal can be achieved. The results are shown in tabulated lists and graphics.

Key words: Interpolation. Adams methods. Low-power. Filtering.

1. UVOD

Sistemi sa redukovanom potrošnjom (**engl.** *Low-power system*, LP) nalaze sve veću primenu (potrošačka, telekomunikaciona, vojna industrija, medicinski uređaji i dr.). Njihova primena je prvenstveno na mestima gde se napajanje vrši iz baterija i gde se zahteva dug vek trajanja baterijskog izvora napajanja, uz očuvanje dobrih performansa celog sistema. Karakterističan primer je merenje (pritisak, temperatura, nivo reka,...) gde nema stabilnog izvora napajanja i veza sa centralnim računarom ostvaruje posredstvom radio veze. U cilju uštede energije primenjuju se algoritmi sa dinamičkim upravljanjem potrošnje (**engl.** *Dynamic Power Management*, DPM). DPM se primenjuje kod kontrole izvora napajanja (**engl.** *Power Supply*) i to promenljivim naponom [1] ili sa kontrolom brzine takta mikroprocesora, odnosno mikrokontrolera [2].

Kod sistema za digitalnu obradu signala brzina uzorkovanja (**engl.** *sample rate*) analognog signala određena je u odnosu na maksimalnu frekvenciju analognog signala. Najčešće brzina uzorkovanja nije promenljiva u vremenu. Kod LP sistema zahteva se smanjenje brzine uzorkovanja u cilju uštede energije. Smanjenje brzine realizuje se u vremenskim intervalima gde je analizirani signal sa malom promenom ili je sa konstantnom amplitudom. Izbor dužine intervala u kome se smanjuje brzina uzorkovanja je vrlo značajan i direktno određuje performanse celog sistema. Kod znatnog povećanja perioda uzorkovanja može doći do gubitka značajnih vrednosti signala [3]. Greška koja nastaje na ovaj način kasnije ne može biti korigovana.

Smanjenje greške postiže se primenom algoritma sa promenljivom brzinom uzorkovanja (**engl.** *Variable-rate sampling*, VRS) [4]. Opisani algoritam vrši promenu vremena uzorkovanja u zavisnosti od brzine promene vremenskih parametara signala i poređenja sa definisanim pragom. U [5] prikazan je VRS algoritam sa predikcijom.

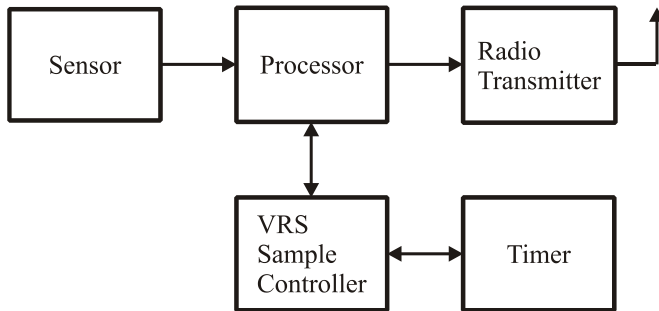
U ovom radu analiziran je VRS algoritam koji je definisan u [5]. Algoritam je primenjen na složeni sinusoidalni signal. Nakon toga izvršena je rekonstrukcija signala posredstvom NF FIR filtra i izračunat korelacioni koeficijent i srednja kvadratna greška. Dobitak, odnosno, ušteda energije određena je koeficijentom koji predstavlja količnik broja uzoraka bez i broja uzoraka sa implementiranim VRS algoritmom. U cilju povećanja efikasnosti algoritma, proces rekonstrukcije signala ostvaren je modifikacijom signala prozorskim funkcijama i izborom optimalne prozorske funkcije.

Organizacija rada je sledeća. U sekciji 2 opisan je VRS algoritam posredstvom programske prezentacije i prikazan primer primene na složeni sinusoidalni signal. U sekciji 3 određeni su parametri algoritma (korelacioni koeficijent, srednja kvadratna greška i koeficijent smanjenja broja uzoraka) i izabrana prozorska funkcija sa kojom se dobijaju optimalne vrednosti parametara. Rezultati su prikazani tabelarno i grafički.

2. VRS ALGORITAM SA PREDIKCIJOM

U [5] opisan je VRS algoritam koji je implementiran u baterijom napajani autonomni sistem (VRS kontroler) za prikupljanje podataka sa senzora. Veza između VRS

kontrolera i računara za obradu i arhiviranje podataka (bazna stanica) realizovana je radio-vezom (sl.1). Promene signala sa senzora su takve da je maksimalna frekvencija uzorkovanja manja od 1 Hz (promena atmosferskog pritiska i temperature).



Slika 1. Sistem sa smanjenom potrošnjom sa implementiranim VRS algoritmom.

Merena veličina $x(t)$ se u senzoru pretvara u električni signal $y(t)$. Odmeravanje signala se vrši u vremenu t_n , gde je $n=0,1,2,\dots$, i generiše signal y_n . Nakon odmerene vrednosti y_n u vremenu t_n vrši se predikcija vrednosti y_{n+1}^p . U vremenu t_{n+1} vrši se odmeravanje signala i dobija stvarna vrednost y_{n+1} . Greška predikcije zavisi od perioda odmeravanja h i $f(t, y)$. Predikciona vrednost može da se napiše kao:

$$y_{n+1}^p = y_n + h \cdot f(t, y), \quad (1)$$

gde je $f(t, y)$ procenjen nagib između (t_n, y_n) i (t_{n+1}, y_{n+1}) . Razvijeni su različiti numerički metodi za izračunavanje $f(t, y)$, ali se generalno mogu podeliti u dve grupe: a) single step (Euler-ov metod, Runge-Kutta metod,...) i b) multistep (Adams-Bashforth metod, Adams-Moulton metod,...).

Predikciona formula, zasnovana na Adams-Bashforth formuli četvrtog reda (AB4), je [6]:

$$y_{n+1}^{ab} = y_n + h \cdot \left(\frac{55f_n - 59f_{n-1} + 37f_{n-2} - 9f_{n-3}}{24} \right), \quad (2)$$

dok je predikciona formula zasnovana na kombinovanom Adams-Bashforth-Moulton metodu:

$$y_{n+1}^{mab} = \frac{79y_n - 114y_{n-1} + 96y_{n-2} - 46y_{n-3} + 9y_{n-4}}{24}. \quad (3)$$

VRS algoritam zasniva se na kontroli zadnjih 9 vrednosti signala y i može se posredstvom programske prezentacije predstaviti na sledeći način:

```

/* tol      tolerancija          */
/* h_max    maksimalni korak odmeravanja */
/* h_min    minimalni korak odmeravanja */
Set tol
Set h_max
Set h_min
Set h=h_min
Read prvih devet vrednosti y_n-8,...,y_n
Until data
    Calculate y_{n+1}^p
    Read y_{n+1}
    Set y_{n-8}=y_{n-7},...,y_n=y_{n+1}
    If |y_{n+1}^p - y_{n+1}| ≥ tol then

```

```

If h > h_min then prepolovi h
else if |y_{n+1}^p - y_{n+1}| < tol / 2 then
If h < h_min then
If dupliranje poslednje cetiri vrednosti
then dupliranje h
else ne menjati h

```

Loop

Efekat VRS algoritma je na smanjenju broja uzorkovanja u specificiranom vremenskom intervalu, saglasno parametrima signala $y(t)$. Kao mera smanjenja broja podataka koji se šalju prijemnoj strani uvodi se odnos broja uzoraka (**engl. Sample Ratio, SR**):

$$SR = \frac{N_S}{N_{S_VRS}}, \quad (4)$$

gde je N_S broj uzoraka kod nepromenljivog koraka h , N_{S_VRS} broj uzoraka kod primene VRS algoritma. Na prijemnoj strani se rekonstrukcija originalnog signala realizuje posredstvom NF filtra. Mera vremenske usaglašenosti originalnog (na predajnoj strani) y , i rekonstruisanog (na prijemnoj strani) signala y_{rek} , može se prikazati pomoću linearnog korelacionog koeficijenta r , gde je $-1 \leq r \leq 1$ ($r=1$ maksimalna korelisanost, $r=-1$ maksimalna negativna korelisanost i $r=0$ nema korelisanosti). Pored toga, kao mera kvaliteta rekonstruisanog signala može se koristiti srednja kvadratna greška:

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} (y(n) - y_{rek}(n))^2, \quad (5)$$

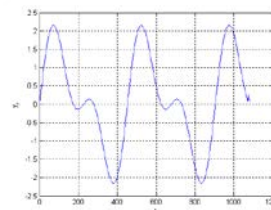
gde je N broj uzoraka u specificiranom vremenskom intervalu.

2.1 Primeri primene VRS algoritma

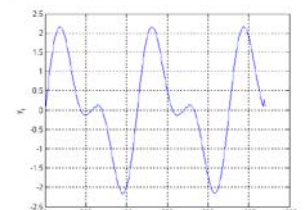
Efekat dejstva VRS algoritma određen je za test signal (sl.2):

$$y(t) = 1.5 \sin(t) + \sin(2t). \quad (6)$$

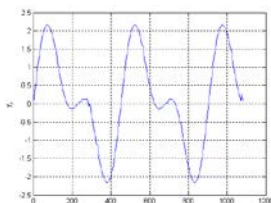
Rekonstrukcija signala na prijemnoj strani ostvaruje se pomoću NF FIR filtra dužine 23 i granične frekvencije $\omega_p=0.2\pi$. Primeri rekonstruisanog signala prikazani su na: sl.3 ($tol=0.0030$, $r=0.9998$, $N_{S_VRS}=711$, $SR=1.5260$, $h_{max}=4$; $MSE=7.3881e-004$), sl.4 ($tol=0.0050$, $r=0.9998$, $N_{S_VRS}=626$, $SR=1.7332$, $h_{max}=16$, $MSE=8.6974e-004$), sl.5 ($tol=0.0100$, $r=0.9994$, $N_{S_VRS}=509$, $SR=2.1316$, $h_{max}=32$; $MSE=0.0020$), sl.6 ($tol=0.0500$, $r=0.9831$, $N_{S_VRS}=136$, $SR=7.9779$, $h_{max}=32$; $MSE=0.0575$), sl.7 ($tol=0.1000$, $r=0.9807$, $N_{S_VRS}=98$, $SR=11.0714$, $h_{max}=32$; $MSE=0.0657$) i sl.8 ($tol=0.5000$, $r=0.8902$, $N_{S_VRS}=36$, $SR=30.1389$, $h_{max}=64$; $MSE=0.3526$).



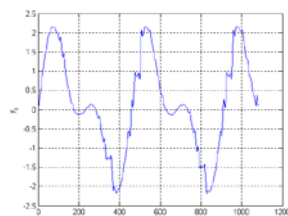
Slika 3. Rekonstruisani signal y_{rek} .



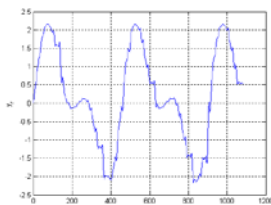
Slika 4. Rekonstruisani signal y_{rek} .



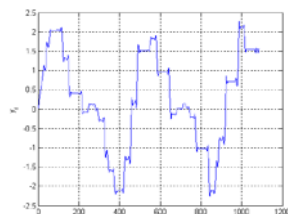
Slika 5. Rekonstruisani signal y_{rek} .



Slika 6. Rekonstruisani signal y_{rek} .



Slika 7. Rekonstruisani signal y_{rek} .

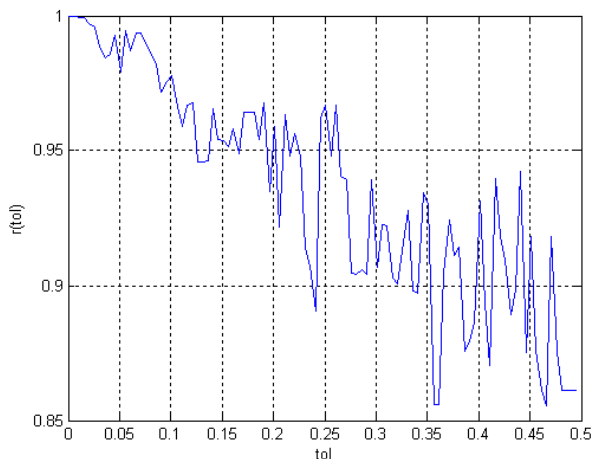


Slika 8. Rekonstruisani signal y_{rek} .

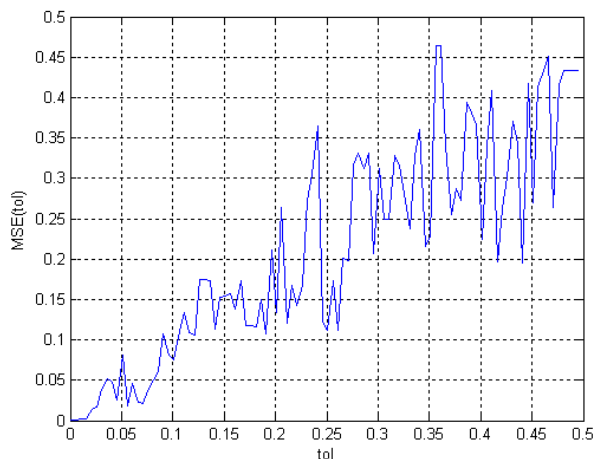
Analizom dijagrama sa sl.3-sl.8 može se zaključiti da sa povećanjem tolerancije tol : a) korelacioni koeficijent r opada, b) srednja kvadratna greška MSE se povećava i c) broj uzoraka $N_{S.VRS}$ opada. Ovi rezultati se poklapaju sa rezultatima iz [5].

3. PARAMETRI REKONSTRUISANOG SIGNALA

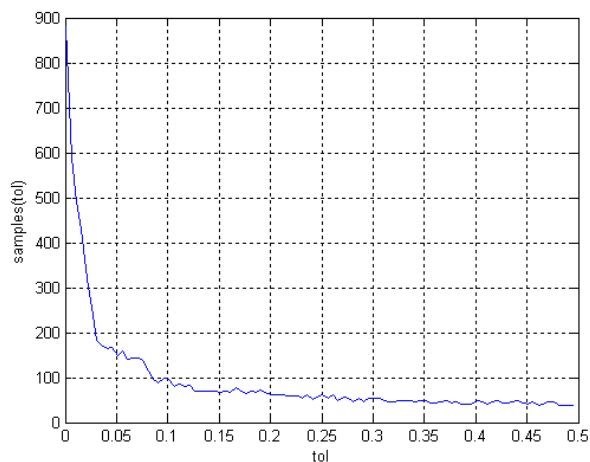
Rekonstrukcija signala na prijemnoj strani realizuje se posredstvom NF FIR filtra. U cilju povećanja kvaliteta rekonstruisanog signala y_{rek} izvršeni su eksperimenti sa implementiranjem nekih prozorskih funkcija. Eksperiment je izveden za $h_{max}=64$. Primenjene su a) pravougaona, b) bartlett-ova, c) blackman-ova, d) čebiševljeva, e) hamming-ova, f) hann-ova, g) kaiser-ova i h) trougaona prozorska funkcija. Za slučaj implementiranja pravougaone prozorske funkcije određeni su korelacioni koeficijent r (sl.9), srednja kvadratna greška MSE (sl.10), broj uzoraka $N_{S.VRS}$ (sl.11) i odnos broja uzoraka SR (sl.12) u zavisnosti od tolerancije tol .



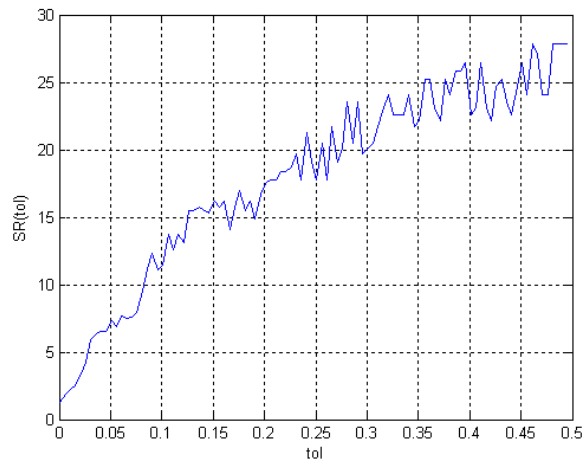
Slika 9. Korelacioni koeficijent ($h_{max}=64$).



Slika 10. Srednja kvadratna greška ($h_{max}=64$).



Slika 11. Broj uzoraka originalnog signala ($h_{max}=64$).



Slika 12. SR koeficijent ($h_{max}=64$).

Efekat prozorskih funkcija analiziran je na osnovu srednjih vrednosti korelacionog koeficijenta r i MSE :

$$r_{av} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N r(tol(i)), \quad (7)$$

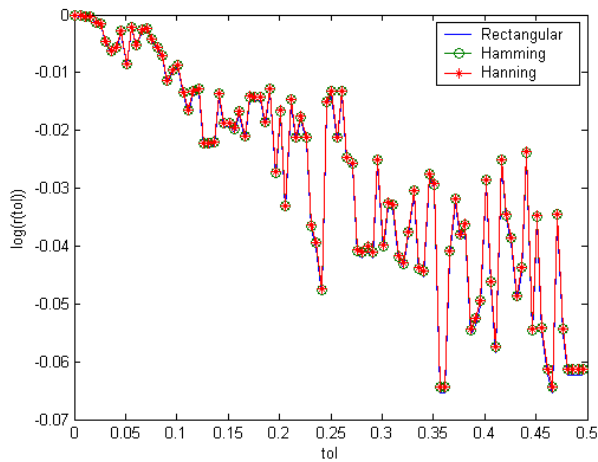
$$MSE_{av} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N MSE(tol(i)), \quad (8)$$

gde je $tol=0.001-0.5$, a N broj uzoraka tol . Rezultati su prikazani u tbl.1.

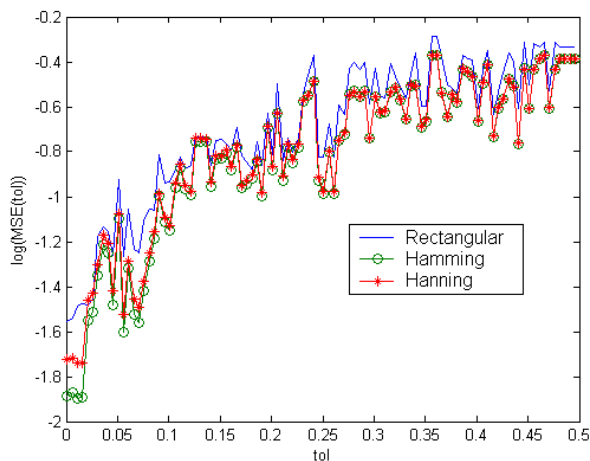
Prozorska funkcija	r_{av}	MSE_{av}
pravougaona	0.9379	0.2476
bartlett-ova	0.9393	0.2200
blackman-ova	0.9392	0.2358
čebišljejeva	0.9391	0.2617
hamming-ova	0.9393	0.1994
hann-ova	0.9394	0.2021
kaiser-ova	0.9390	0.2072
trougaona	0.9392	0.2124

Tbl.1 Srednje vrednosti korelacionog koeficijenta r i MSE u zavisnosti od implementirane prozorske funkcije.

Iz tbl. 1 vidi se da se korelacioni koeficijent vrlo malo menja sa promenom prozorske funkcije, za razliku od usrednjene vrednosti MSE . Hamming-ova prozorska funkcija generiše najbolje rezultate. Logaritamska zavisnost r i MSE od pravougaone, Hamming-ove i Hann-ove prozorske funkcije prikazana je na sl.13 i sl.14 respektivno.



Slika 13 Korelacioni koeficijent u zavisnosti od prozorske funkcije - logaritamska razmera.



Slika 14. Srednja kvadratna greška MSE u zavisnosti od prozorske funkcije - logaritamska razmera.

4. ZAKLJUČAK

Potrebe za primenu sistema sa smanjenom potrošnjom su velike. Prvenstveno se primenjuju na mestima gde je energija napajanja deficitarna i gde se napajanje realizuje pomoću baterija (udaljena merna mesta koja su sa glavnim računarnom spregnuta radio vezom, u medicini, vojnoj industriji i dr.). U radu je opisan VRS algoritam posredstvom koga se vrši smanjenje broja uzoraka merenog signala, saglasno parametrima merenog signala, i, na taj način, izvršena ušteda energije. Analizom VRS algoritma i rekonstruisanog signala na prijemnoj strani (posredstvom NF FIR filtra), izračunavanjem korelacionog koeficijenta, srednje kvadratne greške i koeficijenta smanjenja broja uzoraka, u funkciji implementirane prozorske funkcije, dobijen je zaključak da Hamming-ova prozorska funkcija generiše najbolje rezultate (u odnosu na pravougaonu prozorsku funkciju srednja kvadratna greška je manja 19.5%). Ovakav rezultat daje preporuku za implementiranje Hamming'ove prozorske funkcije kod sistema sa smanjenom potrošnjom za rad u realnom vremenu.

LITERATURA

- [1] L. Benini, A. Bogliolo, G. Micheli, "A survey of design techniques for system-level dynamic power management", *IEEE Trans. VLSI Syst.*, Vol. 8, pp. 299-316, June 2000.
- [2] M.B. Srivastava, A.P. Chandrakasan, R.W. Brodersen, "Predictive system shutdown and other architectural techniques for energy efficient programmable computation", *IEEE Trans. VLSI Syst.*, Vol. 4, pp. 42-55, Mar. 1996.
- [3] A. Banerje, A.S. Dhar, S. Banerje, "FPGA realization of a CORDIC based FFT processor for biomedical signal processing", *Microprocessor Microsyst.*, Vol. 25, no. 3, pp. 131-142, May 2001.
- [4] J.W. Mark, T.D. Todd, "A nonuniform sampling approach to data compression", *IEEE Trans. Commun.* Vol. COM-29, pp. 24-32, Jan. 1981.
- [5] G.B. Irvine, L. Wang, P. Dickman, D. Cumming, "Variable-rate data sampling for low-power microsystems using modified Adams method", *IEEE Trans. on Signal Processing*, Vol. 51, no. 12, pp. 3182-3190, Dec. 2003.
- [6] C.F. Gerald, P.O. Wheatley, "Applied Numerical Analysis", 6th ed. Reading, MA: Addison-Wesley, 1999.

ZVUČNA IZOLACIJA PODOVA ACOUSTIC FLOOR ISOLATION

Danijela Zlatković, *Viša tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Zoran Radović, *Gradjevinski fakultet*

Sadržaj - U ovom radu prikazuje se problematika akustičnih mostova koji se javljaju u savremenom građevinarstvu, olakšavanjem konstrukcija i primenom savremenih materijala.

Ključne reči: Zvučna izolacija. Akustični mostovi.

Abstract –This work basis problems of acoustic bridges that arrive in present day civil engineering as a result of lighter construction and application of modern materials.

Key words: Acoustic isolation. Acoustic bridges .

1. UVOD

Zvučna izolacija je zaštitna mera koja smanjuje prenošenje zvuka koji se prostire kroz vazduh, kao i zvuka koji se proizvodi udarom, od izvora do uha.

Širenje buke koja se prostire kroz vazduh, sprečava se, kad su u pitanju armirano betonske tavanice:

- dovoljnom masom međuspratne konstrukcije,
- ugradnjom plivajućeg poda,
- izradom masivnih visećih plafona.

Smanjenje zvučne propustljivosti armirano betonskih tavanica na udarni zvuk postiže se:

-oblaganjem površine poda elastičnim materijalom koji apsorbuje zvuk,

- izradom plivajućeg poda

- umetanjem u konstrukciju elastičnog sloja, preko koga se može neposredno polagati podna obloga.

2. KONSTRUKCIJA PLIVAJUĆEG PODA

Smanjenje nivoa zvuka udara najbolje se rašava konstrukcijom plivajućeg poda. Naziv plivajući pod dobio je po tome što kruti deo podne konstrukcije naleže na prigušujući sloj, zvučni apsorber, bez neposrednog dodira sa krutim delovima međuspratne konstrukcije i zidovima. Na taj način udarni zvuk se lokalizuje i prigušuje zvučnim apsorberom.

Posebnu pažnju pri izvođenju plivajućih podova treba posvetiti merama za sprečavanje pojave zvučnih mostova. Oni nastaju na mestima dodira podne konstrukcije sa zidovima i instalacijama, na tim mestima potrebno je postaviti zvučni apsorber, najbolje od istog materijala koji je

odabran kao prigušujući sloj. Ukoliko je podna obloga cementni estrih, da ne bi došlo do curenja cementnog mleka u prigušujući sloj i stvaranja zvučnih mostova, potrebno je postaviti plastičnu foliju ili impregniranu hartiju kao zaštitu prigušujućeg sloja.

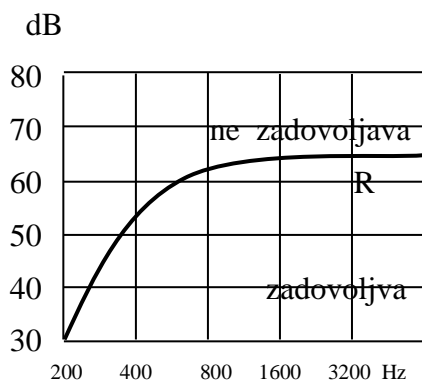
Pojedine vrste plivajućih podova daju, prema laboratorijskim ispitivanjima smanjenje nivoa zvuka prema sledećoj tabeli:

Red. broj	Vrsta plivajućeg poda	Prosečno smanjenje nivoa udara zvuka (dB)
1.	Cementni estrih d=4cm preko talasaste hartije	18
2.	Cementni estrih d=4cm preko ploča od mineralne vune d=15cm	27
3.	Cementni estrih d=4cm na elastificiranom stiroporu d=10mm	21
4.	Cementni estrih d=4cm na elastificiranom stiroporu d=2x10mm	35
5.	Florbit d=2,5cm na "plutafonu" d=0,8x1cm	19

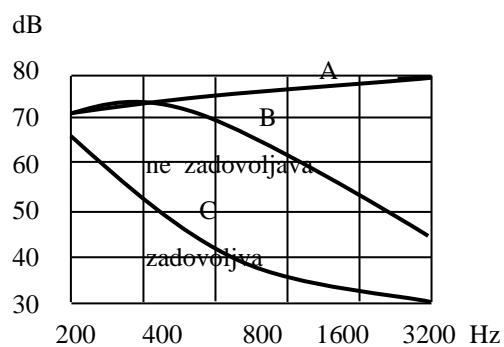
Na smanjenje udarnog zvuka takođe utiče i podna obloga. Meke podne obloge prigušuju udarni zvuk mnogo bolje od tvrdih kao što su: teraco, beton, keramičke pločice i dr. kao što se vidi u tabeli:

Red. broj	Vrsta podne obloge	Prosečno smanjenje nivoa udara zvuka (dB)
1.	Tekstilne obloge	20-35
2.	PVC d=2mm na penastoj gumi d=2mm	24
3.	PVC na filcu	15
4.	Guma d=2,5mm	10
5.	Parquet od plute d=6mm	5
6.	Parquet od daščica d=18-24mm	2
7.	Keramičke pločice	0

Minimalne vrednosti zvučne izolacije "R" po jus-u definisane su dijagramom za frekventni opseg od 100-3200Hz.



Upoređivanje nivoa zvuka udara vrši se merenjem u laboratoriji ili na objektu svake konstrukcije. Rezultati merenja mogu se prikazati putem dijagrama gde se vidi koliko je značajna primena plivajućih podova u zaštiti objekata od udarnog zvuka.



Kriva A- betonska ploča bez poda

Kriva B- betonska ploča bez plivajućeg poda

Kriva C- betonska ploča sa plivajućim podom

3. ZAKLJUČAK

Na osnovu do sada izloženog i prikazom grafika može se zaključiti, da ako se plivajući pod izvede bez zvučnih mostova, po laboratorijskim meranjima, možemo sa sigurnošću da očekujemo pozitivne rezultate u poboljšanju zvučne zaštite prostorije. Da bi se dokazao kvalitet izvođenja zvučne zaštite JUS U J6.201 propisuje da se mora ispitivanje zgrade i to po jedno merenje za svakih 30 stanova zgrade. Na osnovu izvršenih merenja vrši se oceana zvučne zaštite, koja mora da se nalazi u pratećoj dokumentaciji koja se odnosi na kvalitet zgrade.

LITERATURA

[1] V. Kamenarović, *Podovi u stambenim, društvenim, industrijski, i privrednim zgradama*, Beograd, Rad, 1972

[2] Z. Radović, LJ. Milošević, *Građevinsko arhitektonske konstrukcije*, Niš, GAF, 1995.

ŠIRI I UŽI IZBOR KOMPLEKSNE GRAĐEVINSKE MEHANIZACIJE
ZA PROŠIRENJE TUNELA NA PUTU NIŠ-DIMITROVGRAD
THE WIDE AND NARROW SELECTION OF THE COMPLEX
CONSTRUCTION MACHINERY USED FOR WIDENING
THE TUNNEL ON THE ROUTE FROM NIŠ TO DIMITROVGRAD

Slobodan Mirković, *Građevinsko – arhitektonski fakultet, Aleksandra Medvedeva 18, Niš.*
Ljiljana Anđelković, *Viša tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj – U radu je dat praktičan primer izbora kompleksne mehanizacije za proširenje postojećih tunela na putu Niš – Dimitrovgrad u dva varijantna rešenja sa odvoženjem i razastiranjem iskopanog materijala na deponiju udaljenoj 5km od mesta iskopa. U prvoj varijanti iskop se vrši bagerom sa otkopnom glavom, a u drugoj bušećom garniturom AC BOOMAR H-135. Analiza cene i iskopa bušećom garniturom data je po m³ iskopanog materijala, a tehno-ekonomska analiza data je za količinu od 8325 m³ sa kompletnim utroškom materijala i potrebnom radnom snagom.

Ključne reči: *Kompleksna mehanizacija, analiza cena, tehno-ekonomska analiza.*

Abstract – The paper presents a practical example of the selection of complex machinery for widening the existing tunnel on the route from Nis to Dimitrovgrad, in two variants, with earth removal and disposal at the landfill situated 5 km from the excavation site. In the first variant, the excavation is executed with a dredger which contains an excavation implement, while the second involves AC BOOMAR H-135 drilling equipment. The analysis of the quotation and excavation executed with drilling equipment is per m³ of the excavated material, while the technical and finance analysis has been made out to the quantity of 8325 m³ with full material consumption and required labor included.

Key words: *Complex machinery, quotation analysis, technical/finance analysis.*

1. UVOD

Izbor mašina ima za cilj što racionalnije izvođenje građevinskih radova. Optimalni izbor građevinskih mašina ili kompleksne mehanizacije, za izvršenje određenih građevinskih radova je danas prosto nezamislivo bez primene sistemne analize tokom izbora [1].

Kompleksna mehanizacija radova predstavlja organizacionu formu u građevinarstvu kod koje se ne samo osnovne, tj, glavne operacije izvršavaju mašinama neprekidno, u proizvodnom nizu, već i one pomoćne, pripremne i transportne operacije koje svojim sastavom čine određenu tehnološku celinu. Kompleksnu mehanizaciju sačinjava niz međusobno namenski i kapacitetno sinhronizovanih mašina koje imaju zadatak da izvrše određene građevinske radove ili celu građevinsku proizvodnju. One su međusobno povezane po svom učinku kojim se obezbeđuje određeni ritam izvršenja radova. Kod kompleksne mehanizacije radova ručni rad se potpuno ne isključuje i dopušta se ali samo za nenaporne, neiscrpljujuće operacije, i to tamo gde kompleksna mehanizacija ne bi

mного doprinela smanjenju napora radnika, ali bila bi i ekonomski neopravdana.

Kod kompleksne mehanizacije, poseban značaj ima glavna vodeća, a to je mašina kojoj se poverava izvršenje najvažnijeg i najznačajnijeg procesa. To je mašina sa najvećim učinkom kojoj se podređuje rad svih ostalih mašina u sastavu kompleksne mehanizacije [1,2].

Izbor kompleksne mehanizacije za određenu vrstu radova uslovljen je zahtevima za ekonomičnom i efikasnom građevinskom proizvodnjom. Konačna odluka se donosi tek na osnovu sprovedene ekonomske analize i rezultata međusobnog poređenja varijantnih rešenja. Izbor mašina i transportnih sredstava ima određene faze: širi, už i optimalni izbor. Svaka od ovih faza čini izvesnu celinu i sastoji se od niza postupaka koji imaju svoju metodološku redoslednost sprovođenja [2].

Ostvarivanje tražene ekonomičnosti zahteva iznalaženje unutrašnjih rezervi po svim elementima građevinske proizvodnje, a produktivnosti uvođenjem savremene kompleksne mehanizacije.

Izgradnja saobraćajnica je danas nezamisliva bez primene kompleksne mehanizacije.

Jedan od prioritarnih zadataka u ovom periodu za našu zemlju je izgradnja auto-puta Niš-Dimitrovgrad. U tom smislu razmatrana su mnoga rešenja pružanja trase predloženog puta i ovog trenutka kao najefikasnije se javlja varijanta sa dva posebna kraka u Sićevačkoj klisuri. Jedan od putnih pravaca južni od Niša prema Dimitrovgradu išao bih preko Ploče do Crvene reke, a drugi severni postojećom trasom puta Dimitrovgrad-Niš kroz Sićevačku klisuru. Pošto su traženi gabariti tunela autoputa veći od postojećih to se javila potreba da se izvrši njihovo proširenje, kako u pogledu dimenzije i visine kalote, tako i u pogledu dimenzija oporaca.

U cilju uspešnog, kvalitetnog i o roku izvršenog proširenja razmatran je širi i uži izbor kompleksne mehanizacije u dve varijante za izvršenje radova na proširenju sastavljenih od mašina kojima raspolaže građevinsko-privredno društvo (preduzeće) a.d. "Planum" Zemun.

2. IZBOR KOMPLEKSNE MEHANIZACIJE ZA RADOVE U STENI

Kod izbora kompleksne mehanizacije za radove u steni od bitnog značaja je proučavanje stenske mase kod izgradnje podzemnih objekata, da bi se predvidelo ponašanje stenske mase tokom iskopa, uslovi rada i promene koje će nastati u stenskoj masi po završenom iskopu u funkciji vremena [3].

Radovi u stenskom materijalu u datom primeru obuhvataju proces iskopa stenskog materijala i transport stenskog materijala do mesta deponovanja i njegovog razastiranja.

2.1. ŠIRI IZBOR KOMPLEKSNE MEHANIZACIJE

Širi izbor sastoji se samo u nabranjanju onih mašina i transportnih sredstava koje mogu da ostvare potrebnu operaciju procesa rada, uz odgovarajuće teh. rač. karakteristike (učinak, cena mašine, potrošnja goriva, gabariti...).

U tabeli 1. prikazan je širi izbor kompleksne mehanizacije u dve varijante za radove na proširenju tunela.

R.B	Radna operacija	Opis pozicije			
		iskop	utovar	transport	uređenje deponije
N°1	Hidraulički bager sa otkopnim čekićem "Poclain"				
	Utovarivač ULT 160				
	Kiper MAN 32280				
	Buldozer TG-140				
N°2	Bušeaća garnitura AC BOOMAR H-135				
	Utovarivač ULT 160				
	Kiper MAN 32280				
	Buldozer TG-140				

Tabela 1. Širi izbor kompleksne mehanizacije

2.1.1. PRORAČUN PRAKTIČNIH UČINAKA MAŠINA ZA POZICIJU PROŠIRENJA TUNELA

Na osnovu definisanih mašina kompleksne mehanizacije za poziciju proširenja tunela pristupamo proračunu praktičnih učinaka U_{pr} svih mašina u varijantnim rešenjima.

Pored praktičnih učinaka u tabelama 2 i 3 unosimo i potrebne podatke o tehničkim karakteristikama mašina koje uzimamo iz fabričkih kataloga prospekata. Ovi podaci mora da budu verodostojni.

2.1.2. ANALIZA CENA EFEKTIVNOG RADNOG SATATA MAŠINE

Pored praktičnih učinaka i tehničkih karakteristika u tabelama 2, 3 vršimo proračun cena efektivnog radnog sata mašine.

Sračunavanje cene koštanja rada mehanizacije vrši se na tri načina i to preko :

-sume koštanja smene rada mehanizacije

$$c_k = \frac{\sum K_{smi} + \sum R_{op}}{gvm U_{pr}} \text{ [din/jed.mere]} \quad (1)$$

- preko sume mašinskih časova rada:

$$c_k = \frac{\sum M_h + \sum R_{op}}{gvm U_{pr}} \text{ [din/jed.mere]} \quad (2)$$

- preko parcijalne cene:

$$c_{ki} = \frac{M_{hi}}{U_{pri}} \cdot \frac{1}{i_i} \text{ [din/jed.mere]} \quad (3)$$

Koštanje smene rada i-te mašine u [din/sm]:

$$K_{smi} = \frac{I_i}{N_{sm}} + E \cdot LD + (M) + \frac{O_o + O_s + O_v + A_o + B + K + O}{ng} \quad (4)$$

$$M_{hi} = \frac{K_{smi}}{N_{hi}} \text{ [din/h]} \quad (5)$$

Predloženi izraz:

$$M_{hi} = \frac{I_i}{N_h} + (E_e + E_{os}) \cdot (I + \varphi) \text{ [din/h]} \quad (6)$$

gde je: I_i —jednovremeni troškovi (troškovi dopreme; troškovi montaže mašine (dekonzervacije mašine); troškovi probnog rada; troškovi privremenih konstrukcija; troškovi premeštanja mašine na gradilištu; troškovi demontaže privremenih konstrukcija; troškovi demontaže mašine; troškovi povratka mašine); N_h —broj časova koliko mašina radi, dobija se kao proizvod planiranih smena rada i broja časova koliko traje smena, uvećano za broj smena, koliko je potrebno mašini da se dopremi do gradilišta); E_e —troškovi eksploatacije, obuhvataju troškove koje mašina napravi izvršavajući proizvodni rad, kao što su troškove radne snage (mašinista i radnika na opsluživanju); troškove energije (energenata i maziva); troškove opravki (tekućih, srednjih i velikih) i troškovi habajućih delova; Sračunavaju se preko izraza:

$$E_e = E_{rs} + E_{eg} + E_{maz} + E_{op} + E_{hd} \text{ [din/h]} \quad (7)$$

gde je: E_{rs} —troškovi radne snage, mašinista i radnika na opsluživanju;

$$E_{rs} = \left[\sum (N_{mi} \cdot c_{mi}) + \sum (N_{op} \cdot c_{op}) \right] \text{ [din/h]} \quad (8)$$

N_{mi} —broj mašinista i-te vrste (kom); c_{mi} —bruto satnina mašinista i-te vrste (osnovna vrednost časa rada, prevoz, obrok radnika, zakonske obaveze i odgovarajuća izdvajanja za tehničko i tehnološko usavršavanje građevinskog privrednog društva din/h; N_{op} —broj radnika i-te vrste na

opsluživanju mašine kom; c_{op} –bruto satnina radnika (osnovna vrednost časa rada, prevoz, obrok radnika, zakonske obaveze i odgovarajući fondovi); E_{eg} –troškovi energije, goriva;

$$E_{eg} = G_{eg} \cdot C_{eg} = N_o \cdot g_s \cdot K_o \cdot C_{eg} \quad [\text{din/h}] \quad (9)$$

G_{eg} –količina utrošene energije; C_{eg} –cena utrošene energije; N_o –nominalna snaga motora; g_s –specifični trošak goriva ili maziva u toku jednog časa rada za svaki kW nominalne snage motora; K_o –koeficijent opterećenja motora; E_{maz} –troškovi maziva i ulja. Ovi troškovi imaju istu prirodu kao i troškovi energije i računaju se na isti način. E_{tp} –troškovi tekućih popravki mašina. Ovi troškovi se procenjuju i utvrđuju na bazi iskustvenih podataka. Zavise od konkretne mašine, uslova rada i kvaliteta održavanja. Oni obuhvataju cenu rada i ugrađenih delova pri redovnim periodičnim pregledima mašine, troškovima transporta, carine i uskladištenja rezervnih delova kao i bruto lično dohotke radnika na održavanju.

$$E_{tp} = \frac{P_1 \cdot C_{mi}}{N_{he}} \quad [\text{din/h}] \quad (10)$$

kada je:

p_1 –procentualni iznos definisan prema vrsti mašine 10-20%; C_{mi} –nabavna vrednost mašine, zajedno sa troškovima carine, transporta (din); N_{he} –planirani broj časova eksploatacije (usvaja se oko 15000 h); E_{hd} –troškovi habajućih delova. Kod savremenih mašina sa pokretanjem preko pneumatika ovi troškovi obuhvataju nabavnu vrednost kompleta guma za sve točkove uvećanu 10% za vrednost rada uloženog pri njihovoj zameni. U ove troškove spadaju i troškovi zamene zubaca kod kašike bagera, riljača kod dozera i ojačanog dela noža mašine za zemljane radove.

$$E_{hd} = \frac{1.10 \cdot C_g}{T_g} \quad [\text{din/h}] \quad (11)$$

kada je:

C_g –nabavna vrednost gume (din); T_g –trajanje gume ili ekonomski broj časova transporta (h); E_{os} –troškovi osnovnog sredstva, vrednost mašine kao imovine a sastoje se od troškova investicionog održavanja; troškova amortizacije i troškova kamate i osiguranja.

Troškovi osnovnog sredstva E_{os}

Ovi troškovi su vezani za vrednost mašine kao deo imovine bez obzira na uslove rada (to su troškovi investicionog održavanja, troškovi amortizacije i troškovi kamate i osiguranja). Ovi troškovi postoje bez obzira da li mašina radi ili ne, sračunavaju se preko izraza:

$$E_{os} = E_{inv} + E_{am} + E_{ko} \quad [\text{din/h}] \quad (12)$$

gde je:

E_{inv} –troškovi investicionog održavanja (srednje i velike popravke). Investiciono održavanje iznosi 10 – 20% nabavne vrednosti mašine, a konkretna vrednost zavisi od kvaliteta održavanja i podrške koju pruža isporučilac mašina.

$$E_{inv} = \frac{P_2 \cdot C_m}{N_{hgod}} \quad [\text{din/h}] \quad (13)$$

pri čemu je:

p_2 –procent koji opada na investiciono održavanje (usvaja se od 10 – 20% zavisno od vrste mašina); N_{hgod} –broj časova u toku godine na koji se računa da se ovi troškovi odnose; C_m –nabavna vrednost mašine; E_{am} –troškovi amortizacije.

Predstavljaju troškove nabavke iste takve mašine kada se stara istroši. Vek trajanja mašine zavisi od broja radnih sati, uslova rada i kvaliteta održavanja.

$$E_{am} = \frac{P_3 \cdot C_m}{N_{he}} \quad [\text{din/h}] \quad (14)$$

kada je:

p_3 –procentat izdvajanja za amortizaciju (obično se usvaja 10%);

N_{he} –eksploatacioni broj časova u toku godine; E_{ko} –troškovi kamate i osiguranja mašine. Troškovi kamate nastaju uzimanjem kredita za kupovinu mašine ili njenih rezervnih delova i preciziraju se odgovarajućim ugovorima, ali se mogu sa troškovima osiguranja, proceniti sa 10% nabavne vrednosti.

$$E_{ko} = \frac{P_4 \cdot C_m}{N_{he}} \quad [\text{din/h}] \quad (15)$$

ϕ –kalkultivni faktor (faktor kalkulisanja režijskih troškova i dobiti). Najčešći način određivanja prodajne cene rada je da se prvobitno određena cena rada (bez indirektnih troškova uveća za faktor $(1+\phi)$, koji predstavlja procenat povećanja troškova mašinskog rada, kojim se kompenzuju (kroz jedinične cene radova): troškovi pripremnih radova na gradilištu, režijski troškovi preduzeća (troškovi neproizvedenog rada) i zahteva na dobit na konkretnom poslu. Vrednosti faktora kreću se u granicama od 0.3-0.5.

Poracun cene efektivnog radnog časa mašina za obe varijante dat je u tabelama 2. i 3., a proračun cene po m^3 iskopanog materijala za obe varijante dat je u tabeli 4.

VRSTA I TIP MAŠINE	jedinica mere	buš. gar. AC BOOMAR H-135	utovarivač ULT 160	kiper MAN 32280	buldozer TG-140
C_m	din	41562500	7481250	7481250	5950000
snaga mot.	KW	102.00	118.00	206.00	107.00
N_{he}	h	12000	10000	11500	10000
N_h	h	1000	1200	1000	500
N_{hgrd}	h	1500	1500	1500	1500
J_t	din	41562.50	14962.50	14962.50	11900.00
J/N_h	din/h	41.563	12.469	14.963	23.800
E_{rs}	din/h	223.51	223.51	204.35	194.53
k_o	koef.	0.45	0.45	0.45	0.45
g_s	koef.	0.120	0.120	0.160	0.120
E_{eg}	din/h	0.55	410.42	955.33	372.16
g_s	koef.	0.04	0.003	0.003	0.003
E_{maz}	din/h	5.88	54.64	95.39	49.55
p	koef.	0.30	0.30	0.30	0.30
E_{op}	din/h	221.67	39.90	39.90	31.73
E_{hd}	din/h	221.67	39.90	39.90	31.73
E_e	din/h	673.27	768.37	1334.87	679.70
E_{inv}	din/h	4156.25	748.13	748.13	595.00
E_{am}	dinh	3463.54	748.13	650.54	595.00
E_{ko}	din/h	2770.83	498.75	498.75	396.67
E_{os}	din/h	10390.63	1995.00	1897.42	1586.67
Kh	din/h	16167.75	3604.85	4216.93	2970.08

Tabela 2. Analiza cene efektivnog radnog časa mašina za poziciju iskopa miniranjem

VRSTA I TIP MAŠINE	jedinica mere	bager POCLAIN 300 CK	utovarivač ULT 160	kiper MAN 32280	buldozer TG-140
C _m	din	39375000	7481250	7481250	5950000
snaga mot.	KW	230.00	118.00	206.00	107.00
N _{he}	h	11000	10000	11500	10000
N _h	h	1000	1200	1000	500
N _{hgrd}	h	1500	1500	1500	1500
J _t	din	19687.50	14962.50	14962.50	11900.00
J _t /N _h	din/h	19.69	12.469	14.963	23.800
E _{rs}	din/h	265.66	223.51	204.35	194.53
k _o	koef.	0.45	0.45	0.45	0.45
g _s	koef.	0.120	0.120	0.160	0.120
E _{eg}	din/h	799.97	410.42	955.33	372.16
g _s	koef.	0.003	0.003	0.003	0.003
E _{maz}	din/h	106.50	54.64	95.39	49.55
p	koef.	0.30	0.30	0.30	0.30
E _{op}	din/h	787.50	39.90	39.90	31.73
E _{hd}	din/h	787.50	39.90	39.90	31.73
E _e	din/h	2747.13	768.37	1334.87	679.70
E _{inv}	din/h	3937.50	748.13	748.13	595.00
E _{am}	din/h	3579.55	748.13	650.54	595.00
E _{ko}	din/h	2625.00	498.75	498.75	396.67
E _{os}	din/h	10142.05	1995.00	1897.42	1586.67
Kh	din/h	16775.62	3604.85	4216.93	2970.08

Tabela 3. Analiza cene efektivnog radnog časa mašina za poziciju iskopa bagerom

2.2 UŽI IZBOR MAŠINA ZA POZICIJU ISKOPA STENSKOG MATERIJALA U TUNELU

Uži izbor se zasniva na ekonomskim elementima pred-hodne faze, na uslovima izvršenja rada, količine izvršenja, troškova mašinske proizvodnje, troškova pogonske energije itd. To se čini za svaku varijantu, kombinaciju sastava mašina. Usvaja se ona varijanta koja ima najnižu, najekonomičniju cenu jedinice mere za uslove konkretne realizacije.

Na osnovu praktičnih učinaka mašina i analiza cena efektivnog radnog časa mašina pristupamo proračunu datom u tabeli 4 za obe varijante kompleksne mehanizacije.

R.B	Naziv mašine	praktičan učinak U _p	broj mašina n	n*U _p	cena efektivnog sata mašine Kh	n*Kh (din/h)	Σn*Kh / min n*U _p	Cena (din/m ³)
№1	Bager sa otkopnom glavom	7.5	1	7.5	16775.62	16775.6	31784.41 / 7.5	4237.92
	Utovarivač	19.32	1	19.32	3604.85	3604.85		
	Damper	5.22	2	10.44	4216.93	8433.86		
	Buldozer	88.83	1	88.83	2970.08	2970.08		
№2	Bušeca garnitura	8.68	1	8.68	16167.75	16167.8	31176.54 / 8.68	3591.77
	Utovarivač	19.32	1	19.32	3604.85	3604.85		
	Damper	5.22	2	10.44	4216.93	8433.86		
	Buldozer	88.83	1	88.83	2970.08	2970.08		

Tabela 4. Uži izbor mašina za poziciju proširenja tunela

Iz tabele 4. vidi se da je povoljnija druga varijanta kompleksne mehanizacije za poziciju proširenja tunela.

3. ANALIZA CENE ISKOPA BUŠEĆOM GARNITUROM SA UTROŠKOM POTREBNOG MATERIJALA I RADNOM SNAGOM

Obzirom da je usvojena druga varijanta kompleksne meha-nizacije za izvršenje planiranih radova u tabeli 5. dat je proračun i analiza cene iskopa sa utroškom potrebnog materijala i radnom snagom.

Analiza cena iskopa bušećom garniturom				
		ukupna količina 8325 m ³		
	jed.mere	normativ	jed.cena	ukupno
materijal				
usadnik R38	kom	0.0127	16155	205.1685
krunica bradav.Ø38	kom	0.00425	6250	26.5625
eksploziv AMONAL	kg	0.75	120	90
kapsla-detonator	kom	0.41	39.6	16.236
spojnica R38	kom	0.00212	4613	9.77956
				347.7466
mehanizacija				
buldozer TG-140	h	0.011	2970.08	32.67088
buš.garn. AC BOOMAR H-135	h	0.115	16167.75	1859.291
damper MAN 323280	h	0.190	4216.93	801.2167
traktorska prikolica 3t	h	0.360	42.64	15.3504
utovarivač ULT 160	h	0.052	3604.85	186.551
				2895.08
radna snaga				
radnik PK III	h	0.011	137.54	1.51294
rukovaoc VK VIII	h	0.011	194.53	2.13983
vozač VK VIII	h	0.190	204.35	38.8265
radnik PK III	h	0.115	178.81	20.56315
miner KV VIII	h	0.115	265.66	30.5509
miner KV VII	h	0.115	252.89	29.08235
rukovaoc KV VII	h	0.115	223.51	25.70365
rukovaoc VK VIII	h	0.115	265.66	30.5509
rukovaoc VK VI	h	0.052	223.51	11.56664
				190.4969
			ukupno	3433.324din/m³

Tabela 5. Analiza cene iskopa bušećom garniturom sa potrebnim materijalom i utroškom radne snage

Optimalni izbor proverava da li je izabrana varijanta kompleksne mehanizacije najbolja za početnu, krajnju ili bilo koju količinu radova kao i kolika je ekonomska povoljnost u odnosu na ugovorene cene po jedinici mere.

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu sprovedene tehno–ekonomske analize kroz uži izbor kompleksne građevinske mehanizacije usta-novljeno je da se kao najpovoljnija varijanta za izvršenje radova na proširenju postojećih tunela na putu Niš–Dimitrovgrad kroz Sićevačku klisuru javlja varijanta kompleksne mehanizacije u čijem sastavu ulaze: bušaća garnitura AC BOOMAR H-135, utovarivač ULT 160, kiper MAN 32280 i buldozer TG-140.

Saglasno dobijenim rezultatima ona se preporučuje kao povoljnija jer bi se na taj način ostvarile uštede od 15 – 20% u odnosu na primenu prethodne razmatrane varijante kod koje se iskop vrši hidrauličkim bagerom sa udarnim čekićem.

LITERATURA

- [1] S., Mirković, *Građevinska mehanizacija*, Građevinska knjiga, Beograd, 2005.
- [2] A., Stefanović, *Građevinske mašine*, Građevinska knjiga, Beograd, 1980.
- [3] M., Đinđić, R., Spaić, *Miniranje stenskih masa*, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, 1998.

TEMELJENJE OBJEKATA NA RAZLIČITIM DUBINAMA
NASLOV RADA NA ENGLESKOM JEZIKU

Danijela Zlatković, *Viša tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Zoran Radović, *Gradjevinski fakultet, Aleksandra Medvedeva 18, Niš.*

Sadržaj - U ovom radu se prikazuje problem temeljenja objekata koji imaju različite dubine fundiranja, i moguća opasnost od urušavanja objekta

Ključne reči: Temelji.

Abstract – This work presents problem of building basing for object that have different fundament depths as well as potential danger of object colaps.

Key words: Building basing.

1. UVOD

Temeljenje zgrada po pravilu treba da leži na istoj dubini. U praksi javljaju se problemi fundiranja na nagnutim terenima, i u slučajevima kada kada se zbog određenih uslova temeljenje mora vršiti na različitim dubinama.

U slučaju nagnutih terena temeljna stopa ne sme da se izvodi paralelno sa nagibom terena, jer može da dođe do klizanja temelja. Donja površina temelja mora da bude horizontalna, što uslovljava da se u takvim slučajevima izvode kaskadni temelji.

2. TEMELJENJE NA RAZLIČITIM DUBINAMA

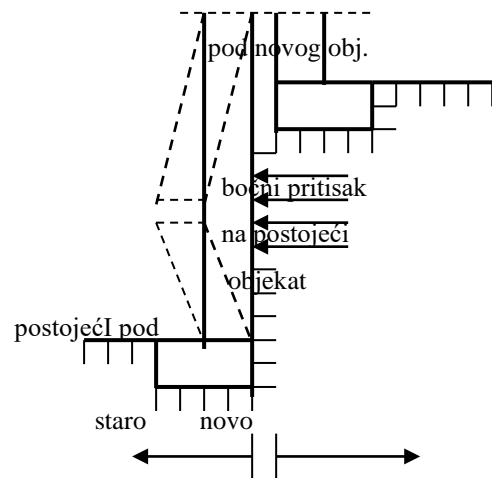
Kada se na istom objektu zbog više razloga ukaže potreba da se fundira na različitim dubinama, onda se na mestu promene dubine izvodi odvajanje delova objekata i njihovih temelja.

Jedan od većih problema nastaje kod temeljenja novog objekta uz postojeću zgradu. Tu mogu da se jave dva slučaja:

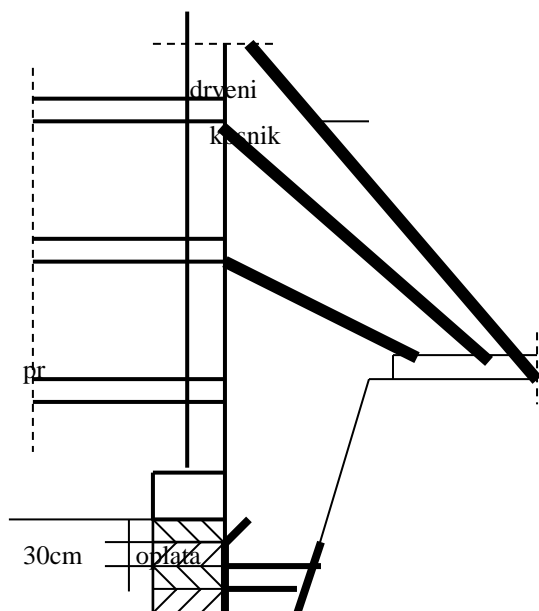
- ako je dubina novog temelja na višoj koti od temelja postojećeg objekta. U tom slučaju može da dođe do bočnog pritiska na postojeći zid podrumске prostorije, moglo bi da dođe do loma temeljnog zida i do ugrožavanja stabilnosti ranije izgrađenog objekta. Zbog toga se temelj novog objekta mora spustiti na dubinu fundiranja postojećeg temelja.

- u slučaju da je temelj nove zgrade na većoj dubini od postojećeg temelja, tada je ugrožena bezbednost starog objekta. U tom slučaju potrebno je izvršiti podbijanje starog temelja do dubine novog temelja. To predstavlja poseban problem jer je velika opasnost od urušavanja starog objekta potkopavanjem njegovih temelja. Prema važećim propisima potrebno je uraditi poseban projekat za obezbeđenje starog objekta i njegovu stabilnost. To se izvodi u više faza.

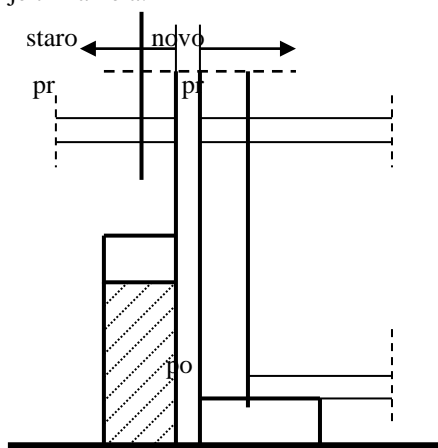
NEPRAVILNO



U prvoj fazi izvođenja radova na pobijanju temelja vrši se iskop do dubine postojećeg temelja i ujedno se vrši obezbeđenje starog objekta.

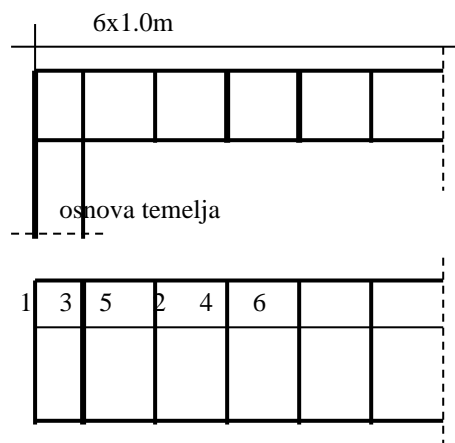


U drugoj fazi rada vrši se iskop do potrebne dubine u lamelama dužine oko jednog metra. Lamelle su međusobno udaljene najmanje 30cm. Odmah po iskopu vrši se betoniranje tih lamela.



Presek na sastavu starog i novog objekta.

U trećoj i sledećim fazama, nastavlja se sa iskopom i betoniranjem lamela ali tako da se vodi računa o napred navedenom razmaku lamela, i postignutoj čvrstoći već izbetoniranih površina.



brojevi označavaju mogući raspored iskopa i betoniranje lamela

3. ZAKLJUČAK

Spuštanje temelja postojećeg objekta na nižu kotu je složena i skupa operacija. Postoji velika mogućnost oštećenja starog objekta zbog slaganja zemljišta pod novim opterećenjem od novoizgrađenog objekta. Zato je mnogo bolje pomeriti novi objekat što dalje od postojećeg da bi se međusobni uticaji sveli na najmanju moguću meru.

LITERATURA

[1] Z. Radović, LJ. Milošević, *Građevinsko arhitektonske konstrukcije*, Niš, GAF, 1995.

[2] Grupa autora, *Građevinski tehničar II*, Beograd 1987.

INŽENJERSKI HARMONOISE MODEL ZA MAPIRANJE BUKE HARMONOISE ENGINEERING MODEL FOR NOISE MAPPING

Momir Praščević, *Fakultet zaštite na radu u Nišu, Čarnojevića 10a, Niš*
Violeta Stojanović, *Viša tehnička škola u Nišu, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*

Sadržaj – Evropska direktiva 2002/49/EC opisuje preliminarne metode za mapiranje buke koje mogu koristiti države članice koje nemaju sopstveni metod u upotrebi. U prvoj fazi kreiranja strategijskih mapa buke državama članicama se dozvoljava korišćenje sopstvenih nacionalnih metoda za procenu nivoa buke u životnoj sredini, ukoliko metode daju harmonizovane indikatore L_{den} i L_{night} . U drugoj fazi od 2012. godine mape moraju biti kreirane korišćenjem harmonizovanih predikcionih metoda. U okviru HARMONISE projekta kreirane su nove metode za predikciju nivoa buke u životnoj sredini kao posledice drumskog i železničkog saobraćaja. Metode su namenjene da postanu harmonizovane metode za strategijsko mapiranje buke u svim zemljama članicama Evropske Unije. HARMONISE inženjerski metod je razvijen za proračun L_{Aeq} kao posledice drumskog i železničkog saobraćaja pod različitim meteorološkim uslovima. Sadrži opis izvora buke kod drumskog i železničkog saobraćaja kao i opsi slabljenja u toku prostiranja. Inženjerski metod je fleksibilni metod za proračun i kao takav se može koristiti i za detaljne proračune u slučaju procene buke i za mapiranje buke. Pri mapiranju buke metod se može koristiti sa ograničenim ulaznim podacima jer metod sadrži standardne vrednosti.

Ključne reči: buka u životnoj sredini, mapiranje buke, metode za predikciju buke

Abstract - The European Directive 2002/49/EC describes preliminary methods for noise mapping to be used by Member States that do not have a method in use. In the first stage of the creation of strategic noise maps member states are allowed to use their own national methods for the assessment of environmental noise levels, provided that these methods are able to produce the harmonized indicators L_{den} and L_{night} . In the next stage from 2012, the maps will have to be produced using harmonized prediction methods. In the HARMONISE project the new methods for the prediction of environmental noise levels caused by road and railway traffic have been produced. These methods are intended to become the harmonized methods for strategic noise mapping in all EU Member States. HARMONISE engineering method has been developed for the calculation of the L_{Aeq} caused by road and railway traffic under variable meteorological conditions. It contains a description of both railway and road traffic sources as well as a description of the attenuation during propagation. The engineering method is a flexible calculation method in such way it can be used both for detailed computations in case of noise assessment and for noise mapping. Especially for noise mapping the method can be used with limited data input since default values are provided.

Key words: environmental noise, noise mapping, noise prediction methods

1. UVOD

Iako je u zemljama Evropske Unije kampanja za smanjenje nivoa buke počela pre gotovo četvrt veka, svi izveštaji ukazuju na to da nije dovoljno učinjeno da se zatečeno stanje značajnije izmeni. Razloge treba tražiti i u činjenici da akcije za smanjenje nivoa buke u tom periodu nisu smatrane prioritarnim, jer za razliku od zagađenja vode, vazduha ili zemljišta kao prioriteta za zaštitu životne sredine, buka je problem koji nije bio u žiži interesovanja lokalnih i nacionalnih vlasti.

Jedan od razloga za slabijim rezultatima u smanjenju nivoa buke svakoako leži u činjenici da su se u mnogim

evropskim zemljama koristili različiti indikatori buke i različite metode za procenu izloženosti buci tako da nisu postojali pouzdani i upoređljivi podaci o stanju nivoa buke u različitim zemljama. Ta činjenica, uz dokument "Green Paper" [1], bila je razlog da Evropski parlament 2002. godine usvoji novu direktivu o menadžmentu i proceni buke u životnoj sredini 2002/49/EC [2] koja definiše tri ključna elementa buduće strategije smanjenja nivoa buke:

- procenu buke kroz strategijsko mapiranje buke;
- izradu i primenu akcionih planova na bazi strategijskih mapa buke, i

- informisanje javnosti o stanju buke i njenim efektima.

Osnovu za ocenu buke u životnoj sredini čine strategijske mape buke koje se izrađuju korišćenjem zajedničkih, direktivom harmonizovanih indikatora buke - L_{den} i L_{night} [2]. Za mapiranje se mogu koristiti i dodatni indikatori - L_{day} i $L_{evening}$.

Strategijske mape se mogu kreirati na osnovu mernih podataka ili predikcije. U prvoj fazi, do 30.6.2007. godine, za izradu strategijskih mapa predikcijom nivoa buke, za predikciju se mogu koristiti nacionalne metode koji su usaglašeni sa definisanim indikatorima buke i podelom dana na periode u Aneksu I direktive [2]. Takođe se preporučuje korišćenje privremenih zajedničkih metoda [2].

U sledećoj fazi izrade strategijskih mapa, do 30. 6. 2012. moraju se koristiti jedinstvene, harmonizovane metode za predikciju u svim zemljama članicama Evropske Unije. U cilju izrade harmonizovanih metoda pokrenuta su dva projekta HARMONOISE (**H**armonised **A**ccurate and **R**eliable **M**ethods for the EU Directive on the Assessment nad management **O**f **E**nvironmental **N**OISE) i IMAGINE (**I**mproved **M**ethods for the **A**ssessment of the **G**eneric **I**mpact of **N**oise in the **E**nvironment) sa osnovnim zadatkom razvoja harmonizovanih metoda za predikciju buke drumskog i železničkog saobraćaja, buke vazduhoplova i industrijske buke.

2. OSNOVNI CILJEVI U RAZVOJU MODELA

Osnovni cilj HARMONOISE projekta je bio da nove predikcione metode buke drumskog i železničkog saobraćaja budu "bolje prihvatljive kroz bolje performanse". Postavljeni su ključni kriterijumi koje metode trebaju da zadovoljavaju [3]:

- korišćenje zajedničkih indikatora za opisivanje buke: L_{den} , L_{night} ;
- sposobnost predikcije realnih nivoa buke koja podrazumeva validnost i preciznost modela kao i postojanje podataka o uticaju meteoroloških faktora u različitim vremenskim intervalima, kako u toku dana tako i u toku godine;
- primenljivost u svim evropskim zemljama uzimajući u obzir specifičnost svake od njih, naročito u pogledu različitih klimatskih uslova;
- povezanost sa akcionim planovima kroz jasno definisanje uticaja različitih mehanizama generisanja buke;
- povezanost sa graničnim vrednostima kroz odvojeno definisanje modela izvora i modela prostiranja;
- opšti model prostiranja buke kroz opisivanje izvora u fizičkom smislu.

Osnovni zadaci IMAGINE projekta koji je blisko povezan sa HARMONOISE projektom su [4]:

- proširenje opsega primene HARMONOISE metoda u polju industrijske buke i buke vazduhoplova;
- definisanje smernica za primenu GIS formata pri izradi strategijskih mapa buke i za primenu mernih metoda kao dodatak predikcionim metodama;

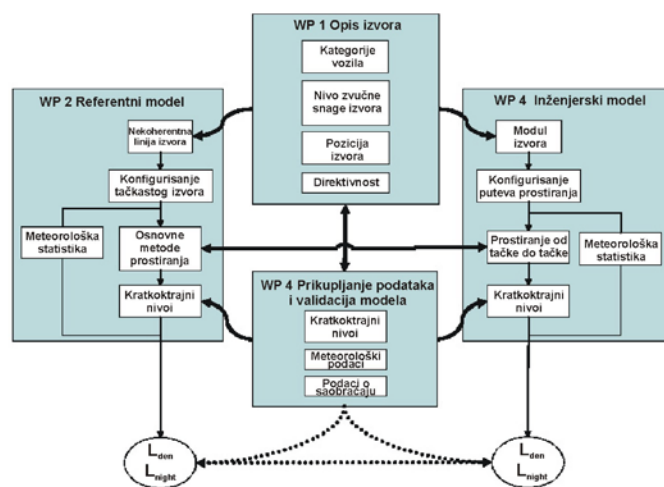
- formiranje baze podataka o izvorima buke drumskog i železničkog saobraćaja zbog potpune primenljivosti u svim evropskim zemljama;
- povezivanje modela za upravljanje protokom saobraćaja (drumski, železnički, avionski) sa modelima za predikciju buke u cilju dobijanja integrisanog alata za kontrolu saobraćajne buke.

3. PRINCIPI I STRUKTURA MODELA

Osnovni princip u razvoju HARMONOISE modela je odvajanje modela izvora od modela prostiranja, što omogućuje univerzalnu međusobnu vezu ova dva modela. Na taj način, bez uticaja na korektnost dobijenih rezultata različiti modeli prostiranja se mogu koristiti sa istim karakteristikama izvora, i obrnuto. Ovako definisan princip takođe omogućuje definisanje opšteg modela prostiranja koji se ne bi koristio samo za drumski i železnički saobraćaj već i za druge izvore kao što su: buka vazduhoplova, industrijska buka, buka brodova i sl.

Drugi korišćeni princip je odvajanje različitih mehanizama generisanja buke kod izvora i definisanje njihovog uticaja na ukupni nivo buke koji generiše izvor. Na taj način je moguće koristiti metode za simulaciju efikasnosti određenih mera za smanjenje nivoa buke, što je od velike važnosti u drugoj fazi primene END direktive – izradi akcionih planova.

HARMONOISE projekat je tako strukturiran da rezultira sa dva modela za predikciju buke drumskog i železničkog saobraćaja – referentni (paket WP 2) i inženjerski model (WP 3) [3]. Kao ulazni deo oba modela koristi se modul izvora (WP 1) koji sadrži definisane kategorije vozila, pozicije podizvora koji su povezani sa određenim mehanizmima generisanja, nivoe zvučne snage podizvora i njihove direktivnost. Provera oba modela izvršena je u okviru paketa WP4, gde je na osnovu prikupljenih podataka o saobraćaju i meteoerološkim uslovima izvršena validacija modela za različite uslove saobraćajnog toka, meteoroloških uslova i konfiguracije terena. Međusobna povezanost i odnos različitih paketa prikazana je blok-šemi na sl. 1.



Sl. 1 Struktura HARMONOISE modela [3]

4. ARHITEKTURA INŽENJERSKOG MODELA

Za razliku od referentnog modela koji je namenjen za kalibraciju inženjerskog modela i za primenu kod veoma složenih problema prostiranja buke, inženjerski model je namenjen za svakodnevno korišćenje. Primarno je projektovan za korišćenje na velikim prostorima i osnovne osobine su mu rutinsko korišćenje, prilagodljivost i brzina izračunavanja. Preciznost izračunavanja je zadovoljavajuća ali nije velika.

Inženjerski metod je najpogodniji za primenu u složenim geometrijskim situacijama ali ne uzima u obzir složenije opisivanje atmosferskog uticaja na prostiranje buke. Inženjerski metod koristi jednostavno opisivanje atmosferskog uticaja na prostiranje primenom ograničenog broja reprezentativnih klasa.

HARMONOISE inženjerski metod je razvijen za izračunavanje ekvivalentnog A-nivoa buke kao posledice drumskog i železničkog saobraćaja pod promenljivim meteorološkim uslovima. Inženjerski metod ima višestruku namenu. Može se koristiti za mapiranje buke, procenu buke i za detaljne proračune [5].

Detaljna izračunavanja se mogu koristiti kod kritičnih situacija kada postoji spor koji može završiti čak i na sudu. Veoma je bitno da za ovakve proračune ulazni podaci budu što tačniji što može zahtevati detaljne merne podatke. Moraju se izeti u obzir dnevne i godišnje promene ulaznih podataka u cilju izračunavanja dugovremenskih srednjih nivoa buke.

Za procenu situacija kao što je projektovanje novih puteva, železničkih trasa ili novih stambenih jedinica neophodno je koristiti i detaljne podatke ali i neke standardne vrednosti. Ulazni podaci specifični za konkretan projekat, kao što su podaci o saobraćajnom toku i geometriji terena trebaju da budu veoma detaljni, dok ulazni podaci kao što su meteorološki ili podaci o karakteristikama terena ne moraju uvek biti na raspolaganju, pa se mogu koristiti i standardne vrednosti iz globalne klasifikacije.

Za mapiranje buke moguće je koristiti opšte ulazne podatke za saobraćaj (standardna raspodela vozila zasnovana na tipu puta) a geometrija ne mora da bude detaljna kako bi se ubrzao proces izračunavanja, s obzirom da se u ovim situacijama posmatraju tereni velikih dimenzija.

HARMONOISE inženjerski model sadrži opis izvora buke kod drumskog i železničkog saobraćaja, kao i opis slabljenja pri prostiranju buke.

4.1 Model izvora drumskog saobraćaja

Sva vozila drumskog saobraćaja podeljena su u pet kategorija sa ukupno 18 podkategorija. Podela kategorija vozila data je u tabeli 3 dokumenta [6].

Osnovne karakteristike modela izvora kod drumskog saobraćaja su:

- svako vozilo se predstavlja sa dva tačkasta izvora na visinama 0.01m (buka kotrljanja - interakcije pneumatika i podloge), 0.3m (pogonska buka – laka vozila) ili 0.75m (pogonska buka – teška vozila);
- referentni uslovi: konstantna brzina 70km/h, temperatura 20°C, podloga DAC0/11 i SMA 0/11;

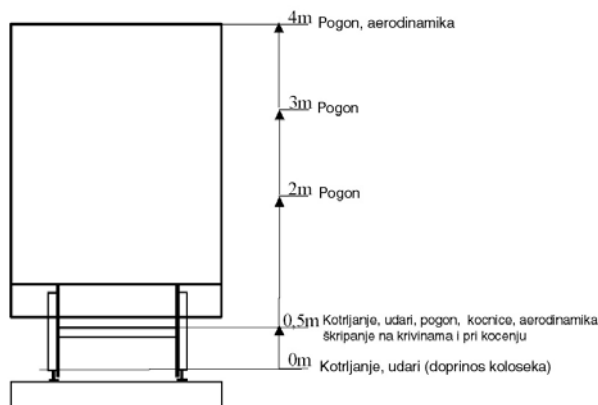
- buka kotrljanja se koriguje za različite tipove podloga, vlažnost podloge, tip pneumatika i temperaturu vazduha [7];
- pogonska buka se koriguje za uslove ubrzavanja, odnosno usporavanja [7];
- svi tačkasti izvori imaju istu, frekvencijski zavisnu vertikalnu karakteristiku direktivnosti koja uzima u obzir uticaj šasije vozila na usmerenost zračenja [7];
- tačkastom izvoru na visini 0.01m pridružuje se frekvencijski zavisna horizontalna karakteristika direktivnosti koja uzima u obzir efekat levka kog generisanja buke u interakciji pneumatika i podloge [7];
- tačkastom izvoru na najvećoj visini se pridružuje frekvencijski nezavisna horizontalna karakteristika direktivnosti.

HARMONOISE model izvora buke drumskog saobraćaja daje parametre i jednačine za procenu buke prve tri glavne kategorije vozila, dok je za ocenu buke četvrte i pete kategorije vozila kao i za definisanje buke podkategorija vozila neophodno merenje zvučne snage [8]. Nivo ukupne zvučne snage je definisan kao logaritamska suma nivoa zvučne snage kao posledice kotrljanja i nivoa zvučne snage pogonskih agregata. Za prve tri kategorije vozila za svaki terčni frekvencijski opseg definisane su jednačine koje određuju nivo zvučne snage za oba mehanizma generisanja buke [5].

Model izvora na osnovu ulaznih podataka, pre svega brzine vozila daje kao izlaz zvučnu snagu za definisani tip vozila. Model izvora kombinuje, zatim, zvučnu snagu pojedinačnih vozila u zvučnu snagu po jedinici dužine za linijski izvor kao reprezentacijom saobraćajnog toka.

4.2 Model izvora železničkog saobraćaja

Vozila železničkog saobraćaja su podeljena u 6 kategorija i svako vozilo je predstavljeno sa 5 tačkastih izvora na različitim visinama kojima se pridružuju različiti mehanizmi generisanja buke [9].



Sl. 2 Pozicije izvora buke kod železničkog saobraćaja

Zvučna snaga izvora se određuje ili merenjem nivoa zvučnog pritiska na rastojanju 7.5m od izvora ili na osnovu podataka iz baze koja je kreirana u okviru IMAGINE projekta. Na ovaj način se određuje ukupna zvučna snaga celog voza ili pojedinačnog vozila. Ukoliko se želi definisati uticaj pojedinačnih izvora i individualnih parametara koji utiču na generisanje buke koriste se modeli izvora čije su jednačine date u tabeli 2 dokumenta [9].

4.3 Model prostiranja

Metod prostiranja opisuje slabljenje između tačkastog izvora i proizvoljne prijemne tačke. Ukupni, kratkovremenski nivo buke u prijemnoj tački $L_{eq,1h}$ se određuje sumiranjem doprinosa od svih tačkastih izvora buke.

Izračunati kratkovremenski nivoi buke su promenljivi u vremenu (npr. zbog promena u protoku saobraćaja, meteorološkim uslovima) i određuju se za različite meteorološke podatke i protok saobraćaja u toku dnevnih perioda: dan, veče i noć. Potrebno je poznavati brzinu vetra, temperaturni gradijent, apsolutnu temperaturu i vlažnost.

Dugovremenski srednji nivoi buke kao L_{den} i L_{night} određuju se kombinacijom nekoliko reprezentativnih kratkovremenskih nivoa buke ponderisanih na osnovu njihovog perioda pojavljivanja u toku dana, večeri i noći.

Model prostiranja od tačke do tačke podrazumeva da se kratkovremenski nivo buke izračunava za svaki segment linijskog izvora na osnovu zvučne snage tačkastog izvora i slabljenja zbog: divergencije zvučnih talasa, atmosferske apsorpcije, zbog refleksije terena i difrakcionih efekata, zbog energetskih gubitaka pri refleksiji i prostiranja kroz zelene zasade.

Slabljenje zbog divergencije talasa je frekvencijski nezavisno i uzima u obzir slabljenje koje nastaje zbog sfernog širenja emitovane zvučne energije [5].

Slabljenje zbog apsorpcije u atmosferi je frekvencijski zavisno i izračunava se slično postupku opisanom u standardu ISO 9613-2. Detaljno je opisano i u dokumentu [5], kao i postupci za izračunavanje slabljenja koja nastaju zbog refleksije terena i difrakcije, energetskih gubitaka pri refleksiji i prostiranja kroz zelene zasade.

6. ZAKLJUČAK

Razvojem novog harmonizovanog metoda za predikciju buke drumskog i železničkog saobraćaja stvoreni su uslovi da se u svim zemljama Evropske unije na jedinstven način tretira problem buke. Primena harmonizovanih metoda u izradi stratejskih mapa buke i akcionih planova buke omogućava da rezultati primene u različitim zemljama budu upoređljivi i razmenljivi.

Primenljivost HARMONOISE metoda u svim evropskim zemljama je ostvarljiva zbog:

- odvajanja emisije od prostiranja buke što omogućuje fleksibilnost modela;
- prilagodljivosti modela izvora lokalnim uslovima;
- uključivanja proizvoljnih meteoroloških uslova u model prostiranja;
- mogućnosti korišćenja različitih uslova terena;
- mogućnosti primene u složenim geometrijama;
- upotrebljivosti metoda u različitim poljima primene;
- podržavanja implementacije relevantnih direktiva Evropske Unije u oblasti buke (korišćenje harmonizovanih indikatora, podele dana na tri perioda i sl.);

- validacije modela na veoma velikom broju primera.

Glavne prednosti inženjerskog HARMONOISE modela u odnosu na postojeće nacionalne metode za predikciju buke su:

- fizički model izvora koji sadrži različite izvora za različite mehanizme generisanja buke;
- modeliranje različitih radnih režima (ubrzanje odnosno usporenje, površina podloge, uticaj koloseka i sl.);
- terčni model;
- jedan model prostiranja za sve izvore;
- potpuno kontinualni model gde ne postoje diskontinuiteti zbog geografskih nesavršenosti;
- uključivanje meteoroloških efekata kao što su brzina i pravac vetra i temperaturni gradijent;
- model je primenljiv za mapiranje buke, procenu uticaja buke i za detaljna proučavanja;
- model je podržan referentnim model koji obuhvata i situacije sa složenim uslovima prostiranja;
- validacija modela izvršena na osnovu referentnog modela i petogodišnjih merenja nivoa buke duž Evrope.

LITERATURA

- [1] "Green Paper - Future Noise policy", European Commission, 1996
- [2] Directive 2002/49/EC of the European Parliament and the Council relating to the assessment and management of environmental noise, Official Journal of the European Communities, 2002
- [3] P. de Vos, M. Beuving, E. Verheijen, *Harmonized Accurate and Reliable methods for the EU Directive on the Assessment and Management Of Environmental Noise*, Harmonoise Final Technical Report nr. HAR7TR041213AEAT03, 25 February 2005
- [4] P. H. de Vos, "New methods for the noise mapping in the Harmonoise and Imagine projects", Proc. of The 33rd International Congress and Exposition on Noise Control Engineering "Inter-noise 2004", Prague, 2004
- [5] R. Nota, R. Barelds, D. van Maercke, "Engineering method for the road traffic and railway noise after validation and fine-tuning", Harmonoise technical report nr. HAR32TR-040922-DGMR20, 20 January 2005
- [6] U. Sandberg, *Vehicle Categories for Description of Noise Source*, Harmonoise Draft for Final Technical Report nr. HAR11TR-0030108-VTI04, 20 August 2003
- [7] H. Jonasson et al., *Source modeling of road vehicles*, Harmonoise Final Technical Report nr. HAR11TR-040210-Sp10, 17 December 2004
- [8] Harmonoise Technical Report HAR11TR-020301-SP02, "Determination of total sound power levels of vehicles from pass-by measurements", 2002
- [9] M. G. Dittrich, *IMAGINE railway noise source model, default source data and measurement protocol*, Imagine Report nr. IMA6TR-050912-TNO01, 12 September 2005

METODA SUKCESIVNE APROKSIMACIJE I NJENE PRIMENE
THE METHOD OF SUCCESSIVE APPROXIMATION AND APPLICATIONS

Nataša Savić, *Viša tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*
 Milica Cvetković, *Viša tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*

Sadržaj - U ovom radu predstavljen je Banach-ov princip kontrakcije u čijoj je osnovi metoda sukcesivnih aproksimacija. Pored toga, posebnim primerima ukazuje se na raznovrsnost njene primene

Ključne reči: Fiksna tačka. Kontrakcija. Kompletan metrički prostor.

Abstract - In this work, the Banach's principle of contraction will be presented and the method of successive approximation as a bases of this principle. Beside that, the special examples are pointing out the variety of its application.

Key words: Fixed point. Contraction. Complete metric space.

1. TEORIJA FIKSNE TAČKE

Jedna od najčešćih metoda kojom se služimo za dokaz egzistencije rešenja neke jednačine, kao i za približno izračunavanje rešenja takve jednačine je metoda fiksne (nepokretne) tačke.

Univerzalnost teorije fiksne tačke iskazao je Đuro Kurepa dokazujući da se svako matematičko tvrđenje u izvesnom smislu može na ekvivalentan način izraziti kao tvrđenje o fiksnoj tački.

Početak teorije nepokretne tačke u metričkim prostorima vezuje se za Banach-ov princip kontrakcije iz 1922. godine.

U ovom radu predstavljen je Banach-ov princip kontrakcije u čijoj je osnovi metoda sukcesivnih aproksimacija i kroz primere ukazana raznovrsnost njene primene.

2. BANACH-OV STAV O NEPOKRETNOSTI TAČKE

Definicija 1. Neka f preslikava metrički prostor X u samog sebe. Kaže se da funkcija f ima nepokretnu tačku ako postoji element $x \in X$ tako da je $f(x) = x$. Element x naziva se *fiksna (nepokretna) tačka* funkcije f .

Preslikavanje f može, ali ne mora da ima nepokretnih tačaka, a ako ih ima, može biti jedna ili više njih. Postavlja se pitanje egzistencije i jedinstvenosti nepokretne tačke. Dovoljne uslove pod kojim preslikavanje ima jednu i samo jednu nepokretnu tačku dao je Banach.

Definicija 2. Neka je (X, d) metrički prostor. Preslikavanje $f : X \rightarrow X$ je *kontrakcija* ako postoji pozitivan realan broj $q < 1$ tako da je

$$d(f(x), f(y)) \leq q \cdot d(x, y) \quad (1)$$

za svaki par tačaka $x, y \in X$.

Definicija 3. Niz (x_n) tačaka metričkog prostora (X, d) je *Košijev*, ako za svako $\varepsilon > 0$ postoji $n_0 \in \mathbb{N}$, tako da iz $m, n \geq n_0$ sledi $d(x_m, x_n) < \varepsilon$.

Definicija 4. Metrički prostor (X, d) je *kompletan* ako je u njemu svaki Cauchy-ev niz konvergentan.

Banach-ov stav: Kontrakcija f kompletnog metričkog prostora X u samog sebe ima jednu i samo jednu nepokretnu tačku.

Dokaz:

Neka je $x_0 \in X$ proizvoljna tačka. Formirajmo niz (x_n) tačaka prostora X pomoću

$$x_n = f(x_{n-1}), \quad n = 1, 2, \dots \quad (2)$$

Pokažimo da je on Cauchy-ev. Zaista,

$$\begin{aligned} d(x_n, x_{n+1}) &= d(f(x_{n-1}), f(x_n)), \\ f(x_n) &\leq q \cdot d(x_{n-1}, x_n) \end{aligned} \quad (3)$$

Ponavljajući ovo n puta dobijamo

$$d(x_n, x_{n+1}) \leq q^n \cdot d(x_0, x_1) = a \cdot q^n, \quad (4)$$

$$\text{gde je } a = d(x_0, x_1). \quad (5)$$

Prema tome, za $m > n$ vazi

$$\begin{aligned}
d(x_n, x_m) &\leq \\
&\leq d(x_n, x_{n+1}) + d(x_{n+1}, x_{n+2}) + \dots + d(x_{m-1}, x_m) \leq \\
&\leq aq^n + aq^{n+1} + \dots + aq^{m-1} < \\
&< aq^n + aq^{n+1} + \dots = a \frac{q^n}{1-q}
\end{aligned} \tag{6}$$

Kako je $0 < q < 1$, to $d(x_n, x_m) \rightarrow 0$ kada $m > n \rightarrow \infty$. Dakle, (x_n) je Cauchy-ev niz. Kako je X kompletan prostor, postoji $x \in X$ tako da niz (x_n) konvergira ka x . Dokažimo da je x nepokretna tačka preslikavanja f . Zaista je

$$0 \leq d(x_n, f(x)) = d(f(x_{n-1}), f(x)) \leq q \cdot d(x_{n-1}, x) \tag{7}$$

a kako $x_n \rightarrow x$ sledi da $x_n \rightarrow f(x)$, $n \rightarrow \infty$, te je

$$f(x) = x. \tag{8}$$

Dokažimo jedinstvenost nepokretne tačke. Pretpostavimo da f ima još jednu nepokretnu tačku $y \in X$, $y \neq x$. Tada je

$$d(x, y) = d(f(x), f(y)) \leq q \cdot d(x, y), \tag{9}$$

odakle je

$$(1-q) \cdot d(x, y) \leq 0, \tag{10}$$

tj. $q \geq 1$, što je suprotno pretpostavci $0 < q < 1$.

Dokaz Banach-ovog stava obično se zove metod sukcesivnih aproksimacija, a sastoji se u tome da se polazeći od proizvoljne tačke $x_0 \in X$ ("nulte aproksimacije") formira niz $x_n = f(x_{n-1})$ koji konvergira ka x . Ovaj metod daje i mogućnost da sa proizvoljnom tačnošću odredimo nepokretnu tačku x , tj. daje procenu greške koja se čini ako se tačno rešenje x jednačine $f(z) = z$ zameni približnom vrednošću x_n . Osim toga kada u izrazu (6) $m \rightarrow \infty$, sledi

$$d(x_n, x) \leq a \cdot \frac{q^n}{1-q}, \tag{11}$$

tj. tačka x_n se nalazi u kugli $K(x, a \cdot \frac{q^n}{1-q})$, a njen

poluprečnik se može učiniti proizvoljno malim birajući n dovoljno veliko. Iz ove procene se vidi da tačnost približnog rešenja x_n zavisi ne samo od n i od konstante kontrakcije q , već i od toga od koje smo početne aproksimacije pošli.

Primitimo da Banach-ov stav važi i ako je f kontrakcija na nekom zatvorenom delu F kompletnog metričkog prostora X , ukoliko $f: F \rightarrow F$. Naime, kako je F zatvoren, on je i sam za sebe kompletan metrički prostor, pa se Banach-ov stav može direktno primeniti na F .

3. PRIMENA BANACH-OVOG STAVA NA RAZLIČITE PROBLEME

-Egzistencija rešenja običnih jednačina: Neka je X segment $[a, b]$ na realnoj pravoj i $f(x)$ realna funkcija

$f: [a, b] \rightarrow [a, b]$. Primenićemo Banach-ov stav na rešavanje jednačine $f(x) = x$. Da bismo pokazali da je f kontrakcija, dovoljno je da pretpostavimo da je f diferencijabilna i da je $|f'(x)| \leq q < 1$. Tada je na osnovu teoreme o srednjoj vrednosti za svako

$$\begin{aligned}
x_1, x_2 \in [a, b], \\
|f(x_1) - f(x_2)| = |f'(q)| \cdot |x_1 - x_2| \leq q \cdot |x_1 - x_2|
\end{aligned} \tag{12}$$

dakle, f je kontrakcija. Prema tome, ako realna funkcija $f: [a, b] \rightarrow [a, b]$ i $|f'(x)| \leq q < 1$, jednačina $f(x) - x = 0$ ima u $[a, b]$ jedinstveno rešenje koje se sukcesivno može odrediti polazeći od proizvoljnog $x_0 \in [a, b]$, formirajući niz $x_n = f(x_{n-1})$, $n = 1, 2, \dots$. Približno rešenje x_n odstupa od tačnog za $\frac{q^n}{1-q} \cdot |x_1 - x_0|$.

-Egzistencija rešenja sistema od n linearnih algebarskih jednačina: Neka je dat sistem od n linearnih algebarskih jednačina sa n nepoznatih:

$$\begin{aligned}
a_{11}q_1 + a_{12}q_2 + \dots + a_{1n}q_n &= b_1 \\
a_{21}q_1 + a_{22}q_2 + \dots + a_{2n}q_n &= b_2 \\
\dots & \\
a_{n1}q_1 + a_{n2}q_2 + \dots + a_{nn}q_n &= b_n
\end{aligned} \tag{13}$$

Ovaj sistem može se zapisati u obliku:

$$\begin{aligned}
q_1 &= (1 - a_{11})q_1 - a_{12}q_2 - \dots - a_{1n}q_n + b_1 \\
q_2 &= -a_{21}q_1 + (1 - a_{22})q_2 - \dots - a_{2n}q_n + b_2 \\
\dots & \\
q_n &= -a_{n1}q_1 - a_{n2}q_2 - \dots + (1 - a_{nn})q_n + b_n
\end{aligned} \tag{14}$$

tj. u obliku

$$q_i = \sum_{j=1}^n c_{ij}q_j + b_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \tag{15}$$

gde je

$$c_{ij} = \delta_{ij} - a_{ij}, \quad \text{a} \quad \delta_{ij} = \begin{cases} 1, & i = j \\ 0, & i \neq j \end{cases} \tag{16}$$

Definišimo preslikavanje $y = f(x)$ prostora R^n u samog sebe na sledeći način: tački

$$x = (q_1, q_2, \dots, q_n) \in R^n \quad \text{odgovara tačka}$$

$y = (\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_n) \in R^n$, gde su koordinate η_i određene sa

$$\eta_i = \sum_{j=1}^n c_{ij}q_j + b_i, \quad i = 1, 2, \dots, n. \tag{17}$$

Nepokretne tačke preslikavanja f prostora R^n u samog sebe su rešenja sistema (15). Odredimo pod kojim uslovima će f biti kontrakcija. S obzirom na definiciju rastojanja u R^n , biće:

$$[d(y_1, y_2)]^2 = \sum_{i=1}^n \left\{ \sum_{j=1}^n c_{ij} q_j^{(1)} - \sum_{j=1}^n c_{ij} q_j^{(2)} \right\}^2 = \sum_{i=1}^n \left\{ \sum_{j=1}^n c_{ij} (q_j^{(1)} - q_j^{(2)}) \right\}^2 \quad (18)$$

odakle je na osnovu Holder-ove nejednakosti

$$[d(y_1, y_2)]^2 \leq \sum_{i=1}^n \left\{ \sum_{j=1}^n c_{ij}^2 \cdot \sum_{j=1}^n (q_j^{(1)} - q_j^{(2)})^2 \right\} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij}^2 [d(x_1, x_2)]^2 \quad (19)$$

$$\text{tj. } d(y_1, y_2) \leq \left\{ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij}^2 \right\}^{\frac{1}{2}} d(x_1, x_2). \quad (20)$$

Prema tome, f je kontrakcija ako je $\sum_{i,j=1}^n c_{ij}^2 < 1$ i tada

sistem (15) ima na osnovu Banach-ovog stava jedno i samo jedno rešenje koje se dobija sukcesivnim aproksimacijama polazeći od tačke

$$x^0 = (q_1^{(0)}, q_2^{(0)}, \dots, q_n^{(0)}) \in R^n. \quad (21)$$

-Egzistencija rešenja diferencijalnih jednačina prvog reda:

U teoriji diferencijalnih jednačina poznata je Picard-ova teorema o egzistenciji i jedinstvenosti rešenja diferencijalnih jednačina prvog reda.

Neka je data diferencijalna jednačina $y' = f(x, y)$ sa početnim uslovom $y(x_0) = y_0$. Pretpostavimo da je funkcija $f(x, y)$ u pravougaoniku

$$P = \{(x, y) \mid |x - x_0| \leq a, |y - y_0| \leq b\}:$$

1. neprekidna, pa i ograničena $|f(x, y)| \leq M$
2. zadovoljava $|f(x, y_1) - f(x, y_2)| \leq L \cdot |y_1 - y_2|$, tzv. Lipschz-ov uslov.

Tada u intervalu $|x - x_0| \leq h$, $h < \frac{1}{L}$, $h \leq \min(a, \frac{b}{M})$, postoji jedno i samo jedno rešenje jednačine $y' = f(x, y)$ uz početne uslove $y(x_0) = y_0$. Posle formalne integracije posmatranom problemu može se dati formulacija: Pod navedenim pretpostavkama postoji jedno i samo jedno rešenje integralne jednačine

$$y(x) = y_0 + \int_{x_0}^x f(t, y(t)) dt. \quad (22)$$

Uočimo skup F , skup funkcija koje su definisane i neprekidne nad $[x_0 - h, x_0 + h]$, a čije vrednosti padaju u zatvoren interval $[y_0 - b, y_0 + b]$. Sa rastojanjem

$$d(y, z) = \max |y(x) - z(x)|, \quad x_0 - h \leq x \leq x_0 + h \quad (23)$$

ovaj skup je kompletan.

Preslikavanje

$$y(x) \xrightarrow{g} z(x) = y_0 + \int_{x_0}^x f(t, y(t)) dt \quad (24)$$

preslikava ovaj skup u samog sebe i vrši kontrakciju, odakle na osnovu Banach-ovog stava sledi egzistencija i jedinstvenost rešenja diferencijalne jednačine.

Zaista,

$$|z(x) - y_0| \leq \int_{x_0}^x f(t, y(t)) dt \leq M \cdot |x - x_0| \leq M \cdot h \leq b \quad (25)$$

Kako je

$$\begin{aligned} & \max_x |g(y_1) - g(y_2)| = \\ & = \max_x \left| \int_{x_0}^x (f(t, y_1(t)) - f(t, y_2(t))) dt \right| \leq \\ & \leq \max_x \int_{x_0}^x |f(t, y_1(t)) - f(t, y_2(t))| dt \leq \\ & \leq h \cdot L \cdot \max |y_1(x) - y_2(x)|, \quad x_0 - h \leq x \leq x_0 + h \end{aligned} \quad (26)$$

i po pretpostavci je $h \cdot L < 1$, to je ovo preslikavanje i kontrakcija.

LITERATURA

- [1] I.Y.Maddox, *Elements of Functional Analysis*, Cambridge University Press, 1970.
- [2] L.V.Kantorovič, G.P.Akilov, *Funkcionalna analiza*, Moskva, 1977.
- [3] V.Rakočević, *Funkcionalna analiza*, Naučna knjiga Beograd, 1994.
- [4] S.Aljančić, *Uvod u realnu i funkcionalnu analizu*, Građevinska knjiga Beograd, 1979.
- [5] B.Stanković, *Osnovi funkcionalne analize*, Naučna knjiga Beograd, 1988.

SOCIOLOŠKO-PRAVNI FAKTORI PREVENCIJE SAOBRAĆAJNIH NEZGODA SOCIOLOGICAL-LEGAL FACTORS WHICH PREVENT TRAFFIC ACCIDENTS

Staniša Dimitrijević, *Viša tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj - *Ozbiljan sociološko-pravni problem intenzivnog razvoja saobraćaja kod nas je neadekvatna socijalno-pravna politika i nizak nivo saobraćajne kulture, kao rezultat nedovoljne saobraćajne edukacije. Sociologija nije posvetila potrebnu pažnju ovoj značajnoj oblasti.*

Ključne reči: *saobraćajne nezgode – uzroci, socijalne posledice, društvene mere prevencije*

Abstract - *Inadequately usage of sociological-legal politic, as well as very base level of traffic system is a very serious problem nowadays in our country due to very poor traffic education. Sociology has not given demand attention to this very significant scope of science.*

Key words: *traffic accidents- causations, social consequences, social precautions .*

1. UVODNI DEO

Od prvih formacija do danas, društvo se suočava sa problemom saobraćaja. Poznato je da ono stvara uslove za razvoj saobraćaja, ali, s druge strane, saobraćaj omogućuje funkcionisanje svih sektora privrednog i društvenog života. Danas se ne može zamisliti jedno razvijeno i moderno organizovano društvo bez upotrebe automobila, koji predstavlja uslov za uspešno funkcionisanje svetskog saobraćajnog sistema.

Sve do pred kraj devetnaestog veka, kada su proizvedeni prvi automobili, za saobraćaj su korišćena primitivna sredstva, što je otežavalo transport robe i prevoz putnika, a time i brži razvoj privrede i društva. Pojava automobila izazvala je krupne i dalekosežne promene u omasovljavanju saobraćaja i njegovoj transportnoj efikasnosti. Te promene odrazile su se na dinamiziranje celokupnog društveno-ekonomskog života. Automobil je postao sinonim razvijene, industrijske civilizacije, ali i neminovan uslov njenog daljeg razvoja. On je potreban čoveku u industrijalizovanom društvu kao prevozno sredstvo, ali u sociološkom smislu i da se u društvu predstavi, istakne i javno potvrdi. Posedovanje automobila predstavlja simbol društvenog ugleda i položaja čoveka. Međutim, transport, kao veoma značajnu privrednu aktivnost, pored izuzetne koristi za proces reprodukcije, prate određene negativne saobraćajne posledice. To proizilazi iz činjenice što u saobraćaju, posebno drumskom, učestvuje veliki deo ukupne populacije stanovništva. Za prevoz ljudi i robe koriste se veoma raznovrsna sredstva kojima upravlja veliki broj ljudi različitog pola, starosti, stepena osposobljenosti za učesće u saobraćaju, psihičkog i fizičkog zdravstvenog stanja, karaktera, navika, shvatanja, interesa itd. Sva ta sredstva i učesnici u drumskom saobraćaju, kao i neadekvatna putna mreža i signalizacija, potencijalni su uzroci određenih negativnih društvenih pojava, a pre svega saobraćajnih nezgoda, sa smrtnim posledicama, povredama i velikom materijalnom štetom. One ne

predstavljaju samo problem vlasnika automobila i privrede, već ozbiljan stalni društveni problem, prema posledicama ravan ratnim stradanjima.³

Učešće socijalnog faktora u izazivanju saobraćajnih nezgoda treba pažljivo proučiti jer otkriva društvenu prirodu čovekovog ponašanja u saobraćaju. Proučavanju saobraćajnih nezgoda treba pristupiti multidisciplinarno. Pored ostalih aspekata proučavanja, neophodan je sociološki pristup i analiza, bez koga se ne može identifikovati njihova socijalna dimenzija i definisati aktivna uloga čoveka kao njenog neposrednog socijalnog subjekta i nosioca. Time se svakako doprinosi širem i kompleksnijem sagledavanju svih suštinskih činilaca i komponenata socioloških uzroka i posledica saobraćajnih nezgoda. Pored toga, pravna regulativa i samo njena adekvatna primena, mogu u velikoj meri uticati na smanjenje nezgoda i njenih socijalnih posledica.

³ SAD su u svim ratovima koje su vodile izgubile oko 880 000 ljudi, uključujući njihov građanski rat i rat u Iraku, a u automobilskim nezgodama više od dva miliona. U SAD za sedam godina rata u Vijetnamu, poginulo je skoro onoliko američkih vojnika, koliko u Americi ljudi nastrada u saobraćajnim nezgodama za godinu dana. Pri tome treba imati u vidu njihov visok kvalitet elemenata saobraćajnog sistema (puteve, vozila, signalizaciju, stepen motorizacije i dr). To govori o ozbiljnosti ovog društvenog problema. Saobraćajne nezgode koje uključuju pešake predstavljaju nacionalni problem u Americi i vodeći su uzrok povreda i smrti. Prema statistici u svakodnevnim dešavanjima u Americi svake godine pogine oko pet hiljada pešaka, a osamdeset i pet hiljada bude povređeno. Svaki šest minuta jedan pešak pogine ili bude povređen. Svakog radnog dana pogine četiri do pet pešaka. Svaka dva deset i četiri sata pogine 13-14 pešaka, a 232 bude povređeno. Svake dve sedmice pogine 190 putnika. Povrede i smrtnost pešaka koštaju socijalni sistem 20 milijardi dolara. Interesantno je da u ovim nezgodama najviše stradaju radnici - 60 % i osobe od 65 godina i starije - 23 %, dok nastrada oko 17 % dece do 20 godina starosti. - International Institute of San Francisco - Immigration and Citizenship Program, May 16, 2003, Pedestrian Project Award, c/o Institute of Transportation Engineers, 1099 14th St., NW, Suite 300 West, Washington, D.C. 2005.

Šta je uradilo, šta radi i šta treba da uradi društvo, posebno naše, imajući u vidu izuzetno poražavajuće činjenice u pogledu saobraćajnih nezgoda? Kakva je uloga nauke i obrazovno-vaspitnog sistema, a posebno sociologije u tome?

2. UZROCI NASTANKA SAOBRAĆAJNIH NEZGODA

Saobraćajna nezgoda⁴ je negativna društvena pojava koja nastaje kao disfunkcija složenog odnosa socijalnih, tehničkih i prirodnih faktora u sistemu odvijanja saobraćaja. Nezgode izazivaju brojni činioci koji su u uzajamnoj sprezi. Činioci saobraćajnih nezgoda su obično kategorisani u tri široke kategorije koje čine sistem - vozač, vozilo i okolina. Procentualno pripisivanje nezgoda ovim kategorijama je dosta proizvoljno, iako potpunija istraživanja pokazuju da se najveći broj nezgoda odnosi na vozače ili su oni, u krajnjem slučaju, poslednja instanca u lancu događaja koji su u sprezi sa ostalim faktorima. Na osnovu istraživanja većeg broja nezgoda, utvrđeno je da je u 91% nezgoda relativna uloga ljudskog faktora, pri čemu je u oko 57% nezgoda ljudski faktor bio prisutan bez učestvovanja vozila i ostalih okolnih faktora.⁵

Lični činioci su veoma brojni i mogu se različito razvrstati. Postoje događaji koji neposredno prethode pojavi nezgoda i direktno ih uslovljavaju. To su: nebudnost, neodgovarajući manevar, pogrešno opažanje situacije i one koje indirektno deluju. Jedan od načina razvrstavanja indirektnih činilaca prema dužini dejstva je na kratkotrajne i na činioce koji produženo deluju. Trajnije dejstvo se ispoljava kod činioca kao što su: uzrast, iskustvo, pol, sposobnosti, inteligencija, ličnost, zdravstveno stanje, vid, i kratkotrajni, kao što su: alkohol, umor i dr. Bez obzira što oni većinom deluju u sprezi sa mnogim drugim činiocima, njihova dejstva su posebno značajna u nastajanju drumskih saobraćajnih nezgoda.⁶

Dakle, na nastajanje saobraćajnih nezgoda utiče, istovremeno i isprepletano, složeno dejstvo većeg broja objektivnih i subjektivnih uzroka, uslova, povoda, stanja, okolnosti, elemenata, psihofizičkih obeležja i karakteristika, sposobnosti, nedovoljnog znanja, bioloških i socijalnih motiva, navika, stavova, shvatanja, predrasuda, interesa i brojnih drugih faktora. Da bi se shvatili uzroci nezgoda, potrebno je da se otkriju i analiziraju međuosobni odnosi raznih činilaca. Ako bi se pojednostavili, mnogobrojni uzroci bi se mogli svrstati u dve najšire kategorije. Na one koji potiču od čoveka, njegovog ponašanja i osobina i na činioce društvene sredine u kojoj se odvija saobraćaj. Bez obzira koje ćemo kriterijume uzeti za nabiranje najčešćih uzroka⁷ koji mogu izazvati saobraćajne

nezgode - da li je u pitanju vožnja pod uticajem alkohola, neprilagođena brzina, nizak nivo saobraćajne kulture, neefikasan sistem reagovanja društva - svaki od ovih, a i drugih mogućih uzroka u krajnjoj istanci ima socijalne korene, iako saobraćajne nezgode zbog pomenutih uzroka izvršavaju pojedinci. Kao što se alkoholizam u saobraćaju ne može posmatrati izolovano od alkoholizma uopšte i njegovih korena u društvu,⁸ tako i loši putevi, nesigurna saobraćajna sredstva i neprilagođena brzina u tim sredstvima i na tim putevima, rezultat su neadekvatnog delovanja društva. Sa sociološke tačke se može postaviti pitanje, ko je odgovoran zbog saobraćajne nezgode usled lošeg puta, koji su razlozi što je starost naših automobila ispod svake granice, zbog čega vozač ne prilagođava brzinu prema saobraćajnim znacima i pravilima, sem ukoliko zna da će zbog prisustva radara biti sankcionisan. Društvo treba da stvori takve uslove i shvatanja kod pojedinaca da se pridržavaju bezbednosti u saobraćaju, ne samo u prisustvu policije, nego da to čine uvek i svuda.

Uska povezanost i zavisnost čoveka od sredine u kojoj živi i radi, odražava se na njegovo ponašanje. On se kao društveno biće integriše sa socijalnom sredinom, prihvata njene norme i potrebe. Nije svaka sredina jednako pogodna za formiranje učesnika u saobraćaju. Opšti društveni uslovi čine okvir u kome se vrši socijalizacija čoveka. Društvena dezorganizacija stvara neintegrisane, dezorganizovane ličnosti. Formiranje ljudi kao učesnika u saobraćaju u društvenim uslovima koje karakteriše kulturna zaostalost i primitivizam, dejstvo zaostalih shvatanja i običaja, loše funkcionisanje sistema bezbednosti saobraćaja, posebno sistema pripreme ljudi za saobraćaj i drugo, mora se negativno odraziti na procese i svojstva ličnosti, koji predstavljaju subjektivne izvore ponašanja u saobraćaju.

3. SOCIJALNE POSLEDICE SAOBRAĆAJNIH NEZGODA

Kada su u pitanju posledice saobraćajnih nezgoda, mogu se uopšteno podeliti na dve grupe: materijalne i socijalne. Prema stanju u našoj zemlji,⁹ one se sagledavaju veoma

na drumovima, nizak nivo saobraćajne kulture, nedovoljna i naadekvatna uloga porodice u pravilnom usmeravanju najmlađih za učešće u saobraćaju, neefikasan sistem reagovanja društva, vožnja od strane lica koja boluju od nekih akutnih, a pre svega, hroničnih oboljenja, (dijabetes, krvni pritisak, epilepsija, razne neuroze, lakši lokomotorni poremećaji, kardiovaskularna oboljenja i dr.), vožnja pod dejstvom lekova i droga (u razvijenijim zemljama oko 20% vozačke populacije vozi pod uticajem ovih supstancija, najčešće: psihički sedativi, stimulativna sredstva i razne droge - marihuana, hašiš), nekorišćenje pojaseva sigurnosti i sedišta sa sigurnosnim pojasevima za decu - (prvi sigurnosni pojas na tri tačke patentirao je švedanin Nils Bohlin. Analize 28.000 saobraćajnih udesa, u vremenu kad je počela veća propagnada korišćenja pojaseva, pokazale su da je u više od polovine slučajeva pojas odigrao svoju ulogu, spasao je život čoveku, ili umanjio povredu).

⁸ Postoje velike razlike u tumačenjima o uticaju alkohola na nastajanje saobraćajnih nezgoda: 6-8% (Hosse), više od 20% (Elbel), 20-50% (Cohen) - Šeparović Z., *Regulisanje i sigurnost cestovnog saobraćaja*, Viša škola za cestovni saobraćaj, Zagreb, 1972. Neki autori uticaju alkohola pripisuju u SAD oko 50%, a u Engleskoj 30-35% nezgoda. Istraživanja na Indijana univerzitetu pokazala su da se i do 40% saobraćajnih nezgoda može dovesti u vezi sa upotrebom alkohola. - Masterson, K., "Alcohol and Road Accidents", The Police Journal, br. 2/74, Alkohol i saobraćajna nezgoda, Izbor, Zagreb, 1975, br. 1-2.

⁹ Prošle godine kod nas je poginulo 953 osobe, a povređeno je preko 17 hiljada. U 2002. godini je poginulo 847 osoba, a povređeno nešto više od 14000. Razlog tome je što smo krajem 2001 i tokom 2002. godine imali rigoroznu kontrolu vezivanja sigurnosnog pojasa. Materijalna šteta je uvek proporcionalna prema broju nezgoda. U 2000. godini je iznosila oko dve milijarde evra. Samo jednom akcijom (vezivanja pojasa) je smanjena za oko 30%, odnosno, oko 600 miliona evra, dok je cela akcija koštala oko milion

⁴ U svetu se ne koristi jedinstvena definicija saobraćajne nezgode, mada su na međunarodnom nivou neke karakteristike ovog pojma unificirane. U Preporuci Komiteta za unutrašnji transport ECE UN saobraćajna nezgoda je definisana kao "nezgoda koja se dogodila na mestu otvorenom za javni saobraćaj, ili koja je započeta na takvom mestu, u toku koje je jedno ili više lica poginulo ili bilo ranjeno i u kojoj je učestvovalo najmanje jedno motorno vozilo u pokretu." (Statistika saobraćajnih nezgoda u Evropi, 1956. god. - Studija radne grupe ECE UN Stalnog međunarodnog komiteta za puteve i Svetske zdravstvene organizacije.). U našoj zemlji još uvek nije donet novi Zakon o osnovama bezbednosti saobraćaja na putevima, a u sada još važećem, saobraćajna nezgoda je definisana kao "nezgoda na putu u kojoj je učestvovalo najmanje jedno vozilo u pokretu i u kojoj je jedno ili više lica poginulo ili povređeno ili je izazvana materijalna šteta". - Zakon o osnovama bezbednosti saobraćaja na putevima, Službeni list SFRJ br. 50/88.

⁵ Saobraćajna psihologija, Staniša Milošević, Naučna knjiga, Beograd, 1981, str. 235.

⁶ Isto, str. 235.

⁷ Najčešćim uzrocima saobraćajnih nezgoda u drumskom saobraćaju smatraju se: vožnja pod uticajem alkohola, neprilagođena brzina, loše stanje puteva, nesigurna saobraćajna sredstva, loša primena bezbedonosnih normi

površno. Uglavnom se vrši gruba procena samo one štete koja je nastala na vozilima, tovaru i eventualno na putu. U najvećem broju slučajeva tu procenu obavljaju agencije osiguranja, i to najčešće ukoliko moraju da nadoknade štetu usled određene saobraćajne nezgode. Još uvek se ne primenjuje jedinstvena metodologija procene materijalnih posledica koja je već izgrađena i uspešno se primenjuje u svetu.

Socijalnim posledicama društvo se skoro uopšte ne bavi. Faktor čovek, koji trpi najveće i najdrastičnije posledice, sagledava se samo u smislu zbrinjavanja i otklanjanja neposrednih povreda. Druga strana socijalnih posledica, vezana za učesnike u saobraćajnoj nezgodi i socijalne posledice po njih posle nezgode, gotovo se zanemaruje. Šta će biti sa porodicom izvršioca nezgode dok je on u zatvoru, kao i sa porodicom žrtve? Pravilnom istragom je potrebno utvrditi, kako subjektivnu krivicu izvršioca, ali i žrtve nezgode, tako i objektivnu krivicu i odgovornost društva zbog neobezbeđenih bezbedonosnih saobraćajnih uslova. Poseban problem predstavljaju pešaci koji su navikli da ne poštuju saobraćajne propise. Ko treba da snosi posledice eventualne nezgode penzionera koji su primorani da se kreću ulicama bez obzira na njihovo psihofizičko i uopšte biološko stanje? Da li u tome ima i krivice društva što nije adekvatno sagledalo ovaj deo populacije?

Društvo treba da učini ozbiljne napore da potpunije sagleda socijalne posledice saobraćajnih nezgoda. Naročito bi bilo značajno istražiti brojne socijalne i druge probleme koji nastaju zbog stradanja velikog broja ljudi,¹⁰ a posebno zbog smanjenja ljudske populacije,¹¹ poremećaja regionalne demografske ravnoteže (kumulacija "bele i saobraćajne kuge"), smanjenja broja radno produktivnog stanovništva, povećanja broja lica sa invaliditetom, rehabilitacije velikog broja hendikepiranih lica, zdravstvenog bilansa stanovništva, porodica koje su ostale bez hranioca, posebno dece tih porodica čiji su roditelji nastradali u saobraćajnim nezgodama, umanjenih mogućnosti mladih usled invaliditeta u saobraćajnim nezgodama - na ličnom, porodičnom i profesionalnom planu, degradacije kvaliteta života, ne samo neposrednih, nego i posrednih žrtava saobraćajnih nezgoda, psihičkih trauma, osećaja nesigurnosti zbog ugrožene egzistencije ili zdravlja, frustracija, raznih opterećenja i

evra. Ta kontrola je uticala na poštovanje i drugih propisa, npr. prolaza kroz crveno svetlo, poštovanje ograničenja brzine, itd. To govori o tome da kontrola saobraćaja, a posebno sankcije koje slede zbog nepoštovanja, utiču pozitivno u prevenciji saobraćajnih nezgoda. - Dr Milan Vujanić, B92, 25.07.2005.

¹⁰ Posledice saobraćajnih nezgoda u ukupnom mortalitetu savremenog čovečanstva velike. Procenjuje se da je od postanka motornog vozila do danas u saobraćajnim nezgodama u drumskom saobraćaju poginulo preko 20 miliona ljudi. Oko 15 miliona ljudi je nesposobno za bilo kakav rad zbog povreda zadobijenih u ovim nezgodama. U poslednje vreme u svetu godišnje u saobraćajnim nezgodama gine blizu 500 000 ljudi, dok lakše ili teže povrede pretrpi preko 10 miliona. Samo na putevima u Evropi poslednjih godina u ovim nezgodama je poginulo oko 100 000 lica, a više od dva miliona je zadobilo povrede. Kada su u pitanju naši prostori, krajem osamdesetih, u Jugoslaviji su, takođe u drumskom saobraćaju, bili najviše ugroženi ljudi i imovina. Od svih poginulih u saobraćaju, oko 90% je poginulo u saobraćajnim nezgodama u drumskom saobraćaju. U 1978. godini je poginulo 5812 lica, od čega u drumskom saobraćaju 92,60%, železničkom 7,10% i u ostalim granama (pomorski, rečni, vazdušni) 0,30% - Inić Milan, Bezbednost saobraćaja, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, 1997, str. 39-40.

¹¹ Prema predviđanjima, broj smrtnih slučajeva u vezi sa povredama mogao bi da od 5 100 000 u 1990. godini, dostigne broj od 8 400 000 u 2020. godini. Takvo povećanje se uglavnom pripisuje nezgodama na drumovima. Sada, smrtni slučajevi prouzrokovani ovim nezgodama čine 2,2% od svih smrtnih slučajeva i nesposobnosti na svetu.

drugih, posledica po lični i porodični život dok se izvršilac nezgode nalazi na izdržavanju kazne zatvora (gubitak zarade, radnog staža, raspad jednog broja porodica, lišavanje mogućnosti za vaspitanje dece, sopstveno uzdizanje itd.), efekata straha od saobraćajnih nezgoda koji pogađa milione ljudi, povećanog rizika zbog korišćenja havarisanih vozila, povećanje uticaja društvenih delikventnih ponašanja (kriminalitet, alkoholizam, prostitucija, kockanje, skitnja, prosjačenje i druge socijalno patološke pojave) na porast saobraćajne delikvencije, jer su one odraz lične i društvene dezorganizacije, itd.

Ekonomski troškovi usled saobraćajnih nezgoda na drumovima su takođe ogromni. Skoro 50% smrtnih slučajeva nastalih u tim nezgodama odnosi se na osobe uzrasta od petnaest do četrdeset i četiri godine, koji su u ekonomskom smislu u najproduktivnijem životnom dobu. Posle SIDA-e, koja zahvata najveći deo ove populacije, nastradali u saobraćajnim nezgodama, nalaze se na drugom mestu među glavnim uzrocima lošeg zdravlja i prerane smrti.

4. PRAVNE MERE PREVENCIJE SAOBRAĆAJNIH NEZGODA

Osnova sprečavanja, smanjenja izazivanja i otklanjanja posledica saobraćajnih nezgoda, kao kod drugih negativnih društvenih pojava, su određene pravne mere, odnosno, sankcije protiv eventualnih izvršilaca. Najznačajniji pravni akti koji regulišu pitanja sankcionisanja saobraćaja su *Zakon o prevozu u drumskom saobraćaju*¹² i *Zakon o bezbednosti saobraćaja na putevima*.¹³ Prvim Zakonom uređuje se javni prevoz i prevoz za sopstvene potrebe lica i stvari, uslovi izgradnje, održavanja i rada autobuskih stanica i autobuskih stajališta i drugi uslovi u pogledu organizacije i obavljanja prevoza u drumskom saobraćaju.¹⁴

Član 3. ovog Zakona govori o tome da se "prevoz u drumskom saobraćaju obavlja vozilima koja ispunjavaju uslove utvrđene propisima o bezbednosti saobraćaja na putevima i propisima o standardima za pojedine vrste vozila. Vozila kojima se obavlja javni prevoz i prevoz za sopstvene potrebe moraju se redovno održavati i kontrolisati radi obezbeđivanja njihove stalne tehničke ispravnosti i bezbednog korišćenja u saobraćaju." Ukoliko bi se ove odredbe u potpunosti primenile, sigurno bi broj saobraćajnih nezgoda i njihovih posledica u drumskom saobraćaju bio mnogo manji. Međutim, kao i u drugim oblastima, društveni sistem i ovde ne funkcioniše optimalno. Nema potpune doslednosti u primeni Zakona i što je još gore, njegova primena je selektivna. Još uvek naše društvo ne može raščistiti sa stečenim navikama da u slučajevima nepoštovanja propisa i izazivanja saobraćajnih nezgoda ima povlašćenih i 'nedodirljivih'. Posebno se tu radi o ljudima iz aktuelne vlasti, a ovih pojava nisu lišene ni druge kategorije naše populacije. Kada je u pitanju *Zakon o bezbednosti saobraćaja na putevima*, sama činjenica da on još uvek nije donet, dovoljno govori o (ne)ozbiljnosti pristupa našeg društva ovoj itekako značajnoj, a prema postojećem stanju, vrlo pogubnoj društvenoj problematici. Pošto je napravljen tek Nacrt, još uvek se u rešavanju saobraćajne problematike koristi stari Zakon iz vremena jugoslovenskog pozitivnog zakonodavstva.

¹² "Sl. glasnik RS", br. 46/95, 66/2001 i 61/2005.

¹³ Zakon objavljen u "Službenom glasniku SRS", br. 53/82, 15/84, 5/86, 21/90 i 28/91.

¹⁴ Član 1. Zakona o prevozu u drumskom saobraćaju.

Da bi Zakon bio standardizovan sa međunarodnim propisima u saobraćaju, potrebno je dalje usklađivanje sa evropskim propisima i novim tendencijama koje definišu sistemski položaj delatnosti obuke vozača. Od tog Zakona se mnogo očekuje kada je u pitanju prevencija saobraćajnih nezgoda. Procenjuje se da će on svojom doslednom primenom omogućiti da u proseku godišnje spasemo oko 300 života, i oko 6000 teško povređenih, a da država uštedi od šest stotina miliona, čak do milijardu evra, koje bi dala na posledice saniranja saobraćajnih nezgoda. Trećina bolničkih kreveta je uvek i samo zbog učesnika saobraćajnih nezgoda.¹⁵ Crna statistika poginulih i povređenih na srpskim putevima nametnula je odavno potrebu za primenom najnovijih svetskih iskustava i znanja iz oblasti drumskog saobraćaja. Nakon dve decenije očekuje se usvajanje nove zakonske regulative koja u narednim godinama treba da znatno smanji broj stradalih na našim drumovima.

Rezultati sociološko-pravnih istraživanja, koja su na žalost skromna, bi svakako morala naći primenu u tim novim propisima. Posebnu ulogu u tome imaju organi pravosuđa. Prilikom suđenja za izvršeno delo saobraćajne nezgode, trebaju imati u vidu subjektivnu odgovornost prekršioaca, ali i objektivnu odgovornost društva za nastajanje nezgode. Takođe je bitna vrsta kazne koja treba da ima ne samo efekat sankcionisanja prekršaja, nego i ulogu preventive. Posebnu pažnju treba obratiti na recidiviste – prekršioce koji ponavljaju jednom ili više puta već učinjeno delo. Da li se u tim slučajevima radi o psihološkim faktorima devijantne osobe ili je prethodna kazna bila neadekvatna, pa nije imala uticaj na promenu shvatanja izvršioaca.

Posebni, ali ne manje važni su propisi kojima se regulišu prava osiguranika u slučaju saobraćajne nezgode i prava o nadoknadi štete. Po odredbama *Zakona o osiguranju imovine i lica* obrazuje se garantni fond (iz doprinosa osiguravajućih društava), koji vrši nadoknadu oštećenima u saobraćajnoj nezgodi. Mada, i ovde postoji dosta nepravilnosti u refundiranju oštećenih, kao i u slučaju prethodno navedenih zakona.

5. DRUŠTVENI USLOVI I MERE PREVENCIJE SAOBRAĆAJNIH NEZGODA

U saobraćaju nije opasno samo protivpravno ponašanje nekog pojedinca (korisnika puta), nego mnogo opasnije može biti ako društvo na vreme ne shvati i ne stvori odgovarajuće uslove za odvijanje saobraćaja. Društveni uslovi često stvaraju sredinu, ambijent, takvu konstelaciju objektivnih faktora u kojima ljudsko ponašanje dovodi do saobraćajnih nezgoda. Ovi uslovi ne mogu biti nikad takvi da će moći ispraviti sve ljudske propuste, ali mogu znatno doprineti da ovih propusta bude manje. Nije dovoljno da društvo upozori učesnika u saobraćaju na određene opasnosti, nego da stvori objektivne uslove koji će omogućiti bezbedno odvijanje saobraćaja.

U složenoj interakciji različitih uticaja na bezbednost saobraćaja utiče splet brojnih društvenih uslova, odnosa i stanja različitog kvaliteta i intenziteta. Društveni uslovi često determinišu uslove za nastanak saobraćajne nezgode. Od njih mnogo zavisi sa kojim će uspehom, biološki hendikepiran čovek, učestvovati u savremenom saobraćaju. Oni mogu doprineti humanijoj primeni tehnike u saobraćaju. Međutim,

treba imati u vidu da oni ne deluju izolovano, nego u sklopu brojnih drugih faktora.¹⁶

Društvo ne može očekivati da će svi uspešno učestvovati u saobraćaju. Sa aspekta efikasnosti reagovanja društva, veoma je bitna struktura mera društva koje primenjuje radi efikasnog odvijanja saobraćaja i sprečavanja saobraćajnih nezgoda. Reagovanje društva na negativne pojave u saobraćaju, posebno saobraćajne nezgode, (organizacija, struktura i funkcionisanje društvenog sistema u ovoj oblasti, metode i taktika sprečavanja saobraćajnih nezgoda i mere društvene intervencije), pored ostalog, odražava se i na mehanizam dejstva faktora bezbednosti saobraćaja. Selekcija vozača (zdravstvena i u pogledu znanja) koju društvo sprovodi nije dovoljno egzaktna. Sposobnosti vozača se vremenom menjaju itd. Sve ovo upućuje na potrebu da se društveni sistem u ovoj oblasti mora dograđivati, usavršavati, ispravljati propuste u sistemu reagovanja i prilagođavati zahtevima i potrebama života. Neadekvatno reagovanje društva, često uz blago kažnjavanje ili čak izbegavanje kazni, pored ogromnih štetnih posledica, može na određen način legalizovati pravo na ubijanje u saobraćaju i razaranje društvenih vrednosti.¹⁷

Svakako značajnu pažnju zaslužuju i društvene mere za ublažavanje posledica saobraćajnih nezgoda. Društvo mora imati institucionalizovane mehanizme za trenutno delovanje i pomoć nastradalima u saobraćajnim nezgodama, kao i one koje će preduzeti posle njihovog zbrinjavanja.

Iz izloženog se može zaključiti da genezu mnogih faktora bezbednosti saobraćaja nalazimo u opštim uslovima života, društvenim odnosima i uslovima u kojima se saobraćaj odvija i formiraju ljudi kao učesnici u saobraćaju. Ovi uslovi su odraz društvenog stanja. Stanje društvene patologije odražava se i na stanje bezbednosti saobraćaja. Između ostalog, veliki uticaj subjektivnog faktora na nastanak saobraćajnih nezgoda primorava društvo da traži nove oblike socijalnog prilagođavanja.

Pored društvenih uslova negativan uticaj na bezbednost saobraćaja imaju i brojni drugi društveni faktori, kao što su: kulturna zaostalost i primitivizam, zaostala shvatanja i običaji, neizgrađen sistem odgovornosti, malograđanske deformacije, nezaposlenost, siromaštvo, oblici društvenih i ličnih devijacija itd.

6. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Pri proučavanju devijantnog ponašanja u saobraćaju treba insistirati na naučnom pristupu stalnog proučavanja saobraćajnih nezgoda, koji jedino može dati suptilnu analizu okolnosti i glavnih uzroka i predlagiti društvu mere kojima će smanjivati njihove posledice.

Svrha ovog rada je da ukaže na veliki značaj konstantnih aktivnosti na uočavanju uzročnih veza socijalnog stanja pojedinca i društva u navedenim uzrocima saobraćajnih nezgoda, odnosno, u propustima učesnika saobraćajnih nezgoda koji su ih uzrokovali, kao i njihove posledice, a sve radi definisanja socijalnih i preventivnih mera. Ako se to dobro izuči sa sociološkog aspekta, to bi doprinelo utvrđivanju određenih saznanja o ponašanju u saobraćaju, što bi se primenilo u praksi upoznavanja, počev od porodice, obuke za vozače,

¹⁵ Dr Milan Vujanić, B92, 25.07.2005.

¹⁶ Inić Milan, Bezbednost saobraćaja, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, 1997, str. 220.

¹⁷ Isto, str. 83.

do svakodnevnog učešća u saobraćaju. Ukoliko su socijalne mere na adekvatan način sagledane i primenjene, pravno delovanje će takođe biti uspešnije.

Postoje obrasci po kojima se ponašaju učesnici u saobraćaju, s obzirom na socijalnu grupu kojoj pripadaju na lestvici socijalne stratifikacije. Shodno tome, potrebno je definisati i mere koje će promeniti njihovo neodgovorno ponašanje u saobraćaju. Ljudi se ponašaju objektivno prema svom subjektivnom mišljenju i stavovima. Da bismo promenili devijantna ponašanja u saobraćaju, primarni koridor delovanja je uticaj na promenu mišljenja, odnosno, formiranju pravilnih stavova i shvatanja, što će logično imati za posledicu i njihovo pravilno objektivno ponašanje u saobraćaju. Mišljenje možemo menjati argumentima, a ne ubeđivanjem autoritetom i mišljenjem profesora, doktora, ili još gore silom od strane policije. Jer, to bi imalo samo trenutne efekte, a ne trajne koji bi koristili društvu. Preventiva se sastoji, sa jedne strane, u stvaranju socijalnih uslova da se učesnici u saobraćaju ponašaju na adekvatan način, a s druge strane, primena pravnih normi prema izvršiocima saobraćajnih nezgoda mora da ima u vidu da li je njihova krivica isključivo subjektivne prirode ili sadrži i dozu objektivne krivice čitavog društva. Koliko je društvo objektivno doprinelo takvom subjektivnom ponašanju u saobraćaju, odnosno, koliko je stvorilo povoljne uslove da eventualno subjektivno devijantno ponašanje učesnika u saobraćaju ne dođe do izražaja

Treba takođe imati u vidu i socijalnu kategoriju izvršioca saobraćajne nezgode, kao i njegove mogućnosti posle izricanja kazne, i naravno posledice usled toga. Kako će se prema kazni, odnosno, eventualnom "svesnom" negativnom ponašanju u saobraćaju, npr. vožnji pod uticajem alkohola, odnositi jedan profesor, lekar, inženjer ili s druge strane, pružni radnik, varioc, građevinski radnik? Prvi mogu, čak svesno da krše propise, imajući u vidu da će moći, ukoliko se nešto desi, svojim uticajem da izbegnu ili bar umanje posledice eventualne saobraćajne nezgode, pa se iz tih razloga tako i ponašaju. Međutim, druga kategorija ne polazi u svesno kršenje sa tim argumentima, iako je i njihova vožnja pod alkoholom takođe svesna. Ovo je vrlo važna činjenica koju treba imati na umu pri pravnom tretiranju izvršioca. Naravno, to ne sme biti olakšavajuća okolnost i pravdanje devijantnog ponašanja u saobraćaju ove socijalne kategorije.

Porodica je značajan i nezamenljiv faktor u formiranju stavova, shvatanja, navika i normi kod ličnosti i to baš u onoj fazi života kada se oblikuje ličnost. Proces intelektualnog, emocionalnog, socijalnog razvoja i formiranje čoveka kao učesnika u saobraćaju počinje u porodici i nastavlja se u školi. Njena uloga u razvijanju pozitivnih navika, kvaliteta, shvatanja i sklonosti može biti značajna. Znanje i obrazovanje uopšte jačaju socijalne elemente i utiču na pozitivno formiranje ličnosti. Posebnu pažnju treba posvetiti širenju saobraćajne kulture u sredstvima mas-medija, posebno televiziji.

Vrlo važna činjenica koju treba imati u vidu je i mogućnost pravilne obuke za vozače. Da li se pravilna i potpuna obuka može izvesti sa licem koje je nepismeno. Nije dovoljno naučiti ga da tumači značenje saobraćajnih znakova i pravila. Njegova nepismenost u kasnijem učešću u saobraćaju biće ograničavajući faktor. U ovom slučaju, preventivno delovanje društva bi se sastojalo u opismenjavanju nepismenih, kao i u podizanju saobraćajne pismenosti i saobraćajne kulture uopšte i kod ostalih učesnika. Nije svejedno da li

neko pripada socijalnoj grupi koju karakteriše siromaštvo, što najčešće znači stari auto, manje učešće, a time i iskustvo u saobraćaju, nedovoljno obrazovanje što može da ograniči razumevanje saobraćaja, ili ima dosta para i veće mogućnosti u društvu, što neminovno vodi, ne samo lagodnijem životu, nego i bezobzirnijem ponašanju u saobraćaju. Jedan od načina u tom smislu bio bi u organizovanju teoretske nastave, koja će biti prilagođena određenoj socijalnoj grupi, ali ne samo interpretacijom saobraćajnih znakova i pravila, nego realnim predstavama o katastrofalnim posledicama u saobraćajnim nezgodama koje prate izvršioce, žrtve, kao i celo društvo. Značajnu ulogu u tome mogu imati sredstva mas-medija, rad na računaru, kojim se mogu vršiti različite simulacije saobraćajnih situacija pri obuci, kao i korišćenje Interneta u saznavanju svetskih iskustava. Jedna od mera bi mogla biti i stalno vođenje socijalnog kartona učesnika u saobraćaju o svakom prekršaju od polaganja vozačkog ispita i njegovog daljeg učešća u saobraćaju. Na taj način bi se sa ostalim merama moglo uticati na promenu mišljenja i savesnije ponašanje u saobraćaju.

Društvo sebe ne može opravdati time što ćemo isticati samo odgovornost učesnika u saobraćaju. Ako deo svojih obaveza prebaci na učesnike u saobraćaju, ono time ne rešava suštinski problem. Problem loših puteva ili nesređene signalizacije, ne može se kvalitetno rešiti povećanjem zahteva u pogledu pažnje, brižljivog ponašanja i opreza učesnika u saobraćaju. Prebacivanje obaveza društva na učesnike u saobraćaju u krajnjoj liniji doprinosi društvenoj dezorganizaciji u ovoj oblasti, umanjuje efikasnost sistema bezbednosti i stvara predušlove za nastanak negativnih pojava.

Da li smo dovoljno mi kao društvo učinili da učesnici u saobraćaju budu adekvatno pripremljeni. Ova tema upravo ima za cilj da podstakne relevantne činioce u društvu za preduzimanje odgovarajućih mera. Osnovni pravac delovanja sociologije je da se istraživačkim postupcima: definišu određeni sociološki tipovi koji učestvuju u saobraćaju, odaberu najpovoljniji načini za formiranje njihovih pravilnih stavova i shvatanja, pri čemu, oni moraju ta shvatanja usvojiti kao svoja, a ne nametnuta, da se usavršavaju modeli preventivnog delovanja s obzirom na pripadnost određenoj sociološkoj grupi i da se interiorizuju, ne samo unutar pravnih mera, nego unutar čitavog društva. Poseban naglasak pri svemu tome je pristup mladoj generaciji jer, psihofizička zrelost nije isto što i sociološka zrelost za uspešno učešće u saobraćaju. Mladim ljudima je brzina u krvi i oni moraju da uče, ali autoritetom argumenta na osnovu dosadašnjih naših i svetskih iskustava.

Zašto i mi ne bismo usvojili cilj koji su sebi postavili švedani, da u saobraćaju ne pogine ni jedan čovek?

LITERATURA

- [1] Inić Milan, *Bezbednost saobraćaja*, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, 1997.
- [2] Staniša Milošević, *Saobraćajna psihologija*, Naučna knjiga, Beograd, 1981.
- [3] Masterson, K., *Alcohol and Road Accidents*, The Police Journal, br. 2/74.
- [4] "Slžbeni glasnik RS", br. 46/95, 66/2001 i 61/2005.
- [5] "Službeni glasnik SRS", br. 53/82, 15/84, 5/86, 21/90 i 28/91.

MOTIVISANOST I OBRAZOVANJE REČI MOTIVATION AND WORD FORMATION

Sladana Živković, *Viša tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*

Sadržaj - U ovom radu biće reči o specifičnim problemima obrazovanja i upotrebe reči (termina) u oblasti elektrotehničke struke. Govorićemo o produktivnim morfološkim procesima (kompozicija i reduplikacija).

Ključne reči: Motivisane reči, internacionalizmi, reduplikacija, kompozicija.

Abstract - The paper presents a discussion on some specific problems concerning the form and use of the terms in the field of the electrotechnical engineering. The article is concentrated on some morphological processes, such as composition and reduplication.

Key words: Motivated words, international words, reduplication, composition.

1. UVOD

Motivisanost i obrazovanje reči-termina je tema koja je sama po sebi značajna, i o toj problematici je relativno dosta pisano. Po prirodi stvari, motivisanim terminima su suprotstavljeni nemotivisani termini. Oni su neizbežni u nauci, posebno u elektrotehnici. Mi ćemo upravo govoriti o motivisanosti i nemotivisanosti termina, i u okviru toga, utvrdićemo koji su termini zastupljeni kada je reč o elektrotehničkoj struci.

U drugom delu rada biće reči o morfološkim procesima uz pomoć kojih se obrazuju termini (takođe na primerima elektrotehničke struke). Govorićemo, pre svega o kompoziciji i reduplikaciji (udvajanje).

Veza između osnovnog neterminološkog značenja reči i značenja reči kao termina zove se motivisanost termina. Ta se veza ostvaruje na sledeći način:

- 1) označavanjem neke karakteristične crte za određenu pojavu (amplifier-pojačavač)
- 2) zanemarivanjem motivacije i naglašavanjem sistemnosti (silicon dioxide-silicijum dioksid)
- 3) isticanjem oba navedena svojstva, što znači i motivacije i pripadnosti sistemu (elasticity-elastičnost, persistence-otpornost, izdržljivost) itd.

Za razliku od motivisanih termina postoje i termini internacionalizmi, ili nemotivisani termini, čiju prednost nad domaćim ističu mnogi autori. Jedan od njih je i akademik Pavle Ivić koji tu prednost ovako formuliše: "Sa razvojem nauke obrazuju se sve složeniji pojmovi koje karakteriše niz svojstava, pa zahtev za jasnošću takvih termina laicima u odnosu na stručnjake bio bi iluzoran." Sa tog stanovišta, upotreba internacionalizama je opravdana i preko potrebna.

Imajući u vidu da je podela na motivisane i nemotivisane termine ili internacionalizme opšte prihvaćena, naš bi zadatak bio da utvrdimo koji su termini u elektrotehnici zastupljeniji. Za razliku od mnogih drugih grana, u elektrotehničkoj struci veliki je broj upravo nemotivisanih termina. Istraživanje smo vršili na udžbenicima koji se upotrebljavaju na elektrotehničkim fakultetima u Srbiji.

Statističkim metodom došli smo do sledećih rezultata:

Nemotivisanih termina je 67% u odnosu na 33% motivisanih termina. Ovo se može objasniti time što oni nisu u toj meri povezani sa neposrednom proizvodnjom kada je reč o elektrotehnici, ili bar nisu povezani na način na koji su povezani termini koji se odnose na druge specijalnosti.

Postoje i autori koji smatraju da su "bez obzira na neke negativne strane motivisanih termina, oni prikladniji za upotrebu, jer su znatno manje opterećenje za pamćenje nego nemotivisani".

Mi se sa ovakvim zaključcima ne možemo u potpunosti složiti, jer u elektrotehničkoj struci, kao uostalom i u drugim strukama, nužnost upotrebe nemotivisanih termina nije uslovljen samo njihovom zapamtljivošću, već i mnogim drugim zahtevima koje jedan termin treba da ispunjava (jednoznačnost, tačnost itd.). Internacionalizmi u tom smislu imaju svoje mesto i oni su neophodni, ukoliko su samo izraz potrebe i nepostojanja boljeg rešenja, a ne navike, nemara i slično.

2. OBRAZOVANJE TERMINA

Već smo napomenuli da je elektrotehnička terminologija veoma bogata. Razvoj elektrotehnike uslovio je pojavu velikog broja novih termina. Neki od njih se stihijski uvode u jezik. Za nas je interesantno da izdvojimo one specifične grupe termina koji su, bez obzira na nastanak, stihijski ili pak

svesno ostali u upotrebi. Zanimljivi su termini nastali udvajanjem (reduplication), to jest, potpunim ili delimičnim ponavljanjem prvobitne osnove. "Reduplication is the process of forming a new word by doubling a morpheme, usually with a change of vowel or initial consonant".

A) Udvajanje bez promene:

bang-bang (circuit) - beng-beng (kolo)

log-log (plot) - log-log (razmena)

phonon-phonon (interaction) - fonon-fonon (interakcija)

spin-spin (relaxation) - spin-spin (relaksacija)

B) Udvajanje sa promenom vokala:

flip-flop - flip-flop (okidno kolo)

ping-pong - ping-pong (tehnika programiranja)

C) Udvajanje sa promenom konsonanata:

flip-chip - flip-čip (tanka poluprovodnička pločica)

huff-duff - pronalazač pravca radio signala visoke frekvencije

walkie talkie - toki voki

Upotreba termina nastalih udvajanjem česta je, iako ponekad zvuči šaljivo. To je ipak samo privid, jer se takvi termini preporučuju i standardima. To je slučaj upravo sa terminima koje smo naveli.

Termini se mogu obrazovati od jedne ili više reči. Termini obrazovani od jedne reči zovu se jednočlani termini. Postoje i termini koji čine skupovi teči, i oni se zovu višičlani termini. Što se tiče jednočlanih termina, oni mogu biti obrazovani i od dve reči, ali se pišu i čitaju kao jedna. To je slučaj sa terminima:

1) bandwidth- širina opsega

horsepower- konjska snaga

keyboard- tastatura

lightguide- svetlovod

network- mreža

radiolocation- radiolokacija

radioreceptor- radio prijemnik

waveguide- talasovod

wavelength- talasna dužina

2) highlines- dalekovod

highway- višestruki provodnik

highlight- svetla površina na TV slikama

3) self-absorption- samoapsorpcija

self-control- samoregulacija

self-impedance- sopstvena impedanca

self-induction- samoindukcija

self-starter- automatski starter

4) overcurrent- prekomerna struja

overvoltage- prekomerni napon

undermodulation- podmodulacija

upconversion- pretvaranje sa povišenjem frekvencije

5) overlay- prekoračiti

overload- preopteretiti

overmodulate- premodulisati

underdamp- potprigušiti

upkeep- održavati

Ovaj morfološki proces kojim se dve osnove kombinuju u novu reč naziva se kompozicija (composition). Iz navedenih primera možemo izvući zaključak da je kompozicija kao postupak relativno često zastupljena.

Što se tiče višičlanih termina (skupova reči), oni se obrazuju na sledeći način:

1) imenica+imenica

charge accumulation- akumulacija naelektrisanja

distorsion analyzer- analizator distorzije

laser signal- signal lasera

modulation amplitude- amplituda modulacije

signal strength- intenzitet signala

2) imenica+imenica+imenica

base sheet resistance- otpornost sloja baze

collector saturation resistance- otpornost zasićena kolektora

color television signal- signal televizora u boji

current density wave- talas gustine struje

diode transmission line- linija transmisije diode

tube voltage drop- pad napona u cevi

wing spot generator- generator mrlje u krilcima

3) pridev+imenica

acoustic wave- akustični talas

coaxial cable- koaksijalni kabl

electric transducer- električni pretvarač

inductive reactance- induktivna reaktansa

variable capacitor- promenljivi kondenzator

4) imenica+pridev+imenica

electron acoustic velocity- akustična brzina elektrona

noise equivalent power- ekvivalentna snaga šuma

speed sensitive relay- relej osetljiv na brzinu

time-limited signal- signal ograničenog trajanja

5) pridev+imenica+imenica

acoustic transmission line- akustička linija predaje

active power relay- relej aktivne snage

controlled voltage source- kontrolisani napon izvora
decentralized voltage regulation- decentralizovana stabilizacija napona

electric flux line- linija električnog fluksa

6) pridev+pridev+imenica

acoustic magnetic resonance- akustička magnetna rezonancija

acoustic thermal noise- akustički termički šum

automatic digital network- automatska digitalna mreža

incremental negative resistance- diferencijalna negativna otpornost

passive atomic resonator- pasivni atomski rezonator

7) pridev+imenica+imenica+imenica

ferroelectric field effect device- feroelektrični element sa efektom polja

high recombination rate contact- kontakt s velikom brzinom rekombinacije

low-level current gain- pojačanje pri niskom nivou signala

8) pridev+pridev+imenica+imenica

fast automatic gain control- momentalna automatska regulacija pojačanja

poligonal ultrasonic delay line- poligonalna ultrazvučna linija kašnjenja

ultrasonic traveling wave amplification- pojačanje ultrazvučnog progresivnog talasa

9) imenica+pridev+imenica (u genitivu)

density of linear charge- gustina linijskog naelektrisanja

flux of acoustic noise- fluks akustičnog šuma

modulation of diffracted beam- modulacija difrakcionog snopa

tube of magnetic flux- cev magnetske indukcije

10) imenica+imenica (u genitivu)

admittance of junction- provodnost spoja

allocation of storage- distribucija memorije

attenuation of wave- slabljenje talasa

failure of oscillations- prigušenje oscilacija

matrix of wire- matrica provodnika

Ove primere smo naveli da bi smo ukazali na svu složenost obrazovanja termina i njihovu raznovrsnost. Bogatstvo obrazovanja ujedno znači i sematički potencijal koji različite vrste reči unose u termin. Mišljenja smo da ovaj izbor primera najbolje pokazuje i tu dimenziju problema.

3. ZAKLJUČAK

U okviru obrazovanja reči (termina) obrađena je njihova motivisanost i nemotivisanost. Statističkim metodom došlo se do rezultata da je zastupljenost nemotivisanih termina u odnosu na motivisane daleko veća. Do tih rezultata se došlo na osnovu razmatranog korpusa (tekstovi iz elektrotehnike koji se koriste u nastavi na elektrotehničkim fakultetima kod nas).

Opisani morfološki procesi su relativno često zastupljeni i zato su našli mesto u našem istraživanju. U radu su dati najfrekventniji i najtipičniji primeri koji najbolje ilustriju suštinu problema obrazovanja reči u terminologiji elektrotehničke struke.

Istraživanje je pokazalo da je tema *Motivisanost i obrazovanje reči* veoma kompleksna, i da pruža mogućnosti za kreativan rad u njenom daljem proučavanju.

LITERATURA

- [1] Comfort J., Basic Technical English, Oxford University Press, Oxford, 1985.
- [2] Comfort J., English for the Telecommunications Industry, Oxford University Press, Oxford, 1993.
- [3] Dictionary of Electrical Engineering/2. ed./, Jackson G., Butterworth Scientific, London /etc./, 1981.
- [4] Glendinning E. and Glendinning N., Oxford English for Electrical Engineering, Oxford University Press, Oxford, 1995.
- [5] Palmer F., Grammar, Harmondsworth, Penguin Books, 1986.
- [6] S. M., Radić, Naučno- tehnička terminologija, Centar za multidisciplinarne studije, Beograd, 1984.
- [7] Terminološki rečnik (elektronika), Građevinska knjiga, Beograd, 1988.

HELMHOLCOVA POSTAVKA
PRINCIPA ODRŽANJA ENERGIJE

HELMHOLTZS' SUPPOSITION OF THE
PRINCIPLE OF THE PRESERVED ENERGY

Mirko Jakšić, *Elektrotehnički fakultet, Priština*
Violeta Stojanović, *Viša tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*

Sadržaj – Herman Helmholtz (1821-1894) je bio jedan od najvećih naučnika u 19. veku. Zbog doprinosa nauci i reputaciji koju je imao, Helmholtz je imao veliki uticaj na nauku i javnu kulturu u svetu.

Istorija fizike je zabeležila da je Helmholtz dao najkompletniju interpretaciju principa održanja energije. U ovom radu je pokušana da se predstavi ta njegova interpretacija. U prvom delu rada objašnjeni su Helmholtzovi motivi i njegov mehanistički pristup problemu. U drugom delu data je Helmholtzova matematička formulacija principa održanja energije, a treći deo je posvećen njenoj primeni.

Ključne reči – Helmholtz. Princip održanja energije.

Abstract – Hermann Helmholtz (1821-1894), is one of the greatest scientists in the XIXth century. Because of his scientific contribution and reputation he had, Helmholtz had a great influence upon the world's scientific and cultured public.

The history of physics has noted that Helmholtz's performed the most complete interpretation of the Principle of the preserved energy in the XIXth century. In this paper, the attempt has been made for this interpretation to be shown. In the first part of this paper, are explained Helmholtz's motives and his mechanistic approach to this problem. In the second part, Helmholtz's mathematical formulation of the principle is given, and the third part is concerned of its application.

Key words: Helmholtz. Principle of the preserved energy.

1. UVOD

Brojni pokušaji konstrukcije perpetuum mobile svedoče da princip konzervacije energije nije naslućen zdravim razumom, kao što je to bio slučaj sa konzervacijom mase i kretanja. Kad su se, međutim stekli uslovi za njegovo formulisanje i utvrđivanje, negde u drugoj četvrtini 19. veka, nezavisno jedan od drugog, njega je na razne načine formulisalo preko desetak naučnika, što je jedinstven slučaj u istoriji nauke. Među njima je, možda, najmanje nezavisan, ali daleko najkompletniji, Helmholtzov rad „O održanju sile“. On ne pretenduje na prioritet otkrića, ali istorija mu pripisuje najkreativniju i najdublju formulaciju. Zbog toga vredi analizirati Helmholtzov doprinos principu održanja energije.

2. HELMHOLCOVI MOTIVI

Helmholtz (Hermann Helmholtz, 1821-1894) je rođen u Potsdamu, gde mu je otac bio gimnazijski profesor filozofije i literature. Od oca uči strane jezike i filozofiju tada dominantnih mislilaca Nemačke – Kanta i Hegela. Posle završene gimnazije prihvata vojnu stipendiju za studije medicine.

Doktorsku tezu „O gradnji nervnog sistema kod beskičmenjaka“ radi pod rukovodstvom poznatog fiziologa Johana Milera, i preko nje dolazi do problema nastanka i prirode telesne toplote. Tako Helmholtz dolazi do konzervacije energije. Evo šta on sam kaže o tome znatno kasnije:

„Većina fiziologa je tada prihvatala Stalove poglede da u živom organizmu pored fizičkih i hemijskih sila, živi i

duša života, ili životna sila, koja reguliše delovanje fizičkih i hemijskih sila, i da posle smrti, kad ove poslednje nisu regulisane, dolazi do truljenja...

Posumnjao sam da je to objašnjenje protivprirodno, ali mi je trebalo dosta truda da tu sumnju pretočim u pravo pitanje. Konačno, poslednje godine studija našao sam da po Stalovoj teoriji svaki živi organizam predstavlja perpetuum mobile... Pitanje je kakvi odnosi postoje među različitim silama prirode ako nije moguć nikakav perpetuum mobile?“

Helmholc doktorira 1843. i postaje vojni lekar u Potsdamu. Ima dosta slobodnog vremena za istraživanja i 23. jula 1847. godine saopštava Fizičkom društvu u Berlinu rad „O održanju sile“. Rad nije naročito dobro primljen, i o tome Helmholc kaže:

„Na moje iznenađenje, autoriteti za fiziku, koje sam kontaktirao, odnosili su se prema radu potpuno drugačije. Bili su skloni da sam zakon ne priznaju, i u revnosnoj borbi protiv hegelovske natur-filozofije, koju su tada vodili, proglase moj rad fantastičnom špekulacijom“.

Helmholc štampa svoj rad u privatnom izdanju 1847. godine. Bio je to jedan od onih retkih radova koji sa vremenom dobijaju na vrednosti.

3. MEHANIČKI PRISTUP

Rad počinje uvodom koji predstavlja primer mehanističkog pristupa, u kome više odzvanja prošlost nego što se najavljuje budućnost filozofije nauke:

„Konačni cilj teorijskih prirodnih nauka je otkrivanje krajnjih i nepromenljivih uzoraka prirodnih pojava.

Nauka razmatra pojave spoljnog sveta pomoću dva procesa apstrakcije: prvo ih posmatra kao jednostavna postojanja, bez obzira na njihovo delovanje na naše organe čula ili na međusobno dejstvo; sa tog aspekta gledano, oni se nazivaju materijom. Postojanje materije same po sebi je za nas nešto mirno i lišeno akcije: u njoj mi samo razlikujemo odnose prostora i količine (mase), za koju se pretpostavlja da je večno nepromenljiva. Materiji, tako gledanoj, ne smemo pripisati kvalitativne razlike, jer, kad govorimo o različitim vrstama materije, mi to temeljimo na razlikama u delovanju, a to znači na razlike u silama materije. Materija po sebi može, dakle, učestvovati samo u jednoj promeni – promeni u prostoru, a to znači, kretanju. Kad želimo da primenimo stvarnu predstavu o materiji, neophodna nam je druga apstrakcija, koju smo u prvoj isključili, a to je sposobnost za proizvodjenje efekata, ili, drugačije rečeno, za delovanje sile...

Pronalaženje konačnih uzroka svodi se na iznalaženje nepromenljivih sila. Tela sa nepromenljivim silama se u nauci (hemiji) nazivaju elementima. Pretpostavimo da je svemir rastavljen na elemente koji poseduju nepromenljive kvalitete, tako da je jedina moguća promena takvog sistema promena položaja, to jest kretanje; prema tome, sile mogu biti jedino motorne sile, čije dejstvo zavisi od uslova prostora.

Ukratko rečeno, prirodne pojave treba svesti na kretanje materijalnih čestica koje su izvori nepromenljivih sila, zavisnih samo od prostornih uslova“.

Helmholc će tokom svoje naučne karijere morati da napusti ovu metafiziku, nasledenu iz prethodnih vekova. Završetak uvoda mu je u istom stilu:

„Konačno mi otkrivamo da je problem fizičkih prirodnih nauka svođenje prirodnih pojava na nepromenljive privlačne i odbojne sile, čiji intenzitet zavisi samo od udaljenosti. Mogućnost rešavanja ovog problema je uslov potpunog razumevanja prirode...“

Teorijska prirodna nauka, ako se ne zadovoljava sa polovičnim rešenjima, mora harmonizovati svoje koncepte sa izričitim zahtevom u odnosu na prirodu jednostavnih sila, i posledicama koje slede iz njih“.

U filozofiranju jednostavnosti prirode Helmholc nije usamljen, jer su se slično izjašnjavali i neki drugi ugledni fizičari. To se same prirode ne tiče, jer jednostavnost je čovekova kategorija. Na pojednostavljenje sile ćemo se vratiti nešto kasnije.

4. METODOLOGIJA I PREMISE

Na samom početku Helmholc najavljuje metodološki pristup koji ima nameru da koristi:

„Postaviti fundamentalne principe u formi fizičkih premisa, i nezavisno od metafizičkih razmatranja, izvesti posledice tih principa, i uporediti ih sa onim što je iskustvom uspostavljeno u raznim granama fizike“.

Ovo je deduktivni teorijski metod, koji sledi stope Njutna, ali je pitanje da li na samom početku razvoja neke problematike postoji dovoljno podataka i iskustva. Od presudne važnosti su polazne premise, koje se po svojoj prirodi ne izvode, niti je kritično njihovo obrazlaganje, već je jedino bitno kako se njihove posledice slažu sa iskustvom. O premisama Helmholc kaže:

„Izvod propozicija sadržanih u ovom radu može se bazirati na ma kojoj od sledeće dva ekstrema: ili da je nemoguće ma kakvom kombinacijom prirodnih tela dobiti neograničenu količinu mehaničkih sila, ili na pretpostavci da se sva delovanja u prirodi mogu u krajnjoj liniji svesti na privlačne ili odbojne sile čiji intenzitet zavisi isključivo od udaljenosti tačaka iz kojih deluju. U početku rada se pokazuje da su te dve propozicije identične jedna drugoj“.

O premisama bi se moglo reći sledeće:

1. Helmholc ne postulira princip konzervacije energije, već ga izvodi iz nemogućnosti perpetuum mobilea. Današnja fizika bi radila obratno, jer je princip konzervacije vezan za jednu od fundamentalnih simetrija u prirodi i, kao takav, dublji od nemogućnosti perpetuum mobilea, koji se može uzeti kao njegova posledica.

2. Neshvatljivo je kako posle otkrića Ersteda, Ampera i Faradeja, Helmholc ograničava sile na centralne, ne pominjući elektromagnetne. Da li to znači da za njih ne važi konzervacija, ili da će se i one u krajnjoj liniji svesti na centralne? Helmholc je možda verovao u ovo drugo, ali to nije određeno rekao.

3. Tvđenje da su dve premise ekvivalentne, prema tome, nije tačno. Centralne sile udovoljavaju zahtevu o nemogućnosti perpetuum mobilea, ali ni obratno nije moguće, jer iz nemogućnosti perpetuum mobilea ne sledi zaključak da sve sile moraju biti centralne.

4. Uočimo još da se u premisama ne koristi koncept energije već se samo operiše sa silom.

5. MATEMATIČKA FORMULACIJA

Helmholc zatim prelazi na matematičku formulaciju, koja sledi iz polaznih premisa, i kaže:

„Ako tražimo matematičku formulaciju ovog principa naći ćemo je u poznatom zakonu konzervacije vis viva“.

Helmholc izvodi zakon konzervacije žive sile i dobija ga

u obliku:
$$\frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}mv_2^2 = -\int_{r_1}^{r_2} fdr \quad (1)$$

gde je f , sila koja deluje u pravcu R , a r_1 i r_2 su početna i krajnja udaljenost tačke mase m na koju deluje ta sila.

Silu f naziva naponskom:

„Nazivajući sile koje teže da pokrenu tačku m , pre nego što je došlo do kretanja, naponskim silama, u suprotnosti sa silama

koje u mehanici nazivamo živim silama, tada količinu $\int_{r_1}^{r_2} fdr$

možemo nazvati sumom naponskih sila između udaljenosti r_1 i r_2 i gornji zakon glasi:

Povećanje žive sile materijalne tačke za vreme njenog kretanja pod uticajem centralne sile jednaka je sumi naponskih sila koje odgovaraju promeni udaljenosti“.

Treba primetiti sledeće:

1. Helmholc očitno ne poznaje radove Ponslea i Koriolisa

koji su $\int_{r_1}^{r_2} fdr$ nazvali radom. Ali, Helmholc ne uočava da je to rad.

2. Nije međutim, jasno zašto centralnu silu, pod čijim dejstvom se tačka kreće, naziva naponskom silom.

3. Helmholcovom mehanističkom prilazu odgovara da matematičku formulaciju konzervacije vidi u konzervaciji mehaničke „žive sile“.

6. POGREŠNO UOPŠTAVANJE

Na kraju ovog opšteg teorijskog poglavlja, Helmholc vrlo pronicljivo i hrabro zaključuje:

1. „Kadgod prirodna tela deluju jedno na drugo privlačnim ili odbojnim silama, koje su nezavisne od vremena i brzine, suma njihovih živih sila i naponskih sila mora biti konstantna; maksimalna količina rada koja se može dobiti je prema tome ograničena količina.

2. Ako, nasuprot tome, prirodna tela poseduju sile zavisne od vremena i brzine, ili koje deluju u pravcima različitim od onih koji spajaju dve odvojene materijalne tačke, kao što su, na primer, rotacione sile, tada su moguće kombinacije takvih tela u kojima se sila može dobijati ili gubiti ad infinitum.

3. U slučaju ravnoteže sistema tela pod uticajem centralnih sila, spoljne i unutrašnje sile moraju, svaki sistem za sebe, biti u ravnoteži, ako pretpostavimo da tela sistema ne mogu biti pomerena, pošto je ceo sistem pomerljiv samo u odnosu na tela izvan njega. Jedan čvrst sistem takvih tela ne može se nikada pokrenuti delovanjem unutrašnjih sila, već samo uticajem spoljnih sila. Ako, međutim, postoje sile koje nisu centralne, mogu se formirati čvrste kombinacije prirodnih tela, koje bi se kretale same od sebe bez potrebe da na njih utiču druga tela“.

Ovo je verovatno najkritičnija tačka u Helmholtcovom radu, gde on pošteno trpi kritike zbog svog preuskog, mehanističkog prilaza, dopuštajući čak mogućnost perpetuum mobilea. Njegova metodološka greška je što više veruje svom pojednostavljenom modelu sila nego principu konzervacije. Za njega postoji neki zakon konstantnosti sile, za koji on ne tvrdi da je univerzalan, već hoće da to proizide iz razmatranja empirijskih podataka.

Dodajmo još da kad bi se sve sile svodile na centralne, onda konzervacija ne bi bila ništa novo budući da je za to još Njutn znao.

U dodatku novom izdanju, pisanom 1881. godine Helmholc priznaje grešku, ali je nedovoljno kritičan. On sam kaže:

„To pravilo je preširoko, prethodno treba ograničiti na slučaj kad važi zakon akcije i reakcije. Ako ovaj odbacimo, tada nedavno uspostavljeni Klauzijusov osnovni elektrodinamički zakon predstavlja slučaj kad sile koje zavise od brzine i ubrzanja ne mogu proizvoditi motorne sile do beskonačnosti“.

7. PRIMENA U MEHANICI

Helmholc na početku konstatuje:

„Sada ćemo preći na specijalne primene zakona konstantnosti sile. Pre svega, ukratko ćemo navesti one slučajeve u kojima je princip konzervacije žive sile bio do sada uočen i korišćen:

1. Sva kretanja pod uticajem opšte sile gravitacije...
2. Prenos kretanja kroz nestišljiva čvrsta i tečna tela...
3. Kretanja savršeno elastičnih, čvrstih i tečnih tela...

Helmholc napominje da sve dok se ostaje u okviru mehaničkih kretanja, zakon žive sile je poštovan. Ono što nije još bilo ispitano je proizvođenje toplotnog zračenja apsorpcijom žive sile.

8. TOPLOTNI EKVALENT SILE

„Mehanički procesi u kojima se do sada pretpostavljalo da dolazi do apsolutnog gubitka sile su:

1. Sudari neelastičnih tela. – Gubitak se većinom povezuje sa promenom forme i kompresijom udarenog tela; prema tome, sa povećanjem napona mi takođe nalazimo, ponavljanjem takvih udara, značajno razvijanje toplote...

2. Trenje je smatrano uzročnikom apsolutnog gubitka žive sile, isto kao i neelastičnim sudarima. Nije se uzimalo u obzir da, nezavisno od povećanja napona u udaranom ili trljanom telu, razvijena toplota takođe predstavlja silu koja može mehanički da deluje; dobijanje elektriciteta, čija privlačenja i odbijanja su neposredne mehaničke akcije, a posredna je proizvodnja toplote, takođe je zanemareno. Ostaje da se upitamo da li suma tih sila uvek odgovara izgubljenoj mehaničkoj sili“.

Helmholc ovde postavlja prava pitanja, koja će u nastavku rada jedno za drugim da razmatra. Vraćajući se na trenje, Helmholc pominje Džulov rad iz 1845. i kaže:

„Džul je merio toplotu razvijenu trenjem vode u uskim cevima i onu koju razvijaju lopatice vodeničnog točka; u prvom slučaju je našao da toplota koja podiže temperaturu

jednog kilograma vode 1°C može da podigne 452 kilograma za jedan metar visine; u drugom je našao da je težina 521 kilogram. Njegovi metodi merenja su toliko nesavršeni i ne odgovaraju poteškoćama merenja pa se gornji rezultati ne mogu prihvatiti kao apsolutno tačni. Verovatno je da su brojke do kojih je došao previsoke, jer u njegovom postupku izvesna količina toplote je mogla da promakne neopažena, dok neizbežan gubitak mehaničke sile u ostalim delovima mašine nije uzet u obzir“.

Helmholc zbog nekih ne baš sasvim jasnih razloga ne koristi i kao da potcenjuje Džula. Znatno je ozbiljnija primedba, koju istoričari upućuju mladom Helmholtcu, da nije osetio da je Džul eksperimentalno prošao veći deo terena, koji on nastoji da poveže elementarnim teoretisanjem.

Helmholc zatim postavlja pitanje: „Koliko toplota može da odgovara ekvivalentu sile“. Pošto je zaključio da ne može da odgovori sa gledišta modela kalorika, koji pretpostavlja konzervaciju toplote, kaže:

„Količina toplote može apsolutno da se poveća mehaničkim silama, i prema tome pojave toplote se ne mogu izvesti iz hipoteze da je ona neka vrsta materije čije prisustvo je dovoljno da proizvede te pojave, već da ih treba svesti na promene, kretanja, ili posebne vrste materije, ili već poznata bilo ponderabilna bilo imponderabilna tela, kao što su elektricitet ili svetlosni eter. Ono što smo do sada nazvali količinom toplote, izražavalo bi, prema tome, prvo količinu žive sile kaloričnog kretanja i, drugo, količinu napona između atoma, koji, menjajući njihov raspored, mogu da izazovu takvo kretanje. Prva bi odgovarala onome što se do sada zvala slobodna toplota, a druga onome što se nazivalo latentnom toplotom“.

Ovde se vidi da je Helmholtc tek na pola puta od kalorika ka kinetičkoj teoriji, pošto je shvatio da je toplota kretanje, ali kao sredinu koja se kreće napominje razne egzotične slučajeve, smatra da je dovoljno i kaže:

„Kakva je priroda kretanja, mi nemamo načina da to utvrdimo; za nas je dovoljno da možemo toplotu shvatiti kao kretanje“.

Helmholc zatim razmatra oslobađanje toplote u hemijskim procesima i zaključuje:

„Količina toplote oslobođena u hemijskim procesima predstavlja količinu žive sile proizvedenu hemijskim privlačenjem, i u ovom slučaju gornji zakon (Hesov zakon da oslobođena toplota ne zavisi od načina formiranja jedinjenja) je izraz principa konzervacije sile“.

9. ELEKTRIČNE POJAVE

Elektrostatika je tada bila već dobro razrađena i Helmholtcu je bilo potrebno da pokaže kako se živa sila dobija na račun razlike potencijala, napominjući da je termin potencijal definisao još Gaus. On takođe navodi poznate izraze za energiju kondenzatora.

Galvanizam je tada obuhvatao široku oblast izvora električnog napona, čiji razvoj počinje sa Voltinom baterijom. Njihovi mehanizmi još nisu bili dovoljno rasvetljeni, i konkurisala su dva modela, kontaktni i hemijski. Helmholtc se

veoma dugo zadržava na tome. A ono bitno, toplotni efekat električne struje već je bio dobro poznat. Razlika je jedino što Helmholtc ostaje antidžulovski raspoložen i zakon o srazmernosti toplote kvadratu struje pripisuje Lencu, koji ga je objavio 1843. godine, a ne Džulu, koji ga je objavio dve godine ranije.

10. MAGNETIZAM I ELEKTROMAGNETIZAM

Helmholtc tretira magnetizam kulonovski, preko potencijala, i tu samo napominje poznato. Razmatranje elektromagnetizma mu pruža priliku da dospe do izraza za elektromotornu silu preko zakona konzervacije. Evo kako to formuliše:

„Ako se magnet kreće pod uticajem neke struje, živa sila koju on pri tome dobija saopštena mu je iz naponskih sila struje. Ove su za vreme dt date izrazom $Eidt$ u jedinicama toplote, ili sa $aEidt$ u mehaničkim, gde je a mehanički ekvivalent jedinice toplote. Živa sila u strujnom kolu je aI^2Rdt , a u magnetu je $IdV/dtdt$, gde je V njegov potencijal prema jedinici struje u provodniku. Iz toga sledi:

$$aEidt = aI^2Rdt + IdV/dt dt. \quad (2)$$

$$\text{ili} \quad I = \frac{E + 1/a dV/dt}{R}. \quad (3)$$

Mi možemo označiti veličinu $1/a dV/dt$ kao jednu novu elektromotornu silu, onu koja je izazvana indukcijom strujom“.

Helmholtc napominje da je sličan izraz za elektromotornu silu indukcije dobio i Nojman, ali je kod njega umesto $1/a$ funkcionisala neodređena konstanta e .

Na kraju se Helmholtc vrlo kratko osvrće na procese u živim bićima, za koje kaže da su uglavnom hemijski, ali može da se oslobađa i manja količina toplote. Nedostaju nam, međutim, podaci za određivanje bilansa sila.

11. ZAKLJUČAK

Helmholtc zadržava izraz sila sve do osamdesetih godina, kada se opštije prihvataju izrazi kinetička i potencijalna energija, a zakon konverzije mehaničke energije formuliše kao konstantnost sume potencijalne i kinetičke energije. U ovom radu se pokazuje da taj mehanički zakon može da se proširi izvan mehanike, ali tada treba naći odgovarajuće izraze za oba njegova člana. On ostaje kao osnova koja povezuje konstantnost energije u raznim transformacijama. Helmholtcov rad je svakako najširi i najopštiji od svih pionirskih radova i u tome leži njegova najveća vrednost. Zasluga mladog Helmholtca je utoliko veća što ga je uradio na samom početku karijere, dakle, usamljen i bez saradnje sa nekim iskusnijim naučnikom.

LITERATURA

[1] M. Jakšić i M. Mladenović, *Helmholtcova formulacija principa održanja energije*, Beograd, 1987.

[2] Helmholtz, *Über die Erhaltung der Kraft*, Berlin, 1847. Preštampano u Ostvaldovim „Klasicima“.

MATEMATIKA KAO NASTAVNI PREDMET I ULOGA MATEMATIČKIH ZADATAKA

MATHEMATICS AS AN EDUCATIONAL SUBJECT AND THE ROLE OF MATHEMATICAL TASKS

Milica Cvetković, *Viša tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*
Nataša Savić, *Viša tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*

Sadržaj – Ovaj rad opisuje matematiku kao nastavni predmet, ciljeve nastave matematike i njene veze se drugim naukama. Kako se glavni ciljevi nastave matematike ostvaruju preko rešavanja zadataka, to su opisani matematički zadaci i osnovni metodi njihovog rešavanja. Matematika kao nauka predstavlja servis za razvoj i rad mnogih obrazovnih i privrednih institucija, a matematičko mišljenje, ovde opisano, ima veću i širu ulogu u svakodnevnom čovekovom funkcionisanju.

Ključne reči: Matematika kao nastavni predmet. Matematički zadaci. Matematičko mišljenje.

Abstract – This work describes the mathematics as an educational subject, its final aims and connections with the other sciences. Since the main final aims of mathematical education could be realized through solving mathematical tasks, this is the reason of describing them and basic methods for their solving. The mathematics as a science presents a service for development and work of many educational and economical institutions, but the mathematical thinking, described here, has larger and wider part in man's daily functioning.

Key words: Mathematics as an educational subject. Mathematical tasks. Mathematical thinking.

1. UVOD

U ovom radu, kroz matematiku kao nastavni predmet, njene ciljeve i veze sa drugim naukama, isknut je značaj matematičkih zadataka kao alata za ostvarenje najvažnijih ciljeva matematike kao predmeta, kao i to da studente (učenike) treba naučiti kako da rešavaju zadatke i probleme, da ih rešavaju na što jednostavniji način, i da to primene u praksi, u drugim stručnim predmetima i u životu uopšte.

2. CILJEVI NASTAVE MATEMATIKE

Nastava predstavlja usaglašenu delatnost dva subjekta: nastavnika (poučavanje) i učenika – studenta (učenje). Poučavanje treba shvatiti kao direktnu ili indirektnu pomoć koja se pruža studentima pri učenju, tj. kao rukovođenje učenja.

Ciljevi nastave matematike mogu se podeliti na:

- opšte (obrazovne, vaspitne, praktične),
- specifične.

Matematika kao jedna od najtačnijih i najstrožijih naučnih disciplina svojim metodama podiže naučni nivo mnogih drugih nauka, pa je jedan od specifičnih ciljeva nastave matematike i "naoružavanje" studenata metodama naučnog saznanja. Pored ovog, specifični ciljevi nastave matematike su i:

-formiranje i razvitak matematičkog mišljenja, usmenog i pismenog matematičkog izražavanja sa svim njegovim elementima: jednostavnost, jasnost, preciznost, celovitost;

-razvitak geometrijske intuicije, formiranje prostornih predstava preko raznih modela i navika za pravilno grafičko izražavanje;

-razvitak logičkog mišljenja i

-pobuđivanje interesovanja studenata za matematiku, otkrivanje lepih strana matematike, kao i ukazivanje na primenu matematike u drugim naukama, u tehnici i svakodnevnom životu.

Ostvarenje specifičnih ciljeva nastave matematike, a pogotovu ovog poslednjeg, nezamislivo je bez nastavnika entuzijaste, zainteresovanog za predmet i nastavu.

3. MATEMATIKA KAO NASTAVNI PREDMET

3.1 Veze matematike kao nastavnog predmeta sa drugim naukama

Metodika nastave matematike u vezi je sa mnogim naukama a posebno sa onim koje za predmet proučavanja imaju čoveka i njegovu svest. U tesnoj je vezi sa pedagogijom jer koristi pojmove, stavove, principe i metode teorije obrazovanja i nastave, tj. didaktike. Neposredan uticaj na metodiku nastave matematike vrše matematičke nauke. On

je ostvaren preko programa nastave matematike a vezan je za modernizaciju nastave menjanjem sadržine, strukture i nastavnih metoda. Učenje se oslanja na percepcije, predstave i razumevanje. Govor, proces mišljenja, interesovanje, pažnja i volja imaju posebnu važnost, pa je metodika nastave matematike u tesnoj vezi sa psihologijom. Velika je veza i sa logikom jer se kroz nastavu matematike saznaju pravila naučnog mišljenja i zaključivanja.

Matematika kao nastavni predmet najveće sličnosti sa matematikom kao naukom ima u procesu saznavanja: Student se pred nepoznatom materijom nalazi u sličnoj situaciji kao naučnik u odnosu na otkrivanje novih naučnih istina. Praksa u nastavi ima veću ulogu nego u nauci u kojoj je najvažniji kriterijum u verodostojnosti saznavanja.

U nastavi je bitno doći do neke matematičke istine, kao u nauci, ali i način uvođenja nekog pojma ili način izlaganja nekog matematičkog tvrđenja ima ogromno značenje.

Modernizacija matematičkog obrazovanja znači dovođenjenastave u saglasnost sa savremenim idejama i metodama nastave matematike, tj. idejno približavanje obrazovanja savremenoj matematici, kao i potrebama društva.

3.2 Matematički zadaci i metode njihovog rešavanja

U matematici, matematički zadatak kao pojam nije strogo definisan, a svaki se može predstaviti u obliku

$$A \Rightarrow X ,$$

gde je sa A označen uslov zadatka a slovom X zahtev ili zaključak zadatka. Rešavanje bilo kog zadatkasvodi se na rešavanje prostijih zadataka od kojih je sastavljen.

Postoje dva osnovna načina za traženje rešenja:

1. sintetički metod,
2. analitički metod

Sintetički metod rešavanja zadatka $A \Rightarrow X$ sastoji se u uzimanjunekog podatka iz uslova A kome se pridružuje neki drugi podatak. Ako ta dva podatka obrazuju prost zadatak, tada se on rešava. Ako ne, pridodaju se drugi podaci. Rezultat prostog zadatka daje prvi pomoćni zadatak, koji zajedno sa početnim uslovima daje nov prost zadatak. Njegovim rešavanjem dobija se drugi pomoćni zadatak, itd. dok se ne dođe do prostog zadatka čiji je rezultat zahtev osnovnog zadatka.

Primer 1: Osnovice trapeza su $a = 24$, $b = 10$, a kraci $c = 13$, $d = 15$. Izračunati površinu trapeza.

Rešenje: Koristi se pomoćni trougao dobijen spuštanjem iz temena C duži koja je paralelna kraku c ,trapeza $ABCD$; stranice tog trougla su: c , d , $a-b$.

z1: Odrediti poluobim pomoćnog trougla,

$$s = \frac{a-b+c+d}{2} = 21 . \quad (1)$$

z2: Odrediti površinu pomoćnog trougla koristeći Heronov obrazac,

$$P = \sqrt{s(s-c)(s-d)(s-a+b)} = 84 . \quad (2)$$

z3: Iz površine trougla , odrediti visinu trougla koja je jednaka visini trapeza,

$$P = \frac{(a-b)h}{2} = 84 \Rightarrow h = 12 . \quad (3)$$

z4: Odrediti površinu trapeza,

$$P_{ABCD} = \frac{a+b}{2} \cdot h = 204 . \quad (4)$$

Analitički metod angažuje više nastavnog vremena ali je didaktički cilj primenom ovog metoda ostvaren, za razliku od sintetičkog metoda čije je izražavanje koncizno, sa ponekad i nejasnim izborom pomoćnih zadataka i bez obrazložavanja postupaka rešavanja. Analitičkim metodom student sam dolazi do rešenja, tj. sam otkriva i traga za novim rešenjima. Rešavanje zadataka ovom metodom počinje pitanjem: Šta treba znati da bi se ispunio zahtev ovog zadatka? A do pravilnog odgovora dolazi se korišćenjem podataka iz uslova zadatka i uvažavanjem onih zavisnosti koje povezuju traženi broj, veličinu, i sl.

Primer 2: Trougao, sa stranicama $a = 9$, $b = 10$, $c = 11$, rotira oko najmanje stranice. Izračunati zapreminu tako dobijenog tela.

Rešenje: Da bismo izračunali zapreminu dobijenog tela, dovoljno je sabrati zapremine dve kupe:

$$V = V_1 + V_2 = \frac{1}{3}B(H_1 + H_2) = \frac{1}{3}B \cdot a . \quad (5)$$

Za izračunavanje zapremine kupe dovoljno je znati površinu kruga koji je osnova kupe, a za to je dovoljno znati poluprečnik kruga koji predstavlja visinu trougla koja odgovara najmanjoj stranici trougla:

$$B = r^2 \pi = h_a^2 \cdot \pi . \quad (6)$$

Za određivanje visine (poluprečnika), dovoljno je znati površinu trougla korišćenjem Heronovog obrasca:

$$P = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)} \Rightarrow h_a = \frac{2P}{a} . \quad (7)$$

$$\text{Konačno je } V = \frac{1}{3}h_a^2 \cdot a \cdot \pi . \quad (8)$$

Najvažniji ciljevi nastave matematike ostvaruju se preko rešavanja zadataka. Zato je razumljivo što se zadacima ustupa veliki deo nastavnog vremena i što je opravdan sledeći zahtev: Nastavnik treba da nauči SVE UČENIKE (STUDENTE) da rešavaju zadatke.

3.3 Matematičko mišljenje

Rešavanjem zadataka postižu se opšti ciljevi nastave matematike:

- saznajno usvajanje materija;
 - sticanje trajnih veština i navika;
 - razvijanje matematičkog mišljenja.
- Matematičko mišljenje karakteriše se:
- sadržinom;

- misaonom delatnošću koja je bazirana na naučnim metodama matematičkog istraživanja;

- formom;

- subjektivnim svojstvima osobe koja se bavi matematikom,

a njegovi osnovni tipovi su:

1. konkretno mišljenje (predmetno mišljenje)
2. apstraktno mišljenje (odlikovano sposobnošću za misaonim odvajanjem od konkretne sadržine izučavanog objekta u korist njegovih opštih svojstava koje treba proučavati)
3. funkcionalno mišljenje (odlikovano sposobnošću saznavanja opštih i posebnih veza i ralacija među matematičkim objektima ili među njihovim svojstvima kao i veštinom njihovog praktičnog korišćenja)
4. intuitivno mišljenje (karakteriše se neposrednim dolaženjem do istine; pruža mogućnost nalaženja rešenja ili ideje u obliku skoka pri čemu se ispuštaju neke karike u razmišljanju. Uloga intuicije u nastavi je velika ali se ne sme preceniti jer sama po sebi ne obezbeđuje solidna znanja.)
5. stvaralačko mišljenje (daje neko novo znanje sa određenom vrednošću za druge ljude ili samog aktera misaone delatnosti, odlikuje se novinom a praćeno je velikom upornošću i jakom motivacijom).

Dakle, značaj matematičkog mišljenja nesumnjivo je veliki kako za njegovu primenu u mnogim naukama, tako i za funkcionisanje jednog inteligentnog bića uopšte. Njegovi kvaliteti vezani za načine, mogućnosti i analize rešenja matematičkih problema prožimaju se kroz svaki racionalni akt čoveka i prate ga.

4. KVALITETI MATEMATIČKOG MIŠLJENJA

Najbitniji kvaliteti su:

- elastičnost – podrazumeva sposobnost za variranje načina rada, lakoću da se promeni sistem znanja pri promeni uslova, sagledavanje svih varijanti i veština za prelaz iz jedne situacije u drugu;

- aktivnost – karakteriše se velikom željom da se reši postavljeni zadatak, da se reši najkraćim putem traženjem različitih varijanti;

- pamćenje – u zavisnosti od sadržine i informacija može biti motorno, vizuelno, emocionalno, i sl.;

- širina mišljenja – sposobnost formiranja uopštenih načina za rad sa širokim dijapazonom primene na netipične slučajeve;

- dubina mišljenja – kvalitet koji ukazuje na shvatanje činjenica i njihove veze sa drugim činjenicama koje omogućavaju korišćenje stečenih znanja u sličnim situacijama ili nekim novim gde dubina shvaćene veze dolazi do izražaja;

- kritičnost i samokritičnost – omogućena je raznim proverama i grubim procenama, kao i proverama izvedenih zaključaka dobijenih nepotpunom indukcijom, analogijom ili intuicijom;

- jasnost, tačnost, konciznost, originalnost rešenja, itd.

5. ZAKLJUČAK

Značaj matematičkog mišljenja i matematike uopšte uočen je kroz istoriju jako davno, u [2] je navedeno da je u 16. veku G.Galilej rekao:

“Priroda je ogromna knjiga u kojoj je napisana nauka. Ona je stalno otvorena pred našim očima, ali je čovek ne može razumeti ukoliko prethodno ne nauči jezik i slova kojim je napisana. Napisana je jezikom matematike, a njena su slova trouglovi, kružnice i druge figure.”

Mada je G.Galilej poznatiji po rečenici “Ipak se okreće”, može se slobodno dodati: Ipak se sve okreće oko matematike.

LITERATURA

- [1] S.Prvanović, *Metodika nastave računa*, Naučna knjiga Beograd, 1952.
- [2] E.Stipanić, *U svetu brojeva i figura*, Beograd, 1967.
- [3] Grupa autora, *Unapređivanje nastave matematike*, Prosveta Niš, 1986.

ZNAČAJ ENGLESKOG JEZIKA U SVETU DANAS

THE IMPORTANCE OF THE ENGLISH LANGUAGE IN THE WORLD TODAY

Slađana Živković, *Viša tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj - U ovom radu biće reči o značaju engleskog jezika i njegovoj ulozi u savremenom svetu. Engleski jezik ima veoma važnu ulogu u međunarodnoj komunikaciji. U savremenom svetu postalo je nemoguće funkcionisati bez znanja engleskog jezika.

Ključne reči: Međunarodni jezik, komunikacija, Internet, kursevi.

Abstract - The aim of this paper is to consider the importance of the English language and its role in the world today. English has a very important role in the international communication. It is impossible to function without the knowledge of the English language in the world today.

Key words: International language, communication, Internet, courses.

1. UVOD

Cilj ovog rada je da se ukaže na realnu ulogu i značaj engleskog jezika za razvoj savremenog društva u svetu danas.

Opšte je poznata činjenica da je engleski jezik lingua franca modernog doba, jezik koji uveliko prelazi granice zemlje u kojoj se govori. Do nagle ekspanzije engleskog jezika došlo je devedesetih godina 20-og veka sa upotrebom kompjutera i umrežavanjem u globalnu elektronsku mrežu - Internet. Internet je sa sobom doneo apsolutnu dominaciju engleskog kao jezika na kom su ogromnom broju ljudi postali dostupni različiti naučni, obrazovni, zabavni i drugi sadržaji. Dakle, u svetu savremenih tehnologija postalo je nemoguće funkcionisati bez znanja engleskog jezika. Engleski je postao međunarodni jezik računara, tehnike, tehnologije, nauke, saobraćaja, diplomatije, turizma, sporta, međunarodnih konferencija, naučnih publikacija, ekonomije, trgovine i komunikacije. Engleski omogućava komunikaciju sa celim svetom, i prisutan je u svim sferama života.

Da bi se uključili u društvo visokih tehnoloških i komunikacionih zahteva, svi će morati, između ostalog, da govore engleski jezik, kako bi lako i uspešno kontaktirali sa svetom. Dakle, znanje engleskog jezika uz poznavanje rada na kompjuteru predstavlja novu komponentu pismenosti, koja je svima neophodna u današnje vreme. Gotovo sva savremena komunikacija na engleskom jeziku između nacija, kultura i tradicija vrši se preko kompjutera.

2. RASPROSTRANJENOST I UPOTREBA ENGLESKOG JEZIKA

Engleski jezik je dominantan u mnogim delovima sveta. Najnovije procene ukazuju na to da će se engleski jezik širiti kao svetski jezik i u narednih deset godina učice ga oko dve milijarde ljudi.

Engleski jezik je maternji za oko 380 miliona stanovnika širom sveta, a podjednak broj ljudi koristi ga kao drugi strani jezik.

Engleski je službeni ili jedan od službenih jezika u više od 100 zemalja sveta.

Danas, na početku 21.veka engleskom jeziku je pripao status odomaćenog stranog jezika zbog njegove globalne rasprostranjenosti i ogromne zastupljenosti u komunikaciji. Rasprostranjenost engleskog jezika doprinela je širenju pojave koja bi se mogla nazvati jezičkom angloglobalizacijom. To je dovelo do njegovog sveukupnog uticaja na sve jezike sa kojima dolazi u kontakt, pa i na srpski jezik. Danas komunikaciju ne možemo zamisliti bez anglicizama, tj. reči preuzetih iz engleskog jezika. Anglicizmi su postali sastavni deo naše stvarnosti, naše kulture i našeg jezika. Svakodnevno nailazimo na njih, u reklamama, u štampi, muzici, sportu, na filmu, televiziji, Internetu i uopšte u govoru. Anglokultura je postala krajnje dominantna, i diktira trendove u svim oblastima života i rada.

Velika upotreba kompjutera ima za posledicu nastanak kompjuterskog registra, posebnog kompjuterskog jezika. Već smo pomenuli da se kompjuterski registar razvio iz engleskog jezika, ali ono što je tipično za ovaj registar je činjenica da se on iz engleskog širi u druge jezike i predstavlja neku vrstu internacionalnog engleskog jezika. Često je razlog za ovo činjenica da drugi jezici ne poseduju odgovarajući termin, ili je termin previše dug i složen. Često se dešava da su kompjuterski termini i izrazi neprevodivi jer imenuju nove pojave i predmete, i u tom slučaju mora se preuzeti engleski termin.

Na osnovu sprovedenih istraživanja došlo se do podatka da preko 50% stanovnika u Evropi govori engleski jezik. To je još jedan dokaz koji ide u prilog značaju engleskog jezika.

U oblasti informaciono-komunikacionih tehnologija engleski jezik apsolutno dominira. U poslednjih nekoliko godina Internet je postao glavni medij za prenos informacija. Poznavanje engleskog jezika, koji je široko zastupljen na Internetu, označava prednost za korisnike Interneta. Prema najnovijim istraživanjima, jezička struktura Internet populacije izgleda ovako:

jezik	broj korisnika Interneta
engleski	53.2%
španski	10.0%
nemački	7.9%
kineski	7.1%
francuski	5.2%
italijanski	4.8%
japanski	4.4%
korejski	3.9%
portugalski	2.2%
holandski	0.7%
ostali	0.6%

U školama Evropske unije uče se sledeći jezici:

engleski	60.3%
francuski	30.4%
nemački	5.2%
španski	3.5%
ostali	0.6%

Povećano interesovanje za učenjem engleskog jezika sve više privlači pažnju stručnjaka raznih profila. Danas postoje brojni specijalizovani kursevi za učenje engleskog jezika: standardni, intenzivni, kursevi poslovnog engleskog. Na kursovima se obrađuje, pre svega, govorni engleski, razumevanje teksta, prevodjenje, a uz to čitanje, pisanje i gramatika.

Na početku 21. veka nemoguće je ući u svet nauke i tehnike i opstati u njemu, bez stalnog praćenja naučne i stručne literature. A literatura je uglavnom pisana na engleskom jeziku. Dakle, još jedan dokaz da je neophodno poznavanje engleskog jezika, kako bi se došlo do željenih informacija iz različitih oblasti života i rada. Ako želimo da plasiramo svoja dostignuća, razmenjujemo iskustva, znanja i rezultate, neophodno je upravo znanje engleskog jezika. Engleski je preduslov profesionalnog uspeha i nezaostajanja za drugim zemljama u različitim oblastima nauke i struke.

Postalo je više nego jasno da u savremenom svetu solidno znanje engleskog jezika, bilo pasivno ili aktivno, čini nezaobilaznu kulturnu pretpostavku, i to iz više razloga:

- da omogući sporazumevanje sa izvornim i neizvornim govornicima engleskog jezika u dvosmernoj komunikaciji-komunikacija sa kolegama o različitim problemima iz struke a i šire, poslovno dopisivanje (pisana komunikacija) u vidu e-mail poruka, sklapanje ugovora sa inostranim partnerima

- da omogući razumevanje širokog spektra govornog i pisanog engleskog jezika u jednosmernoj komunikaciji - praćenje stručne literature u časopisima i udžbenicima, prevođenje tekstova iz oblasti struke,

- pronalaženje i korišćenje raznovrsnih informacija sa Interneta

- izradu projekata, seminara, publikacija

- izlaganje na međunarodnim stručnim skupovima

- praćenje štampe i drugih medija

- samostalno učenje, istraživanje i napredovanje

Engleski jezik je u ovom trenutku najrasprostranjeniji jezik pomoću kojeg se uspešno komunicira u različitim situacijama, a kako stvari stoje i u doglednoj budućnosti, sa daljim širenjem Interneta i pristupanju svetskoj mreži biće dominantan jezik.

3. ZAKLJUČAK

Znanje engleskog jezika je imperativ svakom mladom čoveku i uslov bez kojeg je nezamisliv uspeh na poslu, a i u životu. Živimo u vremenu sve većeg povezivanja evropskih zemalja, tako da poznavanje engleskog jezika donosi mnoge prednosti. Jednostavno, znanje engleskog jezika je nužnost našeg vremena.

Engleski kao odomaćeni strani jezik treba podučavati drukčije od ostalih stranih jezika sa kojima učenici nisu u redovnom audio-vizuelnom kontaktu, kako bi se iskoristila okolnost da poznavanje engleskog jezika uveliko prethodi početku njegovog usvajanja u okviru obrazovnog sistema.

Velika upotreba engleskog jezika u raznim naučnim i stručnim disciplinama dovela je do neophodnosti rešavanja praktičnih problema specifične upotrebe engleskog jezika. Ti praktični problemi su, izrada specijalnih rečnika i specijalnih udžbenika za različite profile stručnjaka.

Učenje jezika je izazov, i ako mu pristupite na odgovarajući način može biti prijatno iskustvo.

LITERATURA:

[1] English for Business, Chambers Harrap Publishers Ltd, Edinburgh, 1999.

[2] Jordan, R.R; Academic Writing Course, Collins, London, 1990.

[3] Prčić, T., Engleski u srpskom, ITP "Zmaj", Novi Sad, 2005

[4] Materijal sa Interneta.